

Die
Normal-Zusammensetzung
bleifreien Glases
und
die Abweichungen von derselben
in
der Praxis.

Eine
der Hochverordneten physiko-mathematischen Facultät
der Kaiserlichen Universität Dorpat

behufs Erlangung der

M a g i s t e r w ü r d e

eingereichte Abhandlung

von

H. E. Benrath,

Cand. chem.

Aachen, 1868.

Druck von C. H. Georgi.

Die
Normal-Zusammensetzung
bleifreien Glases

und
die Abweichungen von derselben
in
der Praxis.

Technisch - chemische Studie
von
H. E. Benrath.

(Dorpater Magisterdissertation.)

Der Druck dieser Abhandlung ist gestattet.

(Nr. 60.)

Dr. Helmling,
d. Z. Decan der physiko-mathem. Facultät.

(L. 8.)

D. 36450

Herrn

Professor Dr. C. Schmidt

in Dorpat,

seinem verehrten Lehrer

hochachtungsvoll

der Verfasser.

Einleitung.

Unter den zahlreichen Industriezweigen, die auf praktische Verwerthung der chemischen Einwirkungen, die die Körper auf einander ausüben, basirt sind, dürfte sich keiner finden, dessen Gebiet, selbst wo es sich um die ersten Fragen handelt, so wenig durchforscht und bekannt wäre, als das Glashüttenwesen in seinen verschiedenen Zweigen.

Dem sich auf diesem Gebiete orientiren wollenden Chemiker bietet die einschlagende Literatur sehr wenig Feststehendes, dagegen eine Fülle meist höchst mangelhaft motivirter, einander häufig widersprechender Behauptungen und Lehren; die Praxis einen überschwenglichen Reichtum an Recepten und Manipulations-Vorschriften, die aber ebenfalls jede Uebereinstimmung vermissen lassen, den Unerfahrenen daher verwirren, statt ihn zu belehren und da natürlich jede »die beste«, oft sogar »allein richtige« zu sein beansprucht, ihn in fast absoluter Rathlosigkeit im Labyrinth ihrer gegenseitigen Widersprüche sich selbst überlassen.

Dem Neulinge in der Praxis geht es wo möglich noch schlimmer, urtheilslos schliesst er sich meist dem auf einer anderen Hütte Ueblichen, oder dem auf der bereits bestehenden Althergebrachten an. Wohin aber solch directer, kritikloser Anschluss führt, das beweisen im Handel sehr verbreitete Glassorten, wie z. B. manches unverantwortlich weiche Press- und Schleifglas, rasch erblindende

Fensterscheiben, sich trübende Linsen in optischen Instrumenten etc. zur Genüge.

Sehr geneigt fühlt man sich nun meist, die Schuld am Fortbestehen solcher Unsicherheit einzig und allein der bekannten zünftigen Exklusivität der Hütten und ihrer Meister und Schmelzer, der verschlossenen, in ihrer Kunst streng conservativen Nachkommen des »Gentilhomme verrier« zuzuschreiben; bei näherer Prüfung der Sachlage mildert und ändert sich aber solches Urtheil, indem zugegeben werden muss, dass von Seiten der Vertreter der Chemie auch nur wenige Versuche gemacht worden, um über die Constitution guten Glases zu klarer Erkenntniss zu gelangen.

Bereits vor nahezu vier Jahrzehnten zog Dumas aus den Ergebnissen zahlreicher Analysen den Schluss, manche Glassorten des Handels näherten sich in ihrer Zusammensetzung, der durch die Formel $\left. \begin{matrix} \text{Na} \\ \text{K} \end{matrix} \right\} 0,3 \text{ Si O}_2 + \text{Ca O } 0,3 \text{ Si O}_2^1)$ ausgedrückten²⁾, doch wurde diese Ansicht weder verallgemeinert, noch widerlegt, die Frage blieb eine offene, ja man findet in der letzten einschlagenden Arbeit Pelouze's die Behauptung: »Die Formeln, die manche Chemiker gewissen Glassorten des Handels gegeben haben, sind ganz ohne Werth, und können die Gläser nur als einfache Gemenge verschiedener bestimmter Verbindungen betrachtet werden«;³⁾ eine Behauptung deren Begründung, wie sie der Autor bietet, und die darin besteht, dass er beobachtet »dass die Kieselsäure sich in sehr wechselnden Ver-

¹⁾ Die hier und im Folgenden benutzten Aequivalentgewichte sind: K — 39,2; Na — 23; Ca — 20; Mg — 12; Al — 13,7; Si — 14; O — 8.

²⁾ Dumas: »Recherches s. l. comp. des verres«. 1830. Ann. chim. phys. T. 44, p. 144.

³⁾ Pelouze: »Ueber das Glas,« Erdmann's Journ. 1867. Bd. 101. p. 449; nach Compt. rend. T. 64, p. 53.

hältnissen mit den Basen zu verbinden vermag, und dass man in ein Glas die verschiedenartigsten Oxyde mischen kann, ohne dass dadurch die Mischung nach dem Erkalten ungleichförmig wird«, mir gar nichts zu beweisen scheint.

Soviel erhellt aus dem bisher Bekannten nur, dass es auch heutigen Tages noch fraglich, ob sich eine Kieselsäure-Kalk-Alkaliverbindung nachweisen lasse, die als Normalglas betrachtet werden könnte, und dass wir mithin noch nicht wissen, was Glas im engeren Sinne ist, oder sein soll. —

Eine Frage wie die nach der Normalconstitution des Glases, kann aber nur vom Chemiker, nicht vom nur empirisch erzogenen Schmelzer beantwortet werden, da, abgesehen davon, dass letzterem meist jede theoretische Erkenntniss abgeht, sich auch nur wenige Schmelzer (Compositeure) finden dürften, die unbefangen über den Werth ihrer Erzeugnisse urtheilen.

Der Grund aber dafür, dass die Frage um die es sich hier handelt, noch nicht beantwortet worden, scheint mir darin zu suchen, dass sie nicht präzise gestellt worden. Aus den einschlagenden Versuchen geht nämlich deutlich hervor, dass man eine Durchschnitts-Zusammensetzung zu finden bemüht gewesen, wo man einer Normal-Zusammensetzung hätte nachspüren sollen.

Je mehr ich mich nun in das vorhandene Material so wie in die Ergebnisse meiner eigenen directen Versuche und Analysen hinein arbeitete, um so klarer trat es mir vor Augen, dass, so vergeblich das Suchen nach einer Durchschnitts-Zusammensetzung der Gläser des Handels, so haltbar die Aufstellung einer Zusammensetzung, die unter den bekannten Varianten des practischen Usus grösste Resistenzfähigkeit mit durch alle Sorten durchgehender Anwendbarkeit, vereinte; und welche mithin, unbenommen der etwa von der Zukunft zu erwartenden Fortschritte, als zur Zeit »normal« hingestellt werden konnte.

Ob die im Nachfolgenden niedergelegten Ergebnisse als direct anwendbar bestehen bleiben könnten, ob sie hier und dort, für specielle Fälle, modificirt werden müssen, oder ob sie als unhaltbar zu verwerfen sind, solches zu entscheiden, muss ich dem gerechten Urtheile Sachverständiger aus Wissenschaft und Praxis überlassen; wie aber auch dies Urtheil falle, ich hielt es für geboten, der Industrie, der ich seit einigen Jahren als Director der Spiegelgusschütte bei Dorpat diene, durch Veröffentlichung vorliegender Studie zu nutzen, bestehe dieser Nutzen schlimmsten Falles auch nur darin, dass eine Frage von der grössten Wichtigkeit nochmals zu eingehender Discussion gebracht wird, und dadurch ihrer endlichen Lösung entgegensehen kann, statt als unbeantwortbar bei Seite gelegt, todtgeschwiegen zu werden.

In Betreff der Anordnung des Nachfolgenden sei hier noch bemerkt, dass Theil I die Ableitung der Normalformel und die Prüfung ihrer Verhältnisse zu Gläsern bereits bekannter Zusammensetzung, Theil II die Zusammenstellung meiner eigenen Analysen und Versuche, so wie die specielle Betrachtung der einzelnen Glassorten des Handels, in Beziehung auf ihre Zusammensetzung enthält.

Freudig ergreife ich hier die Gelegenheit, meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. C. Schmidt in Dorpat, für das mir seit meiner Universitätszeit bewahrte warme Interesse, sowie namentlich auch für manchen Rath und Wink, und die liberalste Ueberlassung interessanter Proben, durch die er mich auch bei dieser Studie freundlichst unterstützt und angeregt, meinen aufrichtigsten Dank in tiefgefühlter Hochachtung auszusprechen.

Theil I.

Behufs einer, manchem Leser vielleicht erwünschten Orientirung über die bisher über die Zusammensetzung des Glases geherrscht habenden, und noch herrschenden Ansichten, sei es gestattet, hier zunächst die mir bekannt gewordenen Lehr- und Handbücher der Glasfabrication, namentlich in Rücksicht auf das in denselben die Constitutionsfrage Berührende, in Kürze aufzuführen, auf das in einzelnen Journalartikeln zerstreut vorhandene Material später gelegentlich näher einzugehen.

Johannis Kunckelii: »Ars vitriaria experimentalis« (Norinbergae 1743) ist hier in sofern von Interesse, als dem Verfasser, der für seine Zeit wohl orientirt scheint, nicht bekannt, dass der Kalk eine wesentliche Rolle in der Glascomposition spiele. Er sagt, pag. 200 des angeführten Werkes: »Glas ist ein zusammengesetzter Körper aus Salz und Sand.«

Lemg, Dr. H., Vollständiges Handbuch der Glasfabrication. (Weimar 1835.) Eine mit grossem Fleisse ausgearbeitete, sehr brauchbare Zusammenstellung des damals Bekannten. Von hieher gehörigem enthält dieses Werk die zahlreichen Analysen von Dumas, Berthier u. a. m., sowie einen ausführlichen Bericht über die von Le Guay, Kirn und Scholz ausgeführten Schmelzversuche mit Glaubersalz und Kochsalz, mit Hinweis auf die einzelnen Originalpublicationen; endlich des Verfassers eigene Ansicht über die Constitution des Glases, die dahin lautet, er könne der Dumas'schen Auffassung, dass die Glassorten

des Handels nach fest bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt seien, nicht beipflichten. Letzterem entsprechen denn auch die zahlreichen Satzrecepte, in denen sich beispielshalber für Tafel- und Spiegelglas, auf 100 Theile Sand in runden Zahlen finden:

	Tafelglas.				Spiegelglas.		
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.
Kali	31	33,5	—	—	—	36	—
Natron	—	—	60	25	25	—	27
Kalk	11	12	4,5	10	7	7	3,5

(Pottasche und Soda wurden als 90% kohlen-saures Kali haltend berechnet).

Die vierte Auflage dieses Werkes (Weimar 1863) ist durch Dr. N. Graeger gänzlich umgearbeitet und vermehrt erschienen, und hat, wie der Bearbeiter in seinem Vorworte ankündigt, unter Anderm die chemische Constitution des Glases eine eingehendere Behandlung erfahren. Ich habe in dem betreffenden Abschnitte nur eine Vermehrung in Anführung bekannter Analysen, und die kühne Behauptung gefunden: »Für die besten Gläser hält man diejenigen, welche im Minimum Alkali und Kalk zu gleichen Aequivalenten und im Maximum auf 1 Aeq. Kali 4 Aeq. Kalk enthalten.« Wo findet sich nun ein zu den »besten« zu zählendes Glas mit 4 Aeq. Kalk auf 1 Aeq. Alkali? Annäherndes kommt nach den bisherigen Erfahrungen, nur in »ordinärem« Flaschenglas mit hohem Eisen- und niederem Kieselsäuregehalte, von sehr fraglicher Güte vor, und hat auch Gräger kein neues Beispiel angeführt, welches seine Behauptung stützte.

Stein, W. Die Glasfabrication. (Braunschweig 1862). Wiederholt bespricht dieser Autor die Constitutionsfrage, deren Wichtigkeit er nachdrücklich hervorhebt, die er aber noch für unbeantwortbar hält. »Um Anhaltspunkte für die Praxis zu gewinnen, ist festzuhalten in welchem

Verhältnisse der Kalk zum Alkali und zur Kieselerde in einem guten Glase vorhanden sein muss, oder sein darf.« —

Hierzu hält Stein directe Versuche auf den Hütten selbst für unerlässlich. »Die vorhandenen Analysen verschiedener Glassorten lassen erkennen, dass auf 100 Theile Kieselerde in runden Zahlen kommen:

	an Kali,	an Natron,	an Kalk.
im böhmischen Krystall	21	—	10,5
» » Spiegelglase	36	—	14
» » Tafelglase	20	—	20
» » Weissglase	25	—	14
» französischen Spiegelglase	—	24	5
» » Tafelglase	—	20	20
» englischen Spiegelglase	—	16	7
» » Crownlase	—	36	20
» amerikanischen Spiegelglase	12	10	16
» Flaschenglase	6	3	36

Die im weiteren Verlaufe des Werkes aufgeführten Compositionen (Sätze) zeigen ähnliche Schwankung; ja selbst innerhalb der einzelnen Sorten fehlt jede Gleichmässigkeit. —

In Anbetracht der bekannt gewordenen Analysen endlich, ist Stein der Ansicht, dass sich aus ihnen nichts ergebe, was practisch von Nutzen sein könne.

Peligot: Douze leçons sur l'art de la verrerie. (Abgedruckt in den Ann. du Conservatoire des arts et metiers 1862). Diese Publication macht nicht Ansprüche darauf, ein vollständiges Compendium zu sein, bietet aber das Wesentliche in klarer Form. Von den bisher erwähnten Werken unterscheidet dieses sich wesentlich dadurch, dass der Verfasser hauptsächlich die neuere und neueste Industrie im Auge hat, und den Leser nicht durch eine Unmasse nach allen Richtungen divergirender Glassätze verwirrt, statt ihn aufzuklären. Auch was Manipulationen, Maschinen und Werkzeuge betrifft, finden sich in dieser

Abhandlung nur die wirklich gebräuchlichen, und zwar zur Zeit benutzten, während, was z. B. die Herstellung gegossenen Tafelglases betrifft, unter anderen Stein's »Glas-fabrication« und der betreffende Artikel in Musspratt's Encyclopädie der technischen Chemie zum grössten Theil längst Veraltetes enthalten.

Die von Peligot mitgetheilten Analysen sind zum grössten Theile von ihm selbst an unseren Proben ausgeführt, und zeigen, wenn auch keine Uebereinstimmung, so doch grössere Annäherung in der Zusammensetzung innerhalb der verschiedenen Sorten. Für einige dieser Sorten, so z. B. für geblasenes Fensterglas, findet er wie bereits Dumas eine Annäherung an die Zusammensetzung $\frac{N^a}{K} \left\{ 0.3 \text{ Si O}_2 + \text{Ca O} \right\} 0.3 \text{ Si O}_2$. — Die bereits von Berthier gemachte Bemerkung, dass Gläser mit grösstem Kieselsäure- und kleinstem Alkaligehalte den verschiedenen Anforderungen die man an Glas stelle, am besten entsprächen,¹⁾ bestätigt P., und findet man auch die folgenden, auch von Berthier l. c. gegebenen Angaben: »Ein Glas aus Kieselsäure und Alkali, hart und gut schmelzbar, würde wenig Festigkeit und Elastizität besitzen, zu welchen Eigenschaften die Gegenwart des Kalkes erforderlich ist. Das halbweisse Glas z. B. ist hart und fest, und steht besser im Feuer. Es ist das grosse Verhältniss von Kalk, dem es diese Eigenschaften verdankt«, nicht direct wieder, so werden sie doch durch die im Verlaufe der Vorlesungen angeführten Thatsachen wiederholt bestätigt.

In den beiden bisher erschienenen Publicationen P. Flamm's über die Glasfabrication: »Le verrier du XIX. siècle« (Paris 1863) und »Un chapitre sur la verrerie« (Paris 1866) sucht man nach Auskunft über eine

¹⁾ Berthier: »Ueber künstliche Silicate und Aluminate.« Erdmann's Journ. pract. Chem. 1835. Bd. 4, pag. 491.

als die beste anerkannte Zusammensetzung des Glases vergeblich. Gelegentlich bemerkt der Verfasser, dessen zuerst angeführtes Werk im Uebrigen manches Gute bietet, Glas welches 1 Theil Alkali auf 4 Theile Kieselsäure enthalte, sei das beste, eine Behauptung die indess von gar keinem Werthe, da der Kalkgehalt keine Berücksichtigung gefunden hat. —

D. Mendeleef's in russischer Sprache erschienenes Handbuch der Glasfabrication (St. Petersburg 1864) ist nur eine Compilation und grösstentheils wörtliche Uebersetzung der eben angeführten Werke Stein's und Peligot's.

Eine sehr dankenswerthe Arbeit besitzt die Glasliteratur in einem Werke Dr. O. Schür's: »Die Praxis der Hohlglasfabrication« (Berlin 1867). Für die hier in Rede stehende Constitutionsfrage bietet dieses Werk leider nichts Brauchbares, da alles Feinglas, das Schür geschmolzen, Bleiglas ist; vom grössten Interesse aber ist es für den Gewerbetreibenden, indem es die vor und bei Anlage, so wie während des Betriebes seiner Hütte gesammelten Erfahrungen des Verfassers, gewissenhaft aufgezeichnet, dem Leser darbietet.

Von hieher gehörigen Artikeln in technischen Encyclopädieen, seien der, wenn auch in mancher Hinsicht veraltete, doch sehr lesenswerthe Abschnitt in Dumas »Chimie technique«, in dem meines Wissens zuerst die Wichtigkeit des Kalks in der Glascomposition hervorgehoben wird; und der Artikel »Glas« in Musspratt-Stohmann's Encyclopädie der technischen Chemie angeführt, welcher letztere sich namentlich durch eine Zusammenstellung zahlreicher Glasanalysen auszeichnet, aus dem man aber auch nicht mehr erfährt, als dass Glas ein Silicat verschiedener Basen, unter denen eine der Alkaligruppe angehört, in grossem Wechsel unterworfenen Verhältnissen sei.

Das Vorstehende dürfte den Stand der Constitutions-

frage characterisiren, indem, wie oben erwähnt, mehrere der angeführten Autoren die Journalliteratur fleissig benutzt und das in letzterer Gebotene, direct oder indirect, in ihre Publicationen aufgenommen haben. — Man sieht hier und dort doch das Streben auftauchen, eine Durchschnitts-Zusammensetzung für einzelne Sorten zu finden, das aber, da die Güte der zum Vergleiche benutzten Proben nicht gehörig beachtet wurde, an den enormen Abweichungen, wie sich solche in der Praxis mancher Hütten eingebürgert, scheitern musste.

Hiermit sei es nun gestattet zunächst zur speciellen Untersuchung der Constitutionsfrage, dann zur Betrachtung der Abweichungen von dem als normal Erkannten, überzugehen.

Wenn Stein, der von allen bisherigen Autoren auf diesem Gebiete der einzige gewesen, der die Wichtigkeit der Constitutionsfrage wiederholt hervorgehoben, und sich ernstlich um ihre Lösung bemüht hat, pag. 11 seiner »Glas-fabrication« sagt: »Aus den von Dumas mitgetheilten Analysen lässt sich nur schliessen, dass in den besten Gläsern Kalk und Alkali zu gleichen Atomen im Maximum, und im Minimum 1 Atom Kalk auf 5 Atome Alkali vorhanden ist. Das Verhältniss des Kalks zur Kieselerde scheint in der Praxis 1 Gewichtstheil Kalk auf 5 im Minimum, und auf 22 Gewichtstheile Kieselerde im Maximum zu sein,« so stimmt wohl ein Jeder darin mit ihm überein, dass diese Verhältnisse so weit auseinander liegen, dass unmöglich eine Regel aus ihnen abgeleitet werden kann. Dass Gläser, deren Zusammensetzung innerhalb dieser Grenzen liegt, ja sogar über dieselben hinaus geht, im Handel unter den verschiedensten Bezeichnungen vor-

kommen, ist nun zwar von Dumas und Anderen, vor und nach ihm erwiesen worden, dass diese aber »alle« zu den »besten« zu zählen seien, scheint schon an und für sich unwahrscheinlich, da man a priori anzunehmen gezwungen, dass so enorme Wechsel in der Zusammensetzung unmöglich ohne Einfluss auf das Produkt bleiben können. Zum Ueberflusse liegt aber auch schon der schlagende Beweis vor. Vogel und Reischauer analysirten ein Spiegelglas unbekannter Herkunft, das äusserst hygroskopisch war und nicht erblindete, und fanden dessen Zusammensetzung¹⁾:

Kieselsäure	65,16
Kali	22,31
Natron	2,47
Kalk	4,69
Thonerde und Eisenoxyd . . .	3,39
Summa	98,02

Hier sind auf 1 Aequiv. Kalk 3,3 Aeq. Alkali, und auf 1 Gewichtstheil Kalk 13,9 Gewichtstheile Kieselsäure vorhanden; es liegt die Zusammensetzung dieses Glases mithin **innerhalb der Stein'schen Grenzen**, ist aber nicht mustergültig, sondern sogar verwerflich.

Ein Aehnliches zeigt sich bei manchen französischen und den englischen Spiegelgläsern, worüber später mehr.

Da nun die Producte des Handels so grosse Abweichungen in Betreff ihrer Zusammensetzung zeigen, über die Preiswürdigkeit der analysirten Proben aber nur hin und wieder Angaben vorliegen, hielt ich mich, wollte ich über eine etwa existirende Normalconstitution ins Reine kommen, sowohl für berechtigt als für verpflichtet, eine Auswahl unter dem disponiblen Material zu treffen, um dann durch Vergleichung der Zusammensetzung anerkannt guter Gläser, einen Einblick zu erlangen. Nachstehende Betrachtungen waren bei der Auswahl bestimmend.

¹⁾ Vogel et Reischauer: Dingler's Journ. 1859. Bd. 152, pag. 181.

Das Glas, als Handelsartikel der Concurrrenz wie jeder andere unterworfen, wird durch dieselbe, was seinen Werth betrifft, einerseits gehoben, andererseits durch den Druck auf die Preise herabgesetzt; es unterscheidet sich indessen von dem grössten Theile der übrigen Erzeugnisse chemischer Technik dadurch, dass bei letzteren der Consumment entweder einen, den Werth derselben normirenden höheren oder geringeren Procentgehalt wirksamer Bestandtheile zu schätzen vermag, schätzt und bezahlt, oder durch bekannte physikalische Eigenschaften (z. B. beim Eisen) auf die Anwesenheit ihrer Wirkung nach als schädlich bekannten Bestandtheile aufmerksam gemacht wird, mithin einen practischen Maassstab für die Güte des zu Erstehenden in Händen hat, während die Ansprüche die an gutes Glas gestellt werden können, dem Publikum sowohl, als auch den Hütten, nur in ihren allgemeinsten Umrissen bekannt sind, und daher der Fabrikant selbst in manchen Fällen nicht weiss, wie er dem Object, dieser oder jener Rüge abzuhelfen im Stande sei. Hiezu kommt, dass die Ansprüche an halbweisses und grünes Glas überhaupt sehr mässige sind und da nun solchen Anforderungen nicht gedient ist, so entstehen Hütten für niedere Glassorten — ordinäres Hohl- und Tafelglas — in Menge; oft nur angelegt, um billiges Brennmaterial bei Mangel an Communications-Mitteln möglichst vortheilhaft zu verwerthen; fristen eine Zeitlang ein kümmerliches Dasein und verschwinden dann, wie sie entstanden. Alle solche Etablissements werfen ihre Erzeugnisse auf den Markt, und finden auch Käufer. Es hat zwar nie Jemand die Zusammensetzung der verwandten Rohmaterialien gekannt, es gerieth daher das Product auch heute so, morgen anders, hin und wieder selbst gar nicht, wurde aber gelegentlich mit anderen guten Gläsern zusammen analysirt, nur bei auffallend misslungenen Proben eine tadelnde Bemerkung über die Composition gemacht, und die Ergebnisse der Analysen solcher

Glassorten von höchst fraglicher Güte, stehen nun, gewissenhaft gebucht, neben denen guter Producte, letztere an Zahl weit überwiegend und durch ihre Menge erdrückend.

Handelte es sich darum, Vergleichungsobjecte für unseren Zweck zu gewinnen und nicht darum, die möglichen Zusammensetzungen schmelzbarer künstlicher Silicate complicirter Constitution aufzufinden, so mussten alle Producte die nicht als gut allgemeine Anerkennung gefunden, ausgeschlossen bleiben, und ich concentrirte meine Aufmerksamkeit daher zunächst auf aus grossen berühmten Hütten hervorgegangene Gläser. Aber auch bei solcher Beschränkung hatte es den Anschein, als sei es nicht möglich, aus fortdauernden Gegensätzen herauszukommen. Das Spiegelglas von Münsterbusch (Stolberg bei Aachen), dasjenige anderer Fabriken der Gesellschaft von St. Gobin und der grossen englischen Giessereien, dann wieder das Fensterglas der sich des besten Rufes erfreuenden Chance'schen Hütten bei Birmingham, zeigten z. B. durchaus verschiedene Zusammensetzungen. Beispielshalber folge hier eine Zusammensetzungs-Uebersicht der betreffenden Gläser, in der ich der Uebersichtlichkeit wegen die von Mayer und Brazier gefundenen Kaliquantitäten, in ihrem Aequiv. an Natron, dem gefundenen Natron zugefügt.

	Si O ₂	Na O	Ca O	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
1. Spiegelglas von Münsterbusch	72,31	11,42	14,96	0,81
2. Fensterglas von Chance Br. et Comp.	71,10	15,00	12,40	0,60
3. Spiegelglas von St. Gobin	72,00	17,00	6,40	4,50
4. » französisches	73,35	15,53	5,60	3,50
5. » von St. Hellens	77,36	15,04	5,31	0,91
6. » der London Thams Pl. Gel.	78,63	12,54	6,09	2,68
7. » d. London et Manchester Pl. Gl. Comp.	77,90	13,06	4,85	3,59

- Nr. 1 analysirt von Jaeckel: Dingler's Journ. 1861, Bd. 161, pag. 110.
 Nr. 2 » » Cowper: Musspratt's techn. Chem. Bd. II, pag. 1290.
 Nr. 3 » » Berthier: Ann. d. chim. phys. 1830, T. 44, pag. 433.
 Nr. 4 » » Dumas: Ann. chim. phys. 1830, T. 44, pag. 144.
 Nr. 5, 6, 7 » » Mayer et Brazier: Dingler's Journ. 1849, Bd. 114, pag. 276.

Wollte man sich nach der auf der überwiegenden Anzahl der Hütten gebräuchlichen Zusammensetzung richten, so ergäbe sich, dass ein Kalkgehalt von über 5—6% abnorm wäre, doch wird durch die Minorität hier das Richtige vertreten. Gerade die hier angezogenen Glassorten sind diejenigen, bei denen man, ihrer Verwendung entsprechend, mit Recht grösstmögliche Resistenz gegen Feuchtigkeit und andere chemische Agentien beansprucht, bei denen man das »Blindwerden« am meisten scheut.

Nun hat aber Pelouze den directen Nachweis dafür geliefert, dass Gläser mit geringem Kalkgehalte, der Zersetzung, z. B. durch Wasser, viel weniger zu widerstehen vermögen als solche mit hohem; und ist somit einleuchtend, dass letztere, caeteris paribus, den Vorzug verdienen.

Bei wiederholtem Auskochen mit Wasser zweier Proben gepulverten Glases, deren erste die Zusammensetzung

Kieselsäure	72,1
Natron	12,4
Kalk	15,5
	<hr/> 100,0

die andere die Zusammensetzung:

Kieselsäure	77,3
Natron	16,3
Kalk	6,4
	<hr/> 100,0

zeigte, wurden von der ersten 10%, von der anderen 32% zersetzt¹⁾.

Da diese Mittheilung von grösstem Interesse, habe ich einen analogen Versuch angestellt, der ähnliche Resultate lieferte. (Das Detail desselben s. Theil II vorliegender Studie.)

Ueber den Einfluss, den eine solche leichtere Verwitterbarkeit auf den Werth des betreffenden Glases ausübt, kann kein Zweifel obwalten, und ist in dieser Beziehung eine gelegentliche Bemerkung Peligot's von Interesse. »Die Gläser welche behufs ihrer Verwendung zu optischen Instrumenten dargestellt werden, und insbesondere Durchsichtigkeit und Reinheit besitzen müssen, enthalten häufig eine zu grosse Portion Alkali, die sie hygroscopisch macht, und sie nach längerer Zeit erblinden lässt. Crown Glaslinsen, die aufeinander geschliffen worden, kitten sich bisweilen sehr fest aneinander; das kieselsaure Alkali zieht Wasser an, und bedingt alsdann die starke Adhaesion. Das gegossene Spiegelglas ist lange nicht durchgängig frei von diesem Fehler; gegen Ende der vierziger Jahre unseres Jahrhunderts fand man im Handel häufig Spiegelglas, das sich mit nadelförmigen Krystallen von kohlen saurem Natron bedeckte. Die Gläser »schwitzten.« Denselben Fehler zeigten die englischen Spiegelgläser auf der londoner Ausstellung von 1851 alle in sehr auffallender Weise, obschon sie häufig abgewischt wurden. Auch heute noch findet man selten ein Spiegelglas, das, an einem feuchten Orte aufgestellt, Lackmuspapier, welches feucht über seine Oberfläche gezogen wird, nicht bläute«²⁾.

Auch die Zusammensetzung des Verwitterungsproductes des Glases, wie sich ein solches in Form kleiner Schup-

¹⁾ Pelouze: »L'action de l'eau sur le verre.« Compt. rend. 1856. T. 43, pag. 117.

²⁾ Peligot: XII leçons. Ann. d. Conserv. 1862. T. 2, pag. 455.

pen häufig von der Oberfläche zersetzter Fensterscheiben ablösen lässt, so wie in analoger Weise und durch Verwitterung gebildete Thone weisen darauf hin, dass man den Gehalt an kieselsauren Alkali, als an dem der Zersetzung am leichtesten unterworfenen Glasbestandtheil auf das Minimum zu reduciren habe. Zwei parallele Analysen Hausmann's, die er an einem oberflächlich verwitterten antiken Glase ausführte, seien hier als Beleg angeführt. Er fand ¹⁾:

	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Ca O	Mg O	Fe O	Na O	K O	H O
im unzersetzten Glase	59,2	5,6	7,0	1,0	2,5	21,7	3,0	—
in der zersetzten Rinde	48,8	3,4	11,3	6,8	11,3	—	—	19,3

Das Angeführte scheint mir jedenfalls genügend um die oben angeführten kalkarmen Gläser als nicht gute zu characterisiren, in Folge dessen sie zunächst ausgeschlossen werden mussten. Dann aber bleiben zur anfänglichen Vergleichung nur die ihrer Zeit in höchstem Ansehen gestanden habenden und noch heutigen Tages hochgeschätzten Producte venetianischen Kunstfleisses, Gläser der besten böhmischen Hütten, das gegossene Spiegelglas von Münsterbusch, und das geblasene Fensterglas von Gebrüder Chance et Comp. bei Birmingham übrig, und bei Vergleichung dieser Objecte zeigt sich, dass in der Zusammensetzung guter Producte, ungeachtet dieselben den verschiedensten Handelssorten angehören, so wie verschiedenen Ländern und Zeiten entstammen, grosse, ja überraschende Analogien zu finden sind, ja, dass dieselben auf eine allen gemeinsame Grundzusammensetzung hindeuten. — Mag nun immerhin eine solche Aehnlichkeit in der Zusammensetzung in gewisser Beziehung zu der historischen Stellung Venedig's zur Glasindustrie stehen, so muss doch

¹⁾ Hausmann: Jahresbericht über d. Fortschr. d. Chemie und verwandt. Wissensch. 1856, pag. 355, nach »Nachrichten v. d. Univ. und Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen,« 1856, Nr. 5, pag. 114.

eingestanden werden, dass die Abweichungen von der empirischen Errungenschaft der alten Zunft, wie sich die neuere Industrie solche erlaubt, nicht als Verbesserungen angesehen werden können, und dass den heutigen Hütten die venetianische Composition, mutatis mutandis, immer noch als Muster dienen kann.

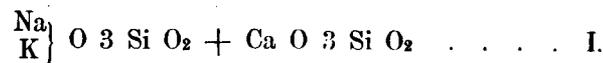
In nachstehender Uebersicht sind Analysen je einer Probe venetianischen, böhmischen, St. Gobin'schen (Münsterbusch) und Chance'schen Glases zusammengesetzt. Wo die alkalische Base Kali war, ist des leichteren Vergleiches wegen in der Colonne »NaO« das Aequivalent des gefundenen Kali's an Natron in Klammern beigefügt.

	Si O ₂	K O	Na O	Ca O	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
1. Venetian. Spiegelglas	68,60	6,90	8,10	13,90	1,50
			(4,6)		
2. Böhmischer Becher. .	69,40	11,80	(7,8)	9,20	9,60
3. Spiegelglas von Münsterbusch	72,31	—	11,42	14,96	0,81
4. Fensterglas von Gebr. Chance	71,10	—	15,00	12,40	0,60

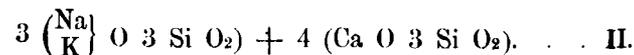
Nr. 1 analysirt von Berthier, Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 433.

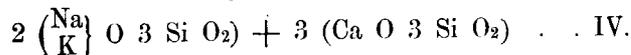
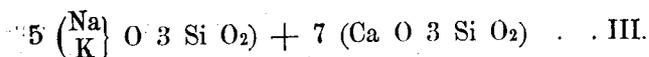
Nr. 2 analysirt von Dumas, Ann. chim. phys. T. 44, p. 145. Nr. 3 und 4 siehe oben.

Handelt es sich nun darum, eine bestimmte chemische Zusammensetzung nachzuweisen, die zu den eben angeführten Gläsern in dem Verhältnisse des Normalen zu den naturgemässen Abweichungen, wie solche bei fabrikmässig hergestellten Producten stets vorkommen, stehe, so bliebe die Wahl zwischen der von Dumas gegebenen Näherungsformel



und den kalkreicheren:





Das Verhältniss von Natron zu Kalk wäre in diesen Verbindungen:

$$\frac{\text{Na O}}{\text{Ca O}} = \frac{1}{0,903} \quad \text{I.}$$

$$\frac{3 \text{ Na O}}{4 \text{ Ca O}} = \frac{1}{1,204} \quad \text{II.}$$

$$\frac{5 \text{ Na O}}{7 \text{ Ca O}} = \frac{1}{1,265} \quad \text{III.}$$

$$\frac{2 \text{ Na O}}{3 \text{ Ca O}} = \frac{1}{1,355} \quad \text{IV.}$$

In den eben angeführten 4 Proben zeigen sich die Verhältnisse:

$$\text{Nr. 1. } \frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{1,109}$$

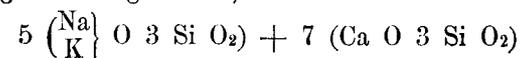
$$\text{Nr. 2. } \frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{1,179}$$

$$\text{Nr. 3. } \frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{1,309}$$

$$\text{Nr. 4. } \frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{0,827}$$

Das Durchschnittsverhältniss dieser Proben: $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{1,106}$ zeigt grösseren Kalkgehalt als die Verbindung I, und beschränkt sich unsere Wahlfreiheit hiedurch auf die Verbindungen II, III oder IV innerhalb deren Grenzen auch die Durchschnitts-Zusammensetzung des Münsterbusch'schen Spiegelglases, mit dem Verhältnisse $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{1,212}$ (s. Thl. II, Tab. II, Nr. 5) liegt. Welches derselben man als Ziel nimmt, dürfte in Beziehung auf den practischen Werth des dargestellten Productes ziemlich gleichgültig sein, mich bewog zur Wahl der Formel III als »normaler« wieder der Usus der Praxis in der, bei der sich stets mehr verbreiten

tenden Anwendung des Glaubersalzes, auch zu hohen Glasarten, ein Satz mit gleichen Glaubersalz- und Kalksteinmengen fast allgemein üblich. Unter Voraussetzung chemischreiner Materialien würde dieser Satz ein Glas geben, in dem $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{53}{71} = \frac{1}{1,337}$ welches dem der Formel IV sehr nahe käme, in Praxis dürfte aber das Glas natronreicher werden, indem das Glaubersalz des Handels nie frei von Kochsalz ist, das unter Zusatz von Kalkmilch raffinierte sogar häufig mehrere Procent Natronhydrat enthält. Die Formel II wurde ungeachtet dessen dass sie einfacher, nicht gewählt, da ich das practische Maximum an Kalk festzuhalten für erforderlich hielt. Es wurden hier Trisilicatformeln als selbstverständlich aufgeführt, indem nach den vorliegenden Proben nicht wohl ein anderes Silicat als normal angenommen werden konnte, wie solches sich auch im Folgenden zeigen wird, und wäre somit der Ausdruck:



die dem »Normalglase« zu ertheilende chemische Formel; doch sei es gestattet, denselben im Folgenden seinem Verhältniss zu den Schwankungen der Praxis nach zu betrachten, ihn auf dieselben anzuwenden.

In der Absicht, einen übersichtlicheren zur Vergleichung geeigneteren Ausdruck für die grossem Wechsel unterworfenen Zusammensetzung der Gläser des Handels zu gewinnen, wurden die directen Ergebnisse der Analysen mit Zugrundelegung der gewonnenen Normalglasformel in folgender Weise umgerechnet.

Die bei der Analyse gefundene Thonerde nebst dem, in rohen Glassorten nur in geringen Quantitäten vorkommenden, meist mit ersterer gemeinsam bestimmten Eisenoxyd, wurde, unter der Annahme sie sei direct in Form von Thon, aus dem Hafen oder dem Sande stammend, in das Glas gekommen und in demselben einfach gelöst, als mit Kieselsäure zu Thon ($\text{Al}_2 \text{O}_3$ 2 Si O_2) verbunden, in

Rechnung gebracht. Kali resp. Natron, Kalk- und Kieselsäure, soweit sie in der Normal-Zusammensetzung relativ genügenden Quantitäten vorhanden, wurden in summa als »Normalglas« aufgeführt, und die dann sich ergebenden Reste an Alkalien oder Kalk, soweit die Kieselsäure zureichte, mit letzterer zu Trisilicat verbunden, wenn keine überschüssige Säure vorhanden war, als im »freien« Zustande gelöst, angegeben. War mehr Kieselsäure vorhanden, als zur Sättigung der Basen in Form von Trisilicaten erforderlich, so wurde der Ueberschuss als gelöste »freie« Säure in Rechnung gebracht.

Nachstehend ist als Beispiel für das von Jäckel untersuchte Spiegelglas von Münsterbusch, das directe Ergebniss der Analyse, und der neue Ausdruck dieses Ergebnisses, den ich mir, der Kürze wegen als »practische Formel« zu bezeichnen erlaube, neben einander gestellt.

Si O ₂	72,31	0,81% Al ₂ O ₃ + 0,95% Si O ₂ =	1,76% Thon.
Na O	11,42	$\left. \begin{array}{l} 10,24\% \text{ Na O} \\ 12,95\% \text{ Ca O} \end{array} \right\} + 71,36\% \text{ Si O}_2 =$	94,55% Normalgl.
Ca O	14,96		1,18% Natron.
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	0,81		2,61% Kalk.
Summa	99,50		Summa 99,50

In derselben Weise berechnet, erhält das oben als Repräsentant venetianischen Glases aufgeführte, von Berthier untersuchte Spiegelglas, von schwachgelblicher Färbung den Ausdruck:

Normalglas	91,39
Thon	2,60
Natron	3,01
Kalk	1,25
Summa	98,25

Ein anderes venetianisches Glas, dessen Analyse Stein (Glasfabrication pag. 22) mittheilt zeigt folgende Zusammensetzung:

Si O ₂	72,46		
K O	7,24	Normalglas	87,46
NaO	8,70	= kieselsaur. Natron	11,19
CaO	11,64	Natron	1,39
Summa	100,04	Summa	100,04

Ist dieses nun auch eine Annäherung an die Zusammensetzung: $\left. \begin{array}{l} \text{Na} \\ \text{K} \end{array} \right\} \text{O } 3 \text{ Si O}_2 + \text{Ca O } 3 \text{ Si O}_2$ wie sie grösser in Praxis kaum vorkommen dürfte indem das Glas aufgefasset werden könnte als:

$\left. \begin{array}{l} \text{Na} \\ \text{K} \end{array} \right\} \text{O } 3 \text{ Si O}_2 + \text{Ca O } 3 \text{ Si O}_2$	98,68
Natron	0,99
Kalk	0,37
Summa	100,04

so darf eine derartige Abweichung, wenn die Möglichkeit nachgewiesen ist, ein eben so gutes, kalkreicheres Product zu liefern, einen nicht beirren, zumal wenn man bedenkt, dass man es mit Glas aus alter Zeit zu thun hat, und dass es noch heutigen Tages allgemeiner Brauch, wenn der Ofen die zur Läuterung des Glases erforderliche Temperatur nicht ergeben will, den Satz durch Erhöhung des Alkali — resp. Erniedrigung des Kalkgehaltes, weicher zu stimmen, leichtflüssiger zu machen. (Siehe auch »Fensterglas von J. J. Gerard, Theil II, vorliegender Studie.) — Das von Dumas untersuchte böhmische Glas der letzten Vergleichungstabelle, ein wasserheller Krystallbecher, zeigt, in obiger Weise berechnet, folgende Zusammensetzung:

Normalglas	70,70
Kieselsaures Kali	2,33
Kieselsäure	6,16
Thon	20,81
Summa	100,00

Berechnet man die Zusammensetzung dieses Glases nach Abzug des Thons in obiger Weise, so ergibt sich:

Normalglas	39,28
Kieselsaures Kali	2,94
Kieselsäure	7,78
Summa	100,00

Als Belege für die in Böhmen vorkommenden Schwankungen in der Zusammensetzung mögen die in der folgenden Uebersicht zusammengestellten Analysen dortiger Producte dienen:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kieselsäure	69,40	73,13	71,70	76,0	67,7	71,6
Kali	11,80	11,49	12,70	15,0	21,0	11,0
Natron	—	3,07	2,50	—	—	—
Kalk	9,20	10,43	10,30	8,0	9,9	10,0
Magnesia	—	0,26	—	—	—	2,3
Thonerde + Eisenoxyd	9,60	0,89	0,90	1,0	1,4	6,3

(Auch hier wurde, wo Natron nachgewiesen worden, die diesem aequivalente Menge Kali dem direct gefundenen, behufs Berechnung des Verhältnisses Kalk : Kali hinzugefügt. Dasselbe gilt natürlich für Kalk und Magnesia.)

1. Böhmisches Glas anal. v. Dumas l. c. 2. Schwerschmelzbare Röhre (Verbrennungsröhre) anal. v. Kowney, Liebig's Annal. 1847, Bd. 62, pag. 83. 3. Trinkglas von Neufeld i. B. anal. v. Berthier, Ann. chim. phys. 1830, T. 44, p. 433. 4. und 5. böhmisches Spiegelglas aus dem Jahre 1837, anal. v. Péligot, Compt. rend. 1846, T. 22, p. 547. 6. Trinkglas von Neufeld i. B. anal. v. Gras, Liebig's Ann. 1847, Bd. 62, pag. 84.

Für die Zusammensetzung $5 (K O 3 Si O_2) + 7 (Ca O 3 Si O_2)$ ist das Gewichtsverhältniss $\frac{Kalk}{Kali} = \frac{1}{1,204}$ und für $K O 3 Si O_2 + Ca O 3 Si O_2$ $\frac{Kalk}{Kali} = \frac{1}{1,636}$ mithin enthalten von den 6 Proben eine weniger als 5 Aeq. Kali auf 7 Aeq. Kalk und 2 mehr als 1 Aeq. Kali auf 1 Aeq. Kalk, das Durchschnittsverhältniss in obigen Proben ist $\frac{Kalk}{Kali} = \frac{1}{1,531}$ und liegt mithin zwischen denen beider Formeln und bestätigt dieses nach den früher mitgetheilten Annahmen die Berechtigung

der kalkreicheren Formel als Ausdruck für die Normalzusammensetzung.

Betrachtet man in bisher angewandter Weise noch schliesslich das geblasene Fensterglas von Chance, so stellt sich nach der Cowper'schen Analyse die Zusammensetzung wie folgt:

Normalglas	90,53
Kieselsaures Natron	3,09
Natron	4,48
Thon	1,30
Summa	99,40

Fasst man das in Betreff der Musterproben Gefundene hier nochmals zusammen, so ergab sich:

I. Dass bei allen durchgehend ein relativ hoher Kalkgehalt sich zeigte, indem das Verhältniss von Kalk zu Kali resp. Natron zwischen den Grenzen lag, die sich für gleiche Aequivalente beider Basen einerseits und 3 Aeq. Kalk auf 2 Natron resp. Kali andererseits ergeben.

II. Dass, da einmal, wenn bei äusserlich gleichem Verhalten zweier Proben, die eine kalkreicher als die andere sich zeigt, die erstere sowohl der Resistenzfähigkeit als auch der Gesteungskost wegen vorzuziehen ist, die Annahme der Zusammensetzung $5 \left(\frac{Na}{K}\right) O 3 Si O_2 + 7 (Ca O 3 Si O_2)$ für das Normalglas berechtigt erscheint.

III. Dass bei Annahme der durch diese Formel ausgedrückten Zusammensetzung als normaler, die betrachteten Gläser und ihre Analoga als gute erscheinen, indem sie 87,5 bis 94,5 % Normalgehalt enthalten, und mit Ausnahme des von Dumas untersuchten Bechers deutlich erkennen lassen, dass die Abweichungen nur bezweckten das Glas leichter schmelzbar, weicher, zu machen.

Bereits früher wurde erwähnt, dass neben Gläsern von einer der normalen nahekommenen Zusammensetzung, und sogar in überwiegender Anzahl, andere im Handel vorkommen, deren niedriger Kalkgehalt sie characterisirt. Ist nun auch bereits nachgewiesen, dass man solche Gläser nicht als gute bezeichnen könne, so scheint mir doch in Rücksicht auf die grosse Masse derselben, so wie durch den Umstand, dass selbst bedeutende Etablissements auf diesen Abweg gerathen und ihn consequent verfolgen, ein näheres Eingehen auf letzteren, und eine Betrachtung der Veranlassung zu solchem Handeln geboten.

Im Nachstehenden wurden die Ergebnisse von Analysen hierher gehöriger Gläser aus französischen und englischen Hütten, wo dieselben namentlich heimisch zu sein scheinen, zusammengestellt:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kieselsäure.	69,2	68,5	77,3	72,0	77,90	77,36	75,9
Kali . . .	15,8	—	—	—	1,72	3,01	—
Natron . .	3,0	13,7	16,3	17,0	12,35	13,06	17,5
Kalk . . .	7,6	7,8	6,4	6,4	4,85	5,31	3,8
Magnesia .	2,0	—	—	—	—	—	—
Thonerde u.							
Eisenoxyd	3,7	10,0	Spur	4,5	3,59	0,91	2,8

Natron:

Kalk = 1 : 0,716 0,570 0,390 0,377 0,360 0,352 0,217

1. Französische Glasröhre, anal. von Berthier: Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 433. 2. Französ. Fensterglas. Dumas: Ann. chim. phys. 1830, T. 44, p. 144. 3. Franz. Weiss-hohlglas, Pelouze: Compt. rend. 1856. T. 44, p. 117. 4. Franz. Spiegelglas, Berthier: l. c. 5 und 6. Englisches Spiegelglas, Mayer et Brazier, l. c. 7. Franz. Spiegelglas, Dumas: Ann. chim. phys. 1830, T. 44, p. 144.

Wie bereits oben angeführt ist das Verhältniss $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}}$ bei gleichen Aequivalenten beider Oxyde = $\frac{1}{0,903}$. Nr. 1 bis 6 enthalten mithin 1,1 bis 2,6 Aequivalente Natron, Nr. 7

sogar 4,4 Aeq. Natron auf 1 Aeq. Kalk, und bildet letzteres somit in dieser Beziehung den Uebergang zum Wasser-glas.

Fragt man sich nun, wie das Gewerbe auf solchen Abweg gekommen, da doch die Vorältern der französischen Hütten, die venetianischen und böhmischen, ihn nicht betreten, so liegen allerdings verschiedene Möglichkeiten vor; eine solche hier in's Auge zu fassen sei gestattet, da sie meiner Ansicht nach grosse Wahrscheinlichkeit für sich hat und gelegentlich die Erklärung für einige Behauptungen vieler Schmelzer zu bieten im Stande ist.

Der hohe Preis der ursprünglich allgemein gebräuchlichen Pottasche hatte schon frühe die Producenten von Glaswaaren niederer Sorten veranlasst. namentlich im westlichen Europa, an Stelle derselben die natürliche Soda — Barilla und verwandte Sorten — in ihre Gemenge aufzunehmen und die tägliche Erfahrung musste sie lehren, dass, wollten sie ein Glas gewinnen, das sich gut läutern liess, verhältnissmässig hohe Basillamengen zum Satze verwandt werden mussten. Als nun die aus Glaubersalz gewonnene künstliche Soda aufkam, und die natürliche mehr und mehr verdrängte, sahen sich auch die Glashütten veranlasst, dieselbe in ihr Gemenge einzuführen. Wie ihnen aber früher ihre Composition ihrer wahren Zusammensetzung nach unbekannt gewesen und geblieben, gab es nun auch dem neuen Schmelzmittel gegenüber keinen andern Rath, als es in dem für die Barilla gebräuchlichen Satzverhältnisse mit Sand und Kalk zu mengen, und versuchsweise zu schmelzen. Der Erfolg war ein scheinbar guter, Schmelze und Läuterung gingen leicht und gut von Statten, und so liess man sich dann nicht weiter auf »unnütze« Versuche ein, und blieb dem conservativen Naturell des Glasmachers getreu, »beim Alten«.

Prüft man die Annehmbarkeit der Hypothese mit Hülfe der Rechnung an einem Beispiele und wählt hiezu die von

Pelouze untersuchte Probe Nr. 3 der letzten Tabelle so ergab die Analyse derselben:

Kieselsäure	77,3
Natron	16,3
Kalk	6,4
Summa	100,0

Denkt man sich dieses Glas ohne Alkaliverlust aus 90 proc. Soda (50% Natronhaltig), reinem frischgebranntem Kalk und reinem Sand geschmolzen, so hätte die Zusammensetzung des verwandten Gemenges sein müssen:

77,3 Theile Sand, entsprechend . .	77,3 Kieselsäure
32,6 » Soda » . .	16,3 Natron
6,4 » Kalk » . .	6,4 Kalk
116,3 » Gemenge » . .	100,0 Glas

oder, wie üblich auf 100 Theile Sand berechnet:

Sand	100 Theile
Soda	42,2 »
Kalk	8,2 »

Eine Barilla, die unter der Bezeichnung »Soude salée« im Handel vorkam, und von Girardin analysirt worden¹⁾, hatte die Zusammensetzung:

Kohlens. Natron 23,29	entsprechend Natron 13,6}	SS. 38,4 %
Chlornatrium . . 46,90	» » 24,8}	Natron
Schwefelcalcium		
(Ca S)	20,41	» Kalk . 15,8
Kohle u. Sand . .	8,40	» Kiesels. 8,4 (?)
Wasser	1,00	
S.	100,00	

Denkt man sich diese »Soude salée« an Stelle der 90 proc. Soda nach dem obigen Satzverhältnisse verschmolzen, so hätte man, wenn bei genügender Temperatur alles Na-

trium aus dem Kochsalze in das Glas überginge, ein Product zu erwarten, dessen Zusammensetzung:

Kieselsäure	76,7
Natron	12,0
Kalk	11,3
Summa	100,0

sich der der angeführten venetianischen und böhmischen Gläser auffallend nähert und gegen das sich in betreff der Constitution nicht viel anführen liesse.

Lässt sich nun in der angeführten Weise das in Aufnahmekommen kalkarmer Gläser ungewungen erklären, so bietet diese Erklärung gleichzeitig die Gelegenheit, den Ursprung einer fast ebenso verbreiteten als irrthümlichen Behauptung vieler Empiriker auf den Grund zu kommen, nach der, bei Anwendung von Glaubersalz reichlicher Kalkzusatz gestattet, bei Soda dagegen, »nach aller Erfahrung« unstatthaft sei. Diesen Erfahrungen liegen allem Anschein nach thatsächliche Beobachtungen zu Grunde, die, soweit solches ohne Zuhülfenahme der Analyse möglich, ihrer Zeit richtig waren, deren Werth sich aber auf die sehr allgemeine Wahrheit reducirt, dass auch der Kalkzusatz seine Grenzen habe, und die sogar nachthellig gewirkt haben, indem sie falschen Annahmen den Schein erprobter Thatsachen verliehen.

Wenn es nach dem Vorstehenden erklärlich, ja unter den einmal gegebenen Verhältnissen natürlich erscheint, dass das Schmelzen kalkarmen Glases auf vielen Hütten in Aufnahme kam und dann auch fortdauernd betrieben wurde, so ist andererseits die Gleichgültigkeit, mit der selbst bedeutende Etablissements, ja die grössten unserer Zeit, auf diesem Abwege beharrten, ein Beweiss dafür, wie wenig sie bemüht oder befähigt gewesen, die Industrie auf rationellem Wege zu heben und die hierzu gelegentlich durch die Wissenschaft gebotenen Fingerzeige auszunutzen.

Von den Fabriken der Gesellschaft von St. Gobin be-

¹⁾ Girardin: Liebig's Ann. 1846 Bd. 60, p. 236.

richtet Pélouze noch in seiner letzten, aus dem verfloffenen Jahre stammenden Untersuchung »Ueber das Glas«¹⁾ man giesse dort, nebeneinander, Spiegelglas beider folgenden Zusammensetzungen:

I.		II.	
Kieselsäure . . .	77,04	Kieselsäure . . .	73,05
Natron	15,51	Natron	11,79
Kalk	7,41	Kalk	15,16
Summa	99,96	Summa	100,00

Es hat somit den Anschein, als hätte man sich dort noch nicht entschieden, ob man sich der Zusammensetzung $2 (\text{Na O } 3 \text{ Si O}_2) + \text{Ca O } 3 \text{ Si O}_2$ oder derjenigen $5 (\text{Na O } 3 \text{ Si O}_2) + 7 (\text{Ca O } 3 \text{ Si O}_2)$ nähern wolle, resp. müsse; und was die englischen Giessereien betrifft, so haben dieselben wenigstens bis 1857 — aus welchem Jahre mir ächte Proben zur Hand — nicht erkannt, woran es lag, dass Klagen über »Blindwerden,« »Schwitzen« etc. ihrer Producte sich häuften und dass der Import aus dem Auslande ein unverhältnissmässig grosser blieb. Nach einem Berichte von Daglish in St. Hellens soll sich die Sachlage, wenigstens auf den »Birmingham Plate-Glass Works« zu Ravenhead bei St. Hellens, in neuester Zeit zum Vortheil verändert haben; er führt an²⁾: »In Folge der bedeutenden Concurrenz haben die englischen Glasfabriken in neuester Zeit eine ausgedehnte Reihe von Versuchen begonnen, deren Zweck die Herstellung eines Spiegelglases von besserer Qualität und zu geringeren Productionskosten ist, und in mehreren Fällen wurden entschieden günstige Resultate erzielt. — Unter den so veränderten Umständen ist das jetzt zu Ravenhead fabricirte Glas den besten französischen Producten ganz gleich zu stellen.« Erfährt man nun aus dieser Mittheilung auch nicht, ob ein kalkreicheres Glau-

¹⁾ Pélouze: Polytechn. Centralbl. 1867. Pag. 315, nach Compt. rend. T. 64, p. 53.

²⁾ Daglish: Polytechn. Centralblatt 1865, pag. 110.

bersalzmengung jetzt in Ravenhead Anwendung finde, und hierin die wesentlichste Neuerung besteht, so weisen hierauf einerseits die »geringeren Productionskosten«, andererseits dass bei der Reorganisation Ravenhead's »Münsterbusch'sche« Erfahrungen und Kräfte direct zu Diensten gestanden haben und zum Theil noch stehen.

Wägt man die Vor- und Nachtheile die für und gegen das kalkarme, sich der Zusammensetzung $2 (\text{Na O } 3 \text{ Si O}_2) + \text{Ca O } 3 \text{ Si O}_2$ oder $5 (2 \text{ Na O } 7 \text{ Si O}_2) + 2 (2 \text{ Ca O } 7 \text{ Si O}_2)$ nähernde Glas sprechen, gegeneinander ab, so wird es klar, das das kalkreiche für den Consumenten in jeder Beziehung den Vorzug verdient, ebenso deutlich aber treten die Gründe hervor, die die Producenten veranlassen, das kalkarme beizubehalten, so lange nicht entweder die Concurrenz oder der Geschmack des Publicums sie zwingt dasselbe aufzugeben und es gewinnt den Anschein, als sei die bei alten Glasmacherfamilien für unsere Industrie so beliebte Bezeichnung »Cagnots« vielfach nicht ganz unbegründet.

Die wesentlichsten divergirenden Eigenschaften wären

kalkarmes Glas	kalkreiches Glas
etwa $2 (\text{Na O } 3 \text{ Si O}_2) + \text{Ca O } 3 \text{ Si O}_2$.	etwa $5 (\text{Na O } 3 \text{ Si O}_2) + 7 \text{ Ca O } 3 \text{ Si O}_2$.
schmilzt und läutert sich leicht und vollkommen;	erfordert sowohl zum Schmelzen als zu vollkommener Läuterung einen höheren Hitze-grad;
greift die Häfen weniger an als das kalkreiche;	greift die Häfen stärker an, wenigstens indirect, durch die zum Schmelzen erforderliche höhere Temperatur;
ist weich und lässt sich daher leicht schleifen und poliren, die Politur wird aber auch leicht verletzt;	ist hart, schleift und polirt sich daher langsamer, nimmt aber eine vorzügliche und dauerhafte Politur an;
zeigt, rein von sogenannten Entfärbungsmitteln häufig	meist Stich ins Meergrüne oder Bläuliche;

einen Stich in's Gelbe oder Grasgrüne;
wird durch Wasser und chemische Agentien leicht zersetzt, schwitzt, erblindet leicht; ist spröde.

widersteht der Einwirkung von Wasser und chem. Agentien weit besser;
ist resistenter gegen die Einflüsse raschen Temperaturwechsels und elastischer, entglast leichter.

In Betreff des letzten hier angeführten Punktes, der Entglasung, sei erwähnt, dass sich meine Ansicht auf eine Beobachtung an Herdeglass stützt. Gelegentlich riss auf hiesiger Hütte ein mit einem weichen Sodagemenge versuchsweise angesetzter Hafen und entleerte sein Inhalt in eine der Taschen des Siemenschen Regenerativofens, in der sich das Herdglas sammelt. Bei dem bald darauf erfolgenden Abbruch des Oberofens und gänzlichem Ausräumen des allmählich erkalteten Herdglases fand sich nun in der sonst durch und durch entglasten Masse eine etwa $\frac{1}{2}$ Zoll mächtige Schicht durchsichtigen grünlichen Glases an mehreren Stellen unterbrochen, deren Verhalten (spez. Gew.) sie als kalkarm erkennen liess. Eine nähere Untersuchung war mir damals nicht möglich und später keine mit Sicherheit daher stammende Probe zur Hand. Directe vergleichende Untersuchungen habe ich bisher nicht anstellen können, halte die Entglasungsfrage daher hiedurch ebenso wenig für gelöst, als durch die übrigen bisherigen Beobachtungen Anderer, von denen die neuesten hier eine Stelle finden mögen, soweit sie für die Praxis der Glasfabrication und des Gemengeansetzens von Wichtigkeit.

Pelouze fand¹⁾ indem er in einem Siemens'schen Ofen successive:

¹⁾ Pelouze: Polytechn. Centralblatt 1867, pag. 315, nach Compt. rend. 64, p. 53.

	I.	II.	III.
Sand	270 Theile	350 Theile	400 Theile
Glaubersalz	100 »	100 »	100 »
kohlens. Kalk	100 »	100 »	100 »
Kohle	6,5 »	6,5 »	6,5 »

schmolz, und hieraus Gläser erhielt, deren Zusammensetzung:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	73,05 %	77,80 %	82,24 %
Natron	11,79 »	9,70 »	8,73 »
Kalk	15,16 »	12,50 »	11,20 »

annähernd: $\left\{ \begin{array}{l} 5 (\text{Na } 0,3 \text{ Si } 0_2) + \\ 7 (\text{Ca } 0,3 \text{ Si } 0_2) \end{array} \right. + \quad \left\{ \begin{array}{l} 5 (\text{Na } 0,4 \text{ Si } 0_2) + \\ 7 (\text{Ca } 0,4 \text{ Si } 0_2) \end{array} \right.$

erhielt, so dass während Nr. I unentglast blieb, Nr. II an den auf den heissesten Theilen des Kühllofens aufliegenden Stellen, wie seine opalisirende Oberfläche zu erkennen gab, einen Anfang von Entglasung erlitten hatte, Nr. III endlich vollständig undurchsichtig geworden war. Die Versuche über das Kühlen des sehr stark mit Kieselsäure übersättigten Glases, auch eines solchen der Zusammensetzung:

Kieselsäure	82,24
Natron	12,01
Kalk	5,75
	<u>100,00</u>

annähernd: $3 (\text{Na } 0,4 \text{ Si } 0_2) + 2 (\text{Ca } 0,4 \text{ Si } 0_2)$ wurden oft wiederholt und immer erhielt man Proben, die merkwürdig waren durch die Leichtigkeit mit welcher sie sich entglasten, während das gewöhnliche Münsterbusch'sche Glas den Kühlprocess stets unbeschadet seiner Durchsichtigkeit durchmacht. »Hieraus« leitet Pelouze ab, »ergibt sich für den Fabrikanten die Unmöglichkeit, bei dem Natron-Kalkglas die durch eine lange Erfahrung bewährte Menge des Sandes zu vergrössern. Wenn er diese Menge überschritte, und wäre es auch nur um einige Procent, so würde er riskiren, sein Glas während der Verarbeitung krätzig oder doch wenigstens opalisirend werden zu sehen.«

Hiergegen führt Bontemps¹⁾ an: »Die Versuche des Herrn Pelouze beweisen allerdings, dass er, indem er den Kieselsäuregehalt des Glases vergrösserte, dasselbe leichter entglasbar machte; gleichwohl glaube ich nicht, dass die Kieselsäure die Hauptursache davon ist. Die Erscheinungen des Entglasens sind den Fensterglas-, besonders aber den Bouteillenglas-Fabrikanten wohl bekannt, denn das Entglasen bildet eine der Klippen ihrer Fabrication. Was ist nun das Mittel welches der Fabricant hiergegen anwendet? Er nimmt zu der folgenden Schmelze nicht weniger Kieselsäure, sondern verringert den Kalkzusatz. — Bei den von Pelouze angeführten Versuchen, wurde das Glas durch Vergrösserung des Kieselsäurezusatzes leichter entglasbar, aber der Satz welchem Pelouze Kieselsäure hinzufügte, enthielt viel Kalk. Ich glaube, dass mir wenige Glasmacher widersprechen werden, wenn ich sage dass der Kalk das wirksamste Agens der Entglasung ist. — Wenn man nur die Hitze hinreichend verstärkt, kann man selbst bei einem noch grösseren Zusatz von Kieselsäure als Pelouze angewendet hat, ein durchsichtiges, beim Erkalten nicht trübe werdendes Glas erhalten, sofern man dem Satze keinen Kalk hinzufügt.«

Diese letzte Behauptung bestreitet endlich Clemendot²⁾, indem er aus seiner Praxis als alter Glasfabrikant mittheilt, er habe ein blos aus Kieselsäure und Natron bestehendes Glas geschmolzen, das, rasch abgekühlt, durchsichtig und unverändert blieb, bei langsamen Erkalten dagegen eine vollständige Entglasung zeigte und eine weisse undurchsichtige Masse bildete, die an der Luft Feuchtigkeit anzog und wie Glaubersalz oder Soda zerfiel. »Diese

¹⁾ Bontemps: Polytechn. Centralbl. 1867, p. 449 nach Compt. rend. T. 64, p. 228.

²⁾ Clemendot: Polytechn. Centralbl. 1867, p. 611 nach Compt. rend. T. 64, p. 415.

Erfahrung zeigt unzweifelhaft, dass ein Glas sich entglasen kann, selbst wenn es gar keinen Kalk enthält; auch war in diesem vorliegenden Falle der zu grosse Ueberschuss an Kieselsäure die Ursache der Entglasung. Die bei den Glasmachern so verbreitete Ansicht, dass das Glas um so dauerhafter sei, je mehr Kieselsäure es enthalte, ist nach dem Vorstehenden also nicht unbedingt richtig. — Wenn ein Glas zu viel Kalk enthält, so kann dieses allerdings die Entglasung bedingen, aber ebensowohl kann dieselbe durch einen Ueberschuss an Kieselsäure oder Bleioxyd bewirkt werden.«

Hat es nun nach allem bisher Bekannten den Anschein als sei die letztere Ansicht die richtige, und als komme es mehr auf die Verhältnisse der Einzelbestandtheile unter einander als auf die Art der Bestandtheile selbst an, so ist es um so mehr dringendes Bedürfniss, zu erfahren, welches die Maximalwerthe von Kieselsäure und Kalk sind, die ohne Gefahr für das darzustellende Product, in das Gemenge eingeführt werden dürfen, und ist in dieser, wie in vielfacher Beziehung die letzte oben angeführte Pelouze'sche Arbeit eine höchst dankenswerthe Bereicherung unseres Wissens, indem sie für die kalkreichen, guten Gläser nachweist, dass man nicht wohl über die Grenzen des Trisilicats von $5 \text{ Na O} + 7 \text{ Ca O}$ hinüberzugehen vermag, ohne, wenigstens für gegossenes und geblasenes Tafelglas, die Entglasung fürchten zu müssen. •

Bei dieser Gelegenheit sei hier der Versuch einer Widerlegung noch einer zweiten sehr verbreiteten Ansicht angeführt, nach der ein irgend bedeutender Thonerdegehalt des Glases dasselbe zur Entglasung geneigt machen soll, den wir ebenfalls der citirten reichhaltigen Untersuchung Pelouze's zu danken haben.

Alle Glassorten des Handels enthalten Thonerde aus den durch das Gemenge mehr oder weniger angegriffen werdenden Häfen stammend. Bei manchen Gläsern, na-

mentlich niederer Sorten, ist der Thonerdegehalt sogar sehr bedeutend und liefern denselben, ausser der eben angeführten Quelle, nur eine, oder natürliche thonerdereiche Schmelzmaterialien (Feldspath etc.). Beispielshalber seien hier die Analysen einiger Glassorten letzterer Art angeführt.

Ordinäres Flaschenglas.

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure	60,0	60,4	45,6	58,55
Kali	{ 3,1	3,2	{ 6,1	5,48
Natron				
Kalk	22,3	21,5	28,1	29,22
Eisenoxyd	{ 5,2	3,8	6,2	5,74
Manganoxydul				
Thonerde	8,0	10,4	14,0	6,01

I. von Sauvigny bei Moulins (Dep. de l'Allier), sehr geschätzt. II. von St. Etienne (Dep. de la Loire), beide anal. von Berthier 1830. Ann. chim. phys. T. 44, p. 433. III. von Sèvres. IV. von Clichy, leicht entglasbar; beide anal. von Dumas 1830. Ann. chim. phys. T. 44, p. 144.

Fensterglas.

	I.	II.	III.
Kieselsäure	69,0	68,5	68,0
Natron	11,1	13,7	10,1
Kalk	12,5	7,8	14,3
Thonerde	7,4	10,0	7,6

I. Englisches. II. u. III. französisches Glas aus nicht näher bezeichneten Fabriken, annal. v. Dumas 1830. Ann. chim. phys. T. 44, p. 144.

Um sich erklären zu können, weshalb das Flaschenglas, so z. B. das von Clichy, leicht entglasbar, bedarf man nun einmal der Zuhilfenahme der Thonerde nicht, andererseits dürften die Fensterglasproben schon dafür sprechen, dass ein Glas, trotz hohen Thonerdegehaltes, nicht sich zu entglasen brauche. Nun will aber Pelouze den stricten Beweis geführt haben, dass die Thonerde die Ent-

glasung eher zu hindern als zu fördern geeignet sein dürfte.

— Er fügte 100 Theilen der folgenden Mischung:

Sand	250	Theile
Kohlensaures Natron	100	»
» Kalk	50	»

die für sich geschmolzen ein Glas der Zusammensetzung:

Kieselsäure	74,3	
Natron	16,6	5 (Na O 3 Si O ₂) +
Kalk	9,1	ca 3 (Ca O 3 Si O ₂)

S. 100,0 ergeben musste, in auf-

einander folgenden Versuchen hinzu:

I. reine und trockene Thonerde	30	Theile
II. » » » »	40	»
III. » » » »	50	»
IV. » » » »	60	»
V. » » » »	80	»
VI. » » » »	90	»
VII. » » » »	100	»

Die in dieser Weise gewonnenen Schmelzproducte mussten die folgenden Zusammensetzungen geben:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Kieselsäure	57,2	53,0	49,5	46,4	41,3	39,1	37,2
Natron	12,8	11,8	11,1	10,4	9,2	8,7	8,3
Kalk	7,0	6,5	6,1	5,7	5,1	4,8	4,5
Thonerde	23,0	28,7	33,3	37,5	44,4	47,4	50,0

I. schmolz leicht, läuterte sich schwer, zeigte nach 48 Stunden in einer zum Wiedererweichen genügenden Hitze an der Oberfläche Anzeichen der Entglasung.

II. und III. verhielt sich wie I.

IV. war etwas teigiger und etwas leichter zu entglasen.

V. unterscheidet sich beim Schmelzen nicht von thonerdefreiem Glase, mit einer Probe Spiegelglas — welcher Zusammensetzung ist nicht erwähnt — gleichzeitig 240 Stunden bis zum Erweichen erhitzt, war es noch weit da-

von entfernt, entglast zu sein, während letzteres längst vollständig entglast war.

VI. enthielt noch Spuren nicht geschmolzener Thonerde, ebenso VII. Ebensowenig wie bei diesen letzten Proben gelang es Pelouze ein Glas, das er aus 250 Theilen Sand, 100 kohlensaurem Natron und 25 Theilen reiner trockener Thonerde zusammenschmolz und das die Zusammensetzung:

Kieselsäure	75,00
Natron	17,40
Thonerde	7,60
Summa	100,0

zeigte, trotz der stärksten im Gasofen erreichbaren Hitze, in 120 Stunden gleichmässig zu schmelzen und zu läutern.

Pelouze ging bei diesen Untersuchungen von der Erwartung aus, die Thonerde würde sich wie Chromoxyd unter analogen Verhältnissen, aus ihrer Lösung in Glas krystallinisch ausscheiden und hierdurch eine Entglasung bewirken. Geht nun auch aus seinen vorstehenden Versuchen hervor, dass dieses nicht der Fall, so ist dadurch die Frage, ob sie in den erforderlichen Verhältnissen vorhanden, nicht eine Ausscheidung gewisser Verbindungen, in deren Constitution sie eingegangen, oder eingehen könnte, bewirkend, entglasenden Einfluss auf das Glas ausüben konnte, doch durchaus nicht entschieden; ja es spricht für letztere Annahme sogar eine directe Beobachtung. Prechtl fand in einem stark geschmolzenen Glassatze von 1,5 Ctr. Gewicht, dem man eine bedeutende Quantität Feldspath zugesetzt hatte, nach langsamem Erkalten einen Theil dieses Minerals in blättrigen Massen und einigen grossen deutlichen Krystallen wieder ausgeschieden¹⁾. Die Verhältnisse, unter denen solche Ausscheidungen oder partielle

¹⁾ Bischofs Chem. Geolog. II. Auflage, II. Bd., p. 404, nach Wien. Acad. Ber. Bd. II, p. 230.

Krystallisationen erfolgen oder unterbleiben, sind indess noch sehr wenig bekannt, für die Praxis der Glasfabrication aber liefern Gläser wie die oben angeführten Fensterglasproben und der von Dumas untersuchte böhmische Becher mit 9,6% Thonerdegehalt den Beweis, dass die Industrie die geringen Mengen von Thonerde wie sie in besseren Glassorten vorkommen, in Betreff der Entglasung zu fürchten keine Ursache hat.

In Betreff eines anderen sehr gefürchteten Feindes der Hütten, der Magnesia, wird durch Pelouze's Versuche im weiteren Verlaufe der citirten Abhandlung bestätigt, dass bedeutende Quantitäten derselben, wenn sie dem Glase beigefügt werden, dasselbe teigig, mithin schwer läuterbar machen. Auch scheint durch grossen Magnesiagehalt Veranlassung zu leichterem Entglasung gegeben zu werden.

Dem Gewerbe ist dieser Einfluss der Magnesia längst bekannt und gibt es den Thatfachen nur in seiner Weise Ausdruck. So theilte mir ein deutscher Schmelzer mit, er habe einen mageren gebrannten Kalk (Dolomit) zeitweilig verschmelzen müssen, derselbe habe sich aber unbrauchbar erwiesen, da er ein Glas voller kleiner Blasen geliefert. Die einfache Uebersetzung dieser Aussage ist »das Glas wurde zu teigig um sich gut zu läutern« und fällt die Beobachtung mit der anderen, jedem Schmelzer bekannten zusammen, dass, wenn bald nach Beginn der Läuterung, oder zu Ende der Schmelze eine mit dem Probirhaken gezogene Probe grosse langgestreckte Blasen zeige, das Glas gut blank zu werden verspreche.

Fasst man zum Schlusse dieses Theiles der Untersuchung die bisher gewonnenen Resultate in Kürze nochmals zusammen, so ergab sich:

I. Abgesehen vom ordinären Flaschenglase und einzelnen, als schlecht anerkannten Proben, nähert sich das bleifreie Glas in seiner Zusammensetzung theils der Zu-

sammensetzung $5 \left(\frac{\text{Na}}{\text{K}} \right) \text{O} \cdot 3 \text{Si O}_2 + 7 (\text{Ca O} \cdot 3 \text{Si O}_2)$, anderentheils derjenigen $5 (2 \text{Na O} \cdot 7 \text{Si O}_2) + 2 (\text{Ca O} \cdot 7 \text{Si O}_2)$. Von diesen Gattungen wird die erste namentlich in Venedig, Böhmen und Deutschland, die andere hauptsächlich in Frankreich und England fabricirt.

II. Dass kalkreiches Glas geeigneter ist den gerechten Anforderungen des Publicums, welches grösstmögliche Härte, Elasticität und Resistenz gegen chemische Agentien verlangt, nachzukommen.

III. Die Formel $5 \left(\frac{\text{Na}}{\text{K}} \right) \text{O} \cdot 3 \text{Si O}_2 + 7 (\text{Ca O} \cdot 3 \text{Si O}_2)$ giebt die nach den bisherigen Erfahrungen zulässigen Maximalwerthe für Kieselsäure und Kalk in gutem Glase, die nicht wohl um ein Erhebliches überschritten werden können, ohne dass schon im Schmelzofen beim Abkühlen desselben während der Arbeit, oder im Streck- und Kühl-ofen Entglasung eintritt.

IV. Ein Thonerdegehalt so geringer Quantität, wie ihn die besseren Glassorten des Handels zeigen, ist für den Werth des Glases, sowie für seine Herstellung practisch bedeutungslos.

In nachstehender Tabelle I sind nun für verschiedene Gläser des Handels, die von Dumas, Berthier, Pelouze, Peligot u. a. m. gefundenen procentischen Zusammensetzungen, so wie die in oben angeführter Weise mit zu Grundelegung der Normalzusammensetzung $5 \left(\frac{\text{Na}}{\text{K}} \right) \text{O} \cdot 3 \text{Si O}_2 + 7 (\text{Ca O} \cdot 3 \text{Si O}_2)$ berechneten »practischen« Formeln neben einander gestellt und nach abnehmendem Gehalte der Proben an Normalglas geordnet. Die Angaben der letzten Colonne unter der Ueberschrift »Normalglas + Thon« wur-

B

le

Jo

m

J

Jo

n.

t

Jo

m.

ast

m.

m.

Co

m.

An

t's

t t

m.

m.

An

Co

m.

enc

asf

t's

m.

Jc

enc

im.

Jc

Vergleichende Uebersicht der Zusammensetzung diverser Glassorten nach Analysen verschiedener Autoren.

Nr.	Bezeichnung der Sorte und Herkunft der analysirten Gläser.	Analysirer.	Procent-Zusammensetzung.					Quelle, der die Analyse entnommen.	5 (Na O 3 Si O ₂) + 7 (Ca O 3 Si O ₂)	5 (KO 3 Si O ₂) + 7 (Ca O 3 Si O ₂)	Al ₂ O ₃ 2 Si O ₂	Na O 3 Si O ₂	KO 3 Si O ₂	Ca O 3 Si O ₂	Si O ₂	Na O	K O.	Ca O (Mg. O)	Fe ₂ O ₃	Gewichtsverhältnis von Alkali = I zu Kalk im Rest.	% Normalglas + Thon.
			Si O ₂	Na O.	K O.	Ca O (Mg. O)	Al ₂ O ₃ (Fe ₂ O ₃)														
1.	Mittlere Zusammensetzung St. Gobin'schen Spiegelglases	Péligot.	73,00	11,50	—	15,50	—	Ann. d. Conservat. 1862. T. 2, pag. 492.	96,73	—	—	—	—	—	1,02	—	2,25	—	2,206	96,7	
2.	Bestes französisches Weisshohlglas.	Pelouze.	72,10	12,4	—	15,50	—	Compt. rend. 1855. T. 43. p. 117.	95,52	—	—	—	—	—	2,19	—	2,29	—	1,045	95,5	
3.	Gegossenes Spiegelglas von Münsterbusch (Stolberg bei Aachen).	Jaeckel.	72,31	11,42	—	14,96	0,81	Dingler's Journ. 1861. Bd. 160, p. 110.	94,55	—	1,76	—	—	—	1,11	—	2,01	—	1,730	96,3	
4.	Gebblasenes Fensterglas, französisches	Péligot.	71,90	13,10	—	13,60	1,40	Ann. d. Conserv. 1862. T. 2, p. 471.	93,10	—	3,00	—	—	—	3,10	—	0,80	—	0,222	96,1	
5.	» » venetianisches	Berthier.	68,60	8,10	6,90	(2,10)	1,20	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 438.	91,39	—	2,60	—	—	—	3,01	—	(1,50)	0,30	0,845	94,0	
6.	» » von Chance Br. et Comp. bei Birmingham	Cowper.	71,40	15,00	—	12,40	0,60	Musspratt techn. Chem. deutsche Ausg. II. Aufl. Bd. 2, p. 1290.	90,53	—	1,30	3,09	—	—	4,48	—	—	—	—	91,8	
7.	» » französisches	Péligot.	69,60	15,20	—	13,40	1,80	Ann. d. Conserv. 1862. T. 2, p. 471.	89,50	—	3,90	—	—	—	5,50	—	1,10	—	0,199	93,4	
8.	» » »	Dumas.	69,65	15,22	—	13,31	1,82	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 144.	89,48	—	3,94	—	—	—	5,53	—	1,05	—	0,189	93,4	
9.	» » »	Dumas.	69,25	11,30	—	17,25	2,20	Dessgl.	88,36	—	4,77	—	—	—	1,73	—	5,14	—	2,971	93,1	
10.	» » »	Dumas.	68,55	12,88	—	16,17	2,40	Dessgl.	87,12	—	5,20	—	—	—	3,44	—	4,24	—	1,233	92,3	
11.	» » deutsches	Dumas.	62,80	—	22,10	12,50	2,60	Dessgl.	—	84,23	5,64	—	—	—	—	9,00	1,67	—	0,147	89,9	
12.	Weissglas, böhmisches (schwer schmelzbare Glasröhre)	Stein.	73,13	3,07	11,49	(0,26)	0,30	Stein, Glasfabrication p. 22.	—	83,41	0,65	8,00	—	6,72	—	—	—	0,13	—	84,0	
13.	Schleifglas- (böhmischer Krystall-) Becher von Neufeld in Böhmen	Berthier.	71,70	2,50	12,70	10,30	0,70	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 433.	—	79,45	1,52	10,63	—	6,38	—	—	—	—	—	81,0	
14.	Hohlglas, halbweisses von Epinas (Sàone et Loire) Frankreich	Berthier.	69,60	3,00	8,00	13,00	3,60	Dessgl.	—	79,09	7,80	—	10,18	—	—	—	0,93	1,60	—	86,9	
15.	Fensterglas, französisches	Dumas.	68,00	10,10	—	14,30	7,60	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 144.	78,35	—	16,47	—	—	—	1,61	—	3,57	—	2,217	94,8	
16.	Schleifglas, böhmisches (Durchschnitt mehrerer Analysen)	Péligot.	75,00	—	13,00	9,00	3,00	Ann. d. Conserv. 1862. T. 2, p. 492.	—	77,50	6,51	—	6,27	—	9,72	—	—	—	—	84,0	
17.	Hohlglas, halbweisses von Sèvres	Berthier.	62,00	16,40	—	15,60	2,40	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 433.	77,34	—	6,03	—	—	—	8,02	—	8,09	0,70	1,009	83,3	
18.	Spiegelglas, böhmisches	Péligot.	67,70	—	21,00	9,90	1,40	Liebig's Ann. 1846. Bd. 60, p. 200.	—	76,32	3,03	—	17,56	—	—	3,04	—	—	—	79,3	
19.	Flaschenglas, grünes, gutes	Warrington.	59,00	10,00	1,70	19,90	1,20	Erdmann's Journ. 1845. Bd. 36, p. 37.	76,32	—	2,60	—	—	—	2,63	1,70	11,63	7,00	3,290	78,9	
20.	Fensterglas, englisches	Richardson.	66,37	14,23	—	11,86	8,16	Musspratt techn. Chem. Bd. 2, p. 1290.	75,32	—	17,69	—	—	—	6,07	—	1,54	—	0,253	93,0	
21.	Hohlglas, halbweisses, von St. Etienne (Loire) Frankreich	Berthier.	62,50	—	10,50	16,20	4,50	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 433.	—	73,15	11,32	—	3,48	—	—	—	5,75	3,70	—	84,5	
22.	Schleifglas, böhmisches (Becher)	Dumas.	69,40	—	11,80	9,20	9,60	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 144.	—	70,70	20,81	—	2,33	—	6,16	—	—	—	—	91,5	
23.	» von Neufeld in Böhmen	Gras.	71,60	—	11,00	10,00	6,50	Liebig's Ann. 1847. Bd. 62, p. 84.	—	70,56	14,08	—	16,56	0,73	—	—	—	—	—	84,6	
24.	Schleifglas, böhmisches	Péligot.	77,00	—	14,00	8,00	1,00	Ann. d. Conserv. 1862. T. 2, p. 471.	—	68,89	2,17	—	12,70	—	16,24	—	—	—	—	71,0	
25.	Hohlglas, halbweisses (sehr geschätzt) von Sauvigny (Allier)	Berthier.	71,60	—	10,60	10,00	3,00	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 433.	—	68,16	6,50	—	4,88	15,66	—	—	—	1,80	—	74,7	
26.	Schleifglas, böhmisches	Péligot.	76,00	—	15,00	8,00	1,00	Compt. rend. 1846. T. 22, p. 547.	—	61,67	2,17	—	15,73	—	20,43	—	—	—	—	63,8	
27.	Flaschenglas, deutsches, von Blechbach	Schüler.	65,57	4,86	2,72	23,42	3,34	Stein, Glasfabrication, p. 22.	61,48	—	7,24	—	20,15	—	—	—	11,22	2,81	—	68,7	
28.	Flaschenglas, französisches, durch Wein zersetzt	Warrington.	49,00	2,00	7,25	27,55	4,10	Erdmann's Journ. 1845. Bd. 36, p. 37.	—	61,05	8,89	—	—	—	0,43	—	19,53	10,10	45,40	69,9	
29.	Flaschenglas, französisches von Clichy	Dumas.	56,84	0,40	8,69	21,15	3,64	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 144.	—	60,19	7,89	—	8,14	—	0,40	—	20,42	2,50	51,00	68,0	
30.	Fensterglas, leicht erblindend	Vogel und Reischauer.	64,04	4,94	20,64	(6,37)	7,80	Dingler's Journ. 1859. Bd. 152, p. 181.	—	60,17	3,66	—	29,11	—	4,94	1,23	—	—	—	63,8	
31.	» aus den Bädern von Pompeji	Claudet.	69,43	17,31	—	7,24	4,70	Compt. rend. 1861. T. 54, p. 980.	52,85	—	10,18	32,34	—	—	3,31	—	—	—	—	63,0	
32.	Weissglas, französisches (Glocke)	Berthier.	72,00	17,00	—	6,40	4,50	Ann. chim. phys. 1830. T. 44, p. 433.	46,73	—	9,75	42,32	—	—	1,10	—	—	—	—	56,5	
33.	Gegossenes Spiegelglas der London Thames Plate-Glass-Comp.	Mayer	78,68	12,54	—	6,09	2,68	Dingler's Journ. 1849. Bd. 144, p. 276.	44,47	—	7,37	30,13	—	18,20	—	—	—	—	—	51,8	
34.	» » » British Pl.-Gl.-Comp. St. Hellens	et	77,36	13,06	3,01	5,31	0,91		38,75	—	1,97	34,62	8,74	—	15,56	—	—	—	—	—	40,7
35.	» » » London et Manchester Pl.-Gl.-Comp.	Brazier.	77,90	12,35	1,72	4,85	3,59		35,42	—	7,78	33,22	5,00	—	18,99	—	—	—	—	—	43,2

den beigegeben, da sie mir geeignet scheinen — natürlich unter Berücksichtigung der übrigen Zusammensetzung — als Grundlage für eine relative Werthbestimmung verschiedener Glassorten des Handels benutzt werden zu können. Nach dem zu Anfang der vorliegenden Studie über die Berechnung Mitgetheilten und an Beispielen Erläuterten dürfte es keiner weiteren Erklärung der Tabelle bedürfen.

Was die sich aus dieser Zusammensetzung ergebenden Schlüsse betrifft, so sind dieselben, um Wiederholungen zu vermeiden, erst am Schlusse des II. Theils vorliegender Studie, nach der Besprechung meiner eigenen Analysen und Versuche, zusammengestellt.

Bei einem ersten Ueberblicken der nachstehenden Tabelle, so wie der Theil II gegebenen, hat es allerdings den Anschein, als habe Pelouze mit seiner Behauptung die bereits in der Einleitung angeführt, Recht, und als könnten die Gläser des Handels nur »als einfache Gemenge verschiedener bestimmter Verbindungen« betrachtet werden, mir scheint aber wie wiederholt angeführt, aus den bisher gegebenen Ableitungen zu folgen, dass eine einheitliche Auffassung möglich und dass das Auftreten der »Gemenge« nicht naturgemäss, sondern leider nicht zu läugnen, sowie dass es ein Unmöglichmachen des Fortschrittes der Industrie, wollte man das irrationelle Treiben vieler Hütten durch Aussprüche wie den obigen sanctioniren. Ich hoffe dass bereits aus dem Bisherigen mein Streben als solches hervorgegangen, welches nicht unstürzend und theoretisch docirend, sondern eingedenk des »Was du erbt von deinen Vätern hast, Erwirb es, um es zu besitzen«, das Gute und Brauchbare, so weit meine Kräfte reichten von dem Unsicheren oder Verwerflichen zu scheiden bemüht, der Glasindustrie zu nutzen suchte; und solches mag die vielleicht zu breite Behandlung einzelner Parthien entschuldigen.

Theil II.

Hatten wir es im ersten Theile dieser Untersuchungen mit der Zusammensetzung von Gläsern zu thun, deren Production der Zeit nach innerhalb sehr weiter Grenzen lag, so stammen die im Nachfolgenden aufgeführten Proben alle aus den letzten 10 Jahren und könnte man daher vielleicht grössere Gleichmässigkeit in der Composition derselben erwarten. Vergleicht man aber die im Folgenden gewonnenen Resultate, so zeigt sich selbst unter der geringen Anzahl der Proben, die mir zu Gebote standen, mit Ausnahme des Tafelglases, bei dem ein dem normalen sich näherndes Verhältniss der Einzelbestandtheile vorherrscht, fast dieselbe Rathlosigkeit, die einem aus Tab. I in die Augen springt. Man findet wiederum nicht nur die markirten Gegensätze des kalkreichen und kalkarmen Glases, sondern auch die allmählichen Uebergänge aus dem einen in das andere Extrem.

Was zunächst die Echtheit der von mir untersuchten Gläser in Bezug der Angaben über ihre Herkunft betrifft, so verdanke ich die englischen, und das gegossene Spiegelglas der »Société anonyme d'Aix-la-Chapelle« der Güte des Herrn Prof. Dr. C. Schmidt in Dorpat, der sie an Ort und Stelle gesammelt, das Glas der Société d'Herbathe, der Warmbrunn et Quilitz'schen Hütte, das der Nicolski'schen Hütte und das Rütting'sche, der Freundlichkeit des Herrn

Apotheker Th. Köhler in Dorpat. Die Stolberger Proben, die von Charleroi, so wie die der hiesigen und Fennern'schen Hütte, habe ich direct von den betreffenden Fabriken, das finnische und übrige russische Glas in Dorpat gekauft, wobei mir von den Prinzipalen der Läden die angeführten Firmen als zuverlässig aufgegeben und zum Theil an den Originalrechnungen nachgewiesen wurden. Die beiden Proben rheinischen Hohlglases (Tab. II, Nr. 21 u. 26) konnten nicht näher bezeichnet werden. Nr. 21 erhielt ich gelegentlich aus der Apotheke in Stolberg bei Aachen, Nr. 26 enthielt Chemicalien von Marquart in Bonn.

Die bei den nachstehenden Analysen angewandte Methode war die folgende.

Von der möglichst fein gepulverten Probe wurden 1,2 bis 1,5 gm. mit zerfallenem reinen kohleensauren Natron über einer Deville'schen Gebläselampe aufgeschlossen, mit Salzsäure zersetzt, eingedampft, gegliht, mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen, filtrirt, ausgewaschen; der Rückstand gegliht, gewogen und als Kieselsäure in Rechnung gebracht. Das Filtrat wurde nach Abscheidung von Thonerde, Eisenoxyd und Kalk, durch caustisches und oxalsaures Ammoniak auf Magnesia geprüft, jedoch durchgehend keine gefunden.

Andere 1,2 bis 1,5 gm. wurden mit wässriger Flusssäure aufgeschlossen; zur Trockne verdampft, mit concentrirter einer Schwefelsäure zersetzt und nach verjagen der überschüssigen Schwefelsäure schwach gegliht. Das Gemenge der Sulfate wurde in schwach mit Salzsäure angesäuertem Wasser aufgenommen, und aus der Lösung Thonerde, Eisenoxyd und Oxydul so wie Manganoxydul durch Ammoniak abgeschieden, abfiltrirt und bei den kalkreichen Gläsern von neuem in Salzsäure aufgenommen und gefällt, in welchem letzterem Falle dann beide Filtrate für die folgenden Bestimmungen vereinigt wurden. — Der Filtrationsrückstand wurde gegliht, und als »Thonerde + Eisenoxyd«

aufgeführt. Die Trennung der Einzelbestandtheile des Niederschlags wurde, da keiner derselben zu den Normalbestandtheilen guten Glases gerechnet werden kann, unterlassen. — Das Filtrat, resp. die vereinigten Filtrate, wurden mit überschüssigem oxalsaurem Ammon. versetzt, und 12 Stunden in der Wärme digerirt und alsdann der oxalsaure Kalk abfiltrirt, nach dem Trocknen circa 5 Minuten über der Deville'schen Lampe gegliht und als Kalk (Ca O) berechnet. — Der nach Abscheidung des Kalkes bleibende Rest wurde in Platin eingedampft, gegliht, mit Schwefelsäure befeuchtet und hierauf abermals, zuerst für sich, dann nach Zusatz eines Stückchen kohlen-sauren Ammoniacs gegliht, und gewogen, hierauf in möglichst wenig Wasser unter Zusatz einiger Tropfen Salzsäure wieder aufgenommen, und mit Alkohol und Platinchlorid versetzt. War nach etwa 12 Stunden kein Niederschlag von Platinchloridkalium bemerkbar, so wurde das gefundene Sulfat als schwefelsaures Natron auf seinen Natrongehalt reducirt, im entgegengesetzten Falle das Kali als KCl Pt Cl₂ bestimmt, das Natron aus der Differenz berechnet.

Für einige in Tab. II aufgeführte und mit einem Stern bezeichnete Schmelzcontrolanalysen auf hiesiger Hütte geschmolzenen Glases, war der vorstehend angegebene Weg zu zeitraubend. Zu dieser Analyse schliesse ich circa 1,5 gm. feingepulvertes Glas mit kohlen-saurem Natron auf, bestimme Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd, und Kalk aus derselben Lösung, und berechne das Natron gleich dem Procentdefizit.

Das angegebene specifische Gewicht bezieht sich auf Glas und Wasser von derselben Temperatur: 15—20° C.

I. Gegossenes Spiegel- und Fensterglas.

1. Spiegelglas von Münsterbusch (Stolberg bei Aachen), Gesellschaft von St. Gobin.

In offenen Häfen, bei directer Steinkohlenfeuerung geschmolzenes Glaubersalzglas aus dem Jahre 1865. Fast farblos, gut geschmolzen und geläutert. Sp. Gew. = 2,526.

Kieselsäure	73,17		
Natron	12,80	Natron	1
Kalk	13,67	Kalk	1,068
Thonerde + Eisenoxyd	0,30		
Summa	99,94		

2. Dasselbe, ebendaher und aus demselben Jahre.

Aussehen wie bei Nr. 1. Sp. Gew. = 2,542.

Kieselsäure	71,88		
Natron	11,96	Natron	1
Kalk	15,40	Kalk	1,288
Thonerde + Eisenoxyd	0,90		
Summa	100,14		

3. Dasselbe, ebendaher aus dem Jahre 1866.

Aussehen wie oben. Sp. Gew. = 2,545.

Kieselsäure	70,63		
Natron	11,84	Natron	1
Kalk	16,09	Kalk	1,358
Thonerde + Eisenoxyd	0,80		
Summa	99,36		

Ueber die Gemengeverhältnisse, wie sie auf Münsterbusch seit 1859 üblich, hat Jäckel eine Mittheilung gemacht¹⁾, von deren Richtigkeit ich mich an Ort und Stelle zu überzeugen Gelegenheit gehabt, und die mit den neue-

¹⁾ Jäckel: Dingler's Journal 1861, Bd. 161. p. 110.

sten Angaben Pelouze's;¹⁾ über das Glaubersalzgemenge von St. Gobin, bis auf einen geringen Unterschied im Sandgehalte übereinstimmen.

Das Anwendung findende Durchschnittsgemenge wäre demnach:

	nach Jäckel,	nach Pelouze.
Sand	260 Theile	270 Theile
Gerein. calcinirtes Glaubersalz	100 »	100 »
Gemahlener Kalkstein	100 »	100 »
Kohle	6,5 »	6,8 »
Arsenic	1,0 »	? »

unter Annahme reiner Materialien gäbe dieses ein Glas der Zusammensetzung;

Kieselsäure	72,29	73,05
Natron	12,14	11,79
Kalk	15,57	15,16
Summa	100,00	100,00

Die Durchschnittszusammensetzung des Spiegelglases von Münsterbusch ist nach obigen Analysen:

Kieselsäure	71,90		
Natron	12,25	Natron	1
Kalk	15,10	Kalk	1,233
Thonerde + Eisenoxyd	0,75		
Summa	100,00		

was mit der berechneten Zusammensetzung aus dem von Jäckel publicirten Satze sehr gut übereinstimmt.

4. Gegossenes Fensterglas I. Sorte von Münsterbusch.

In offenem Hafen geschmolzenes Glaubersalzglas. 1865. Rohes dünnes Glas mit geriefter unterer Seite, fast farblos, gut geschmolzen und fast vollständig geläutert. Sp. Gew. = 2,537.

¹⁾ Pelouze: Polytechn. Centralbl. 1867, p. 315.

Kieselsäure	72,80		
Natron	12,30	Natron	1
Kalk	14,10	Kalk	= 1,146
Thonerde + Eisenoxyd	0,73		
Summa	99,93		

5. Fensterglas II. Sorte von Münsterbusch.

Glaubersalzglas wie die früheren Nummern geschmolzen 1865. Gut geschmolzenes, nicht vollständig geläutertes Rohglas mit einem Rautendessin auf der unteren Seite, und einem starken Stich in's Grasgrüne. Sp. Gew. = 2,534.

Kieselsäure	71,50		
Natron	13,05	Natron	1
Kalk	13,29	Kalk	= 1,018
Thonerde + Eisenoxyd	2,03		
Summa	99,92		

Von diesen beiden Fensterglasarten ist die erste ihrer Zusammensetzung nach als mit dem Spiegelglase identisch anzusehen, und nur, da das Glas weder geschliffen, noch polirt zu werden bestimmt ist, weniger sorgfältig geläutert, die andere lässt schon durch den für Münsterbusch ungewöhnlich hohen Thonerdegehalt ihren Ursprung erkennen, sie ist, unter Zusatz eines weichen, natronreichen Gemenges, wieder verschmolzenes Herdglas. —

6. Spiegelglas von Münsterbusch (altes).

(Société anonyme d'Aix-la-Chapelle).

In offenen Häfen bei directer Steinkohlenfeuerung geschmolzenes Sodaglas. 1855.

Gut geschmolzen, ziemlich vollständig geläutert. Zeigt auf der Schnittfläche einen intensiven Stich in's Grasgrüne, ähnlich wie Nr. 5. Sp. Gew. = 2,436.

Kieselsäure	78,72		
Natron	12,92	Natron	1
Kalk	6,51	Kalk	= 0,504
Thonerde + Eisenoxyd	1,65		
Summa	99,80		

Pelouze l. c. gibt den in St. Gobin gebräuchlichen Sodasatz wie folgt:

Sand	290	Theile
Soda	100	»
Kohlensaurer Kalk	50	»

ich erhielt von einem alten stolberger Schmelzer den Satz:

Sand	254	Theile
Soda	100	»
Kohlensaurer Kalk	30	»

Das aus diesen Gemengen hergestellte Glas erhält, wenn man die Soda nach Pelouze 85 proc. (= 49% Natron) rechnet, die Zusammensetzung:

	nach Pelouze,	nach meiner Quelle
Kieselsäure	79,0	79,3
Natron	13,3	15,3
Kalk	7,7	5,4
Summa	100,0	100,0

Die Zusammensetzung der vorliegenden Probe kommt mithin der eines aus dem von Pelouze angegebenen Satze resultirenden Glases sehr nahe. Das nach meiner Quelle geschmolzene Glas würde weicher, aber noch weniger resistant ausfallen. Im Weiteren zeigt die gegebene Analyse, dass Münsterbusch 1855 noch nicht mit Nivelstein'schem Sande (Station Herzogenrath bei Aachen) arbeitete, da der Thonerdegehalt hierfür zu bedeutend.

7. Gegossenes Spiegelglas von Amelung & Sohn bei Dorpat (Livland, Russland).

In offenen Häfen im Siemen'schen Regenerativgasofen für Holzbetrieb geschmolzenes Glaubersalzglas. 1867. Gut geschmolzen und geläutert in 24 Stunden blank, Stich in's Grasgrüne. Sp. Gew. = 2,537.

Kieselsäure	71,05	
Natron	12,26	Natron = 1
Kalk	14,36	Kalk = 1,154
Thonerde + Eisenoxyd	2,30	
Summa	99,97	

8. Dasselbe, ebendaher und aus demselben Jahre.

Aeußeres Verhalten wie bei Nr. 7. Sp. Gew. = 2,498.

Kieselsäure	74,05	
Natron	10,95	Natron = 1
Kalk	12,96	Kalk = 1,184
Thonerde + Eisenoxyd	1,87	
Summa	99,83	

9. Dasselbe, ebendaher und aus demselben Jahre.

Verhalten wie bei Nr. 7 und 8. Sp. Gew. = 2,548.

Kieselsäure	71,92	
Natron	13,39	Natron = 1
Kalk	13,55	Kalk = 1,012
Thonerde + Eisenoxyd	1,44	
Summa	100,30	

Nr. 7 ist aus einem mit dem von Jäckel publicirten übereinstimmenden Satze geschmolzen, Nr. 8 um ein Geringes härter, Nr. 9 stammt aus der ersten Zeit des Schmelzofens und war durch Erhöhung des Glaubersalzgehaltes weicher gestimmt.

10. Spiegelglas von Ravenhead (St. Hellens).

In offenem Hafen bei Steinkohlenfeuerung geschmolzenes Sodaglas. 1857. Gut geschmolzen und geläutert. Stich ins Bläuliche, mit Mangan überfärbt. Sp. Gew. = 2,464.

Kieselsäure	75,00	
Natron	18,63	Natron = 1
Kalk	6,57	Kalk = 0,352
Thonerde + Eisenoxyd	0,75	
Summa	100,95	

11. Cajünnenfensterglas von der Birmingham et London Plate-Glass-Comp.

In offenen Hafen geschmolzenes Sodaglas. 1857. Gut geschmolzen u. geläutert, weiss, sehr weich. Sp. Gew. = 2,448.

Kieselsäure	76,27		
Natron	16,38	Natron	$\frac{1}{0,372}$
Kalk	6,09	Kalk	
Thonerde + Eisenoxyd	0,63		
Summa	99,37		

II. Geblasenes Tafelglas.

1. Fensterglas von der Hütte Rhenania zu Stolberg bei Aachen.

Bei directer Steinkohlenfeuerung geschmolzenes Glaubersalzglas. 1866. Gut geschmolzen und geläutert. Stich in's Meergrüne. Sp. Gew. = 2,524.

Kieselsäure	71,56		
Natron	12,97	Natron	$\frac{1}{1,023}$
Kalk	13,27	Kalk	
Thonerde + Eisenoxyd	1,29		
Summa	99,09		

Die auf der Rhenania in Anwendung kommenden Satzverhältnisse sind nach einer mir freundlichst gemachten Mittheilung des Herrn Ingenieur Nehse, der der dortigen Hütte in neuester Zeit vorgestanden,

Sand	900	Theile
Glaubersalz	364	»
Soda	10	»
Kalkstein	309	»
Kohle	18	»

Dieses gäbe, unter Voraussetzung chemisch-reiner Materialien ein Glas der Zusammensetzung:

Kieselsäure	72,7
Natron	13,2
Kalk	14,1
Summa	100,0

die der durch die Analyse gefundenen sehr nahe kommt.

2. Fensterglas von J. J. Gérard in Charleroi (Belgien).

In offenen Hafen, bei directer Steinkohlenfeuerung geschmolzenes Glaubersalzglas aus dem Jahre 1864. Gut geschmolzen und geläutert. Stich in's Gelbgrüne. Sp. Gewicht = 2,538.

Kieselsäure	73,31		
Natron	13,00	Natron	$\frac{1}{1,018}$
Kalk	13,24	Kalk	
Thonerde + Eisenoxyd	0,83		
Summa	100,38		

Der Güte des Herrn Gérard verdanke ich die Mittheilung des auf seiner Hütte verwandten Durchschnittssatzes. Derselbe ist:

Sand	287	Theile
calc. Glaubersalz	100	»
roher Kalkstein	100	»
Kohle	4,2	»

Das bei Anwendung dieses Satzes unter Annahme reiner Materialien in Aussicht stehende Glas müsste die Zusammensetzung:

Kieselsäure	73,7
Natron	11,5
Kalk	14,8

Summa 100,0 haben.

Das zur Analyse benutzte Glas ist mithin eine entweder zufällig, oder absichtlich ausnahmsweise reicher angesetzte Probe.

3. Fensterglas I. Sorte von Chance Br. et Comp. bei Birmingham.

Die Probe war dünn und von beiden Seiten polirt, und soll dieses Glas namentlich zur Aufnahme photographischer Negative Anwendung finden. Es ist gut geschmolzen, sehr sorgfältig geläutert, weiss, und stammt aus dem Jahre 1857. Sp. Gew. = 2,530.

Kieselsäure	70,71		
Natron	13,25	Natron	= $\frac{1}{1,009}$
Kalk	13,38	Kalk	
Thonerde + Eisenoxyd	1,92		
Summa	99,26		

4. Fensterglas II. Sorte, ebendaher und aus demselben Jahre.

Die Probe war regelmässig wellig. Sie war gut geschmolzen und geläutert, zeigte einen Stich in's Grüne und besass das sp. Gew. = 2,526.

Kieselsäure	72,90		
Natron	12,45	Natron	= $\frac{1}{1,065}$
Kalk	13,26	Kalk	
Thonerde + Eisenoxyd	1,93		
Summa	100,54		

Ob diese Sorten aus Glaubersalz oder Soda geschmolzen, ist mir unbekannt, und in Betreff der Eigenschaften des fertigen Productes jedenfalls gleichgültig. Da in England indess im Ganzen wenig Glaubersalz verschmolzen wird, berechnete ich den nachstehenden muthmasslichen Satz für Soda. Es würde dann, aus dem Gemenge

Sand	290 Theile
85 procent. Soda	100 »
kohlens. Kalk	100 »

ein Glas resultiren dessen Zusammensetzung:

Kieselsäure	73,4
Natron	12,4
Kalk	14,2
Summa	100,0

mit der des obigen Glases sehr gut übereinstimmt. Zur Zeit schmilzt Chance Glaubersalzglas und muss dann das für Nr. 3 verwandte Gemenge etwa folgendes sein:

Sand	100 Theile
Glaubersalz	43 »
Kalkstein	34 »
Kohle	2 »

5. Fensterglas von Widder bei Gatschina (bei St. Petersburg).

Im Ganzen gut geschmolzen und geläutert. Stich in's Bläuliche, mit Mangan überfärbt; 1866 geliefert. Sp. Gewicht = 2,505.

Kieselsäure	69,87		
Natron	21,60	Natron	= $\frac{1}{0,370}$
Kalk	8,00	Kalk	
Thonerde + Eisenoxyd	0,49		
Summa	99,96		

6. Fensterglas der Hütte Fennern bei Pernau (Livland).

Rampich, weich, leicht erblindend. Stich in's Braune, stammt aus dem Jahre 1860—62. Sp. Gew. = 2,608.

Kieselsäure	64,41		
Natron	15,76		
Kali	10,50	Natron	= $\frac{1}{0,260}$
Kalk	5,81	Kalk	
Thonerde + Eisenoxyd	3,50		
Summa	99,98		

(Das Verhältniss von Alkali zu Kalk wurde der Uebersichtlichkeit wegen auf reines Natronglas umgerechnet, wie solches auch bei den folgenden »halbirten« und reinen Kaligläsern geschehen).

7. Geblasenes Spiegelglas (altes) von Amelung & Sohn bei Dorpat.

Gut geschmolzen und geläutert. Bei directer Holzfeuerung 1860—62 geschmolzenes Kali-Natron-Glas. Als Spiegelglas seiner Zeit sehr geschätzt, als Fensterglas weniger, weil leicht erblindend. Stich in's Braune. Sp. Gewicht = 2,608.

Kieselsäure	62,29		
Natron	6,78		
Kali	21,12	Natron	= $\frac{1}{0,314}$
Kalk	6,50	Kalk	
Thonerde + Eisenoxyd	3,25		
Summa	99,94		

III. Weisses und halbweisses Hohlglas.

1. Medicinglas von einer rheinischen Hütte.

Gut geschmolzen und geläutert, hart, leichter Stich in's Grüne. Sp. Gew. = 2,491.

Kieselsäure	72,07		
Natron	18,45	Natron	1
Kalk	8,96	Kalk	= 0,485
Thonerde + Eisenoxyd	0,54		
Summa	100,02		

2. Dito ebenfalls von einer rheinischen Hütte.

Aeusseres Verhalten wie bei Nr. 1. Sp. Gew. = 2,471.

Kieselsäure	72,47		
Natron	19,70	Natron	1
Kalk	7,16	Kalk	= 0,363
Thonerde + Eisenoxyd	0,65		
Summa	99,98		

Die beiden vorstehenden Proben sind wahrscheinlich 1865 oder 66 fabricirt, ihre Zusammensetzung deutet auf einen Satz, der je nachdem Glaubersalz oder Soda angewandt wurde, gewesen:

Sand	200 Theile	. . . . .	200 Theil
calcin. Glaubersalz	125	» 85 proc. Soda	100
roher, gemahl. Kalk	40	»	40
Kohle	6	»	—

Diese Sätze gäben wieder unter Annahme reinen Materials, Gläser der Zusammensetzung:

Kieselsäure .	72,5	. . . . .	73,7
Natron . . .	19,4	. . . . .	18,0
Kalk	8,1	. . . . .	8,3
Summa	100,0	. . . . .	100,0

3. Becherglas für chemische Laboratorien, Société anonyme d'Herbathe bei Namur.

Gut geschmolzen und geläutert, 1865 geliefert. Stich in's Meergrüne. Sp. Gew. = 2,442.

Kieselsäure	78,50		
Natron	13,83	Natron	1
Kalk	7,71	Kalk	= 0,557
Thonerde + Eisenoxyd	0,12		
Summa	100,16		

Dieser Zusammensetzung entspräche ein Gemenge:

Sand	200 Theile
85 procent. Soda	66,5
roher Kalkstein	34,5

4. Schwer schmelzbare Glasröhre (Verbrennungsröhre) von Warmbrunn, Quilitz et Comp. zu Jemlitz und Tschornow.

Gut geschmolzen und geläutert, 1866 bezogen, weiss. Sp. Gew. = 2,467.

Kieselsäure	74,06		
Natron	11,46	Natron	1
Kali	3,92	Kalk	= 0,691
Kalk	9,71		
Thonerde + Eisenoxyd	0,98		
Summa	100,13		

5. Becherglas für chem. Laboratorien von Jos. Rütting et Comp. bei St. Petersburg.

Gut geschmolzen und geläutert, 1866 geliefert, weiss, sehr geschätzt. Sp. Gewicht = 2,488.

Kieselsäure	74,66		
Natron	10,36	Natron	1
Kali	4,32	Kalk	= 0,691
Kalk	9,13		
Thonerde + Eisenoxyd	0,78		
Summa	99,25		

Die beiden letzten Proben zeigen so grosse Aehnlichkeit in der Zusammensetzung, dass man sie für Producte derselben Hütte halten könnte. Der angewandte Satz muss in runden Zahlen etwa folgender gewesen sein:

Sand	275	Theile
85 procent. Soda	85	»
85 » Pottasche	25	»
roher Kalkstein	65	»
(oder gebrannter Kalk)	35	»

indess dieses gäbe:

Kieselsäure	75,7
Natron	10,7
Kali	4,0
Kalk	9,6
Summa	100,0

6. Weinglas von Heitmann et Jansen. Hütte Nostjö bei Towastehus (Finnland).

Gut geschmolzen und geläutert, 1866 producirt, weiss.
Sp. Gew. = 2,399.

Kieselsäure	74,37	
Natron	3,42	
Kali	12,71	$\frac{\text{Natron}}{\text{Kali}} = \frac{1}{0,764}$
Kalk	9,02	
Thonerde + Eisenoxyd	0,71	
Summa	100,23	

Den Verhältnissen der Einzelbestandtheile nach steht dieses Glas den eben angeführten sehr nahe. Ein beabsichtigter Natronzusatz dürfte zu dem daselbst geliefert habenden Gemenge nicht gemacht sein, da der Natrongehalt des Glases nicht höher, als er sich beim Verschmelzen guter russischer Pottasche ergeben würde. Die Zusammensetzung einer solchen aus St. Petersburg bezogen, fand ich:

Kali	46,67
Natron	15,10
Kalk	1,56
Kohlensäure	26,95
Schwefelsäure	5,13
Kieselsäure und Sand	1,42
Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd	Spuren
Wasser und Verlust	3,17
Summa	100,00

Das Verhältniss $\frac{\text{Kali}}{\text{Natron}} = \frac{3,09}{1,00}$ in dem obigen Glase = $\frac{3,70}{1,00}$

7. Goldfischbehälter von Gebr. Sinowjeff bei St. Petersburg.

Gut geschmolzen und ziemlich gut geläutert. Stich in's Braungraue. Sp. Gew. = 2,478.

Kieselsäure	75,94
Natron	15,61
Kalk	8,01
Thonerde + Eisenoxyd	0,90
Summa	100,46

Das Fabricationsjahr war nicht zu ermitteln, bezogen wurde der Behälter zwischen 1862 und 1866.

8. Glastrichter von der Nikolskischen Hütte bei Gatschina (Gouvern. St. Petersburg).

Gut geschmolzen und geläutert, geliefert 1866. Intensiver Stich in's Blauviolette, mit Mangan überfärbt. Sp. Gew. = 2,477.

Kieselsäure	74,50	
Natron	12,21	
Kali	3,50	$\frac{\text{Natron}}{\text{Kali}} = \frac{1}{0,593}$
Kalk	8,61	
Thonerde + Eisenoxyd	1,12	
Summa	99,94	

Die Zusammensetzung dieser Probe zeigt grosse Uebereinstimmung mit der des Rütting'schen Glases.

9. Bierglas (Wasserglas) von einer Malzow'schen Hütte (Twersches Gouvernement, Russland).

Gut geschmolzen und ziemlich gut geläutert. 1866 geliefert, mit Mangan überfärbt. Stich ins Blauviolette. Sp. Gew. = 2,425.

Kieselsäure	73,90		
Natron	6,90		
Kali	12,55	Natron =	1
Kalk	5,65	Kalk =	0,372
Thonerde + Eisenoxyd	0,90		
Summa	99,90		

Das Malzow'sche Glas erfreut sich im Ganzen in Russland guten Rufes. Die vorliegende Probe ist indess nicht geeignet denselben als berechtigt erscheinen zu lassen. Ihrem Aeussern nach ist sie höchstens mit gutem, halbweissen Glase auf eine Stufe zu stellen, ihrer Zusammensetzung nach viel zu weich, und durch Verwendung von Pottasche zum Gemenge zu theuer.

In dem Vorstehenden sind wiederholt Satzberechnungen gegeben, bei denen die von namhaften Autoren angenommene Alkaliverflüchtigung während der Schmelze -- von Stein in seiner »Glasfabrication« p. 28 auf 16% taxirt -- unberücksichtigt gelassen ist. Es geschah solches, weil einmal die für dieselbe angegebenen Werthe mir zu sehr hypothetischer Natur zu sein schienen, und meine eigenen Erfahrungen beim Glaubersalzschnmelzen der Annahme widersprachen. —

In einem neuen, zu diesem Zwecke angefertigten Probiertiegel aus Thon von Andennes (Belgien) wurde folgender Satz geschmolzen:

Sand	50 Pfund
Glaubersalz	19,5 »
roher Kalkstein	19,0 »
Holzkohle	1,5 »

Nr.	Bezeichnung der Sorte und Herkunft der analysirten Gläser.	Spez. Gew.	Procentische Zusammensetzung.											Gewichtsverhältniss. von Alkali = 1 zu Kalk im Rest.	% Normalglas + Thon.				
			Si O ₂	Na O	K O	Ca O	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	5 (Na O 3 Si O ₂) + 7 (Ca O 3 Si O ₂)	5 (K O 3 Si O ₂) + 7 (Ca O 3 Si O ₂)	Al ₂ O ₃ 2 Si O ₂	Na O 3 Si O ₂	K O 3 Si O ₂	Ca O 3 Si O ₂			Si O ₂	Na O	K O	Ca O
1.	Gegossenes Spiegelglas von Münsterbusch (St. Gobin)	2,526	73,17	12,80	—	13,67	0,39	96,55	—	0,65	—	—	—	—	2,35	—	0,44	0,195	97,2
2.	Gebblasenes Fensterglas von J. J. Gérard in Charleroi (Belgien)	2,538	73,31	13,00	—	13,24	0,83	95,85	—	1,80	—	—	—	—	2,62	—	0,11	0,043	97,7
3.	Der von Jäckel publicirte Stolberger Satz gäbe bei chem. rein. Mater.	—	72,29	12,14	—	15,57	—	95,79	—	—	—	—	—	—	1,76	—	2,45	1,392	95,8
4.	Fensterglas I. Sorte, gegossenes von Münsterbusch (St. Gobin)	2,537	72,50	12,30	—	14,10	0,73	95,34	—	1,85	—	—	—	—	1,93	—	0,04	0,020	97,2
5.	Durchschnittszusammensetzung des Spiegelglases von Münsterbusch	2,535	72,12	12,23	—	14,82	0,50	94,90	—	1,10	—	—	—	—	1,95	—	1,82	0,933	96,0
6.	Gegossenes Spiegelglas von Amelung et Sohn bei Dorpat	2,498	74,05	10,95	—	12,96	1,87	94,62	—	4,05	0,62	—	—	—	0,54	—	—	—	98,7
7.	Gegossenes Spiegelglas von Münsterbusch (St. Gobin)	2,542	71,88	11,96	—	15,40	0,90	93,85	—	1,95	—	—	—	—	1,79	—	2,55	1,424	95,8
8.	Gebblasenes Fenstergl. II. Sorte, v. Chance, Brothers et Comp. in Birmingham	2,526	72,90	12,45	—	13,26	1,93	93,62	—	4,18	—	—	—	—	2,31	—	0,43	0,186	97,8
9.	Gegossenes Siegelglas von Amelung et Sohn bei Dorpat	2,548	71,92	13,39	—	13,55	1,44	93,07	—	3,12	—	—	—	—	3,31	—	0,80	0,241	96,1
10.	Gebblasenes Fensterglas von der Hütte Rhenania zu Stolberg	2,524	71,56	12,97	—	13,27	1,29	92,83	—	2,79	—	—	—	—	2,92	—	0,55	0,289	95,6
11.	Gegossenes Spiegelglas von Münsterbusch (St. Gobin)	2,545	70,63	11,84	—	16,09	0,80	92,08	—	1,73	—	—	—	—	1,87	—	3,48	1,869	93,8
12.	Gegossenes Fensterglas II. Sorte, von Münsterbusch (St. Gobin)	2,534	71,50	13,05	—	13,29	2,08	91,52	—	4,51	—	—	—	—	3,14	—	0,75	0,239	96,0
13.	Gebblasenes Fensterglas I. Sorte, von Chance Br. bei Birmingham	2,530	70,71	13,25	—	13,38	1,92	90,72	—	4,16	—	—	—	—	3,42	—	0,96	0,280	94,8
14.	Gegossenes Spiegelglas von Amelung et Sohn bei Dorpat	2,537	71,05	12,25	—	14,36	2,33	90,54	—	5,05	—	—	—	—	2,44	—	1,97	0,807	95,5
15.	Dito, ebendaher, zu Beginn der Schmelzperiode*)	2,543	70,63	13,91	—	12,79	2,67	89,46	—	5,78	—	—	—	—	4,22	—	0,54	0,128	95,2
16.	Dasselbe*)	2,589	67,52	13,04	—	17,84	2,02	86,34	—	4,38	—	—	—	—	3,69	—	6,01	1,629	90,7
17.	Dasselbe*)	2,586	66,81	13,89	—	17,39	1,91	85,57	—	4,14	—	—	—	—	4,12	—	5,67	1,376	89,7
18.	Verbrennungsröhre von Warmbrunn, Quilitz et Comp. in Jemlitz	2,467	74,06	11,46	3,92	9,71	0,98	72,32	2,12	24,82	—	—	0,96	—	—	—	—	—	74,4
19.	Weinglas v. d. Hütte Nortjö bei Tawastelus (Finnland)	2,399	74,37	3,42	12,71	9,02	0,71	69,58	1,54	13,35	5,38	—	10,38	—	—	—	—	—	71,1
20.	Becherglas v. Joh. Rüting et Comp. bei St. Petersburg	2,488	71,66	10,36	4,32	9,13	0,78	68,18	1,69	23,18	—	—	0,20	—	—	—	—	—	69,9
21.	Medizinglas, weisses, von einer Rheinischen Hütte	2,491	72,07	18,45	—	8,96	0,54	65,41	—	1,17	28,98	—	—	3,95	—	—	—	—	66,6
22.	Glastrichter von der Nikolskischen Hütte zu Gatschina bei St. Petersburg	2,477	71,50	12,21	3,50	8,61	1,12	64,06	2,52	30,09	—	—	3,27	—	—	—	—	—	66,8
23.	Goldfischbehälter von Gebrüder Sinowjeff bei St. Petersburg	2,478	75,94	15,61	—	8,01	0,90	58,48	—	1,95	36,22	—	—	3,81	—	—	—	—	60,4
24.	Gebblasenes Fensterglas von Widder bei Gatschina	2,505	69,87	21,60	—	8,00	0,49	58,41	—	1,06	33,25	—	—	6,75	—	—	—	—	59,5
25.	Becherglas der Société anonyme d'Herbatte	2,442	78,50	13,83	—	7,71	0,12	56,29	—	0,26	30,17	—	—	13,44	—	—	—	—	56,5
26.	Medizinglas, weisses, einer Rheinischen Hütte	2,471	72,47	19,70	—	7,16	0,65	51,27	—	1,41	44,39	—	—	2,67	—	—	—	—	52,7
27.	Gebblasenes Spiegelglas, altes, von Amelung et Sohn bei Dorpat	2,608	62,29	6,78	21,12	6,50	3,25	50,14	7,04	—	34,59	—	—	6,78	1,39	—	—	—	57,1
28.	Gegossenes Spiegelglas von Ravenhead (St. Hellens)	2,464	75,00	18,63	—	6,57	0,75	47,96	—	1,62	52,16	—	—	0,08	—	—	—	—	49,6
29.	Gegossenes Spiegelglas von Münsterbusch (Aachener Gesellschaft)	2,156	78,72	12,92	—	6,51	1,65	47,53	—	3,57	30,33	—	—	18,87	—	—	—	—	51,1
30.	Gegossenes Schiffsfenster, Birmingham et London Plate-Gl.-Comp.	2,448	76,27	16,38	—	6,09	0,63	44,46	—	1,37	45,12	—	—	7,79	—	—	—	—	45,8
31.	Gebblasenes Fensterglas von der Hütte Tennern bei Pernau (Livland)	2,608	64,41	15,76	10,50	5,81	3,50	44,83	7,58	29,09	10,17	—	—	8,31	—	—	—	—	52,4
32.	Bierglas von einer Malzow'schen Hütte (Russland)	2,425	73,90	6,90	12,55	5,65	0,90	43,68	1,95	48,09	—	—	—	5,28	—	—	—	—	45,6

Das verwandte Glaubersalz enthielt nach vorhergegangener Bestimmung 43,2% Natron; der Kalk Spuren von Thonerde + Eisenoxyd, der Sand dasselbe + 0,25% Kalk. Das nach 24 Stunden Schmelzdauer im Siemens'schen Ofen ausgegossene Glas gab die Zusammensetzung:

Kieselsäure	74,05
Natron	11,12
Kalk	12,96
Thonerde + Eisenoxyd . .	1,87
Summa	<u>100,00</u>

Nimmt man wie oben an, die 1,87% Thonerde + Eisenoxyd seien in Form von Thon ($Al_2 O_2 Si O_2$) in die Masse gekommen, so ergibt sich

50 Pfund Sand lieferten Kieselsäure . . .	50 Pfund
19,5 » Glaubersalz (t 43,2% Natron) lieferten Natron.	8,4 »
19,5 » reiner kohlen. Kalk = Kalk . . .	10,1 »
1,5 » Kohle	—
99,5 Gemenge lieferten Glas.	<u>68,5 Pfund</u>
hierzu 1,87% Thonerde	1,25 »
und $\frac{60 \cdot 1,87}{51,4}$ Kieselsäure	1,50 »

S. S. Glas + Thon 71,25 Pfund

Und es ergaben sich mithin:

	die berechnete und die gefundene Zusammensetzung:
Kieselsäure	72,3 74,05
Natron	11,7 11,12
Kalk	13,2 12,96
Thonerde + Eisenoxyd . .	1,9 1,87
Summa	<u>100,0 100,00</u>

Die Differenz dieser Beiden ist so gering, dass dieselbe für technische Zwecke jedenfalls unberücksichtigt bleiben kann.

Noch mögen hier 2 Versuche Platz finden, die ich, wie bereits oben erwähnt, anstellte, um mich in Betreff des Unterschiedes in der Resistenzfähigkeit des kalkreichen und kalkarmen Glases, von der Richtigkeit der von Pelouze mitgetheilten Beobachtungen zu überzeugen.

Zunächst wurden je 5 gm. möglichst gleichmässig gepulverten Glases der Sorten Nr. 1, Nr. 28 und Nr. 29 der vorstehenden Tabelle II als Repräsentanten des »Normalglases«, seines Gemenges mit Na O 3 Si O_2 und mit $\text{Na O 3 Si O}_2 +$ überschüssiger Si O_2 mit je 30 C-C. auf ihr dreifaches Volumen verdünnter, käuflicher Chlorwasserstoffsäure 48 Stunden auf dem Sandbade dirigirt, das rückständige Pulver wurde alsdann von der Lösung durch Filtration geschieden, mit heissem Wasser ausgewaschen, und nach dem Trocknen bei 100°C gewogen.

Nr. 1. Glas von Münsterbusch (St. Gobin).	Nr. 28. von Ravenhead (St. Hellens).	Nr. 29. von Münsterbusch (Aachener Gesellsch.).
96,55% Normalglas.	47,96% Normalglas.	47,53% Normalglas.
0,65 » Thon.	1,62 » Thon.	3,57 » Thon.
2,35 » übersch. Natron.	51,16 » kiesels. Natron.	30,33 » kiesels. Natron.
0,44 » » Kalk.	0,08 » übersch. »	18,37 » übersch. Kieselsäure.
99,99	100,82	99,80

ergaben in obiger Weise behandelt:

0,076 gm. Verlust =	0,152 gm. =	0,092 gm. =
1,52% »	3,04% Verlust.	1,84% Verlust.

Aus dem vorstehenden Vergleiche ergibt sich mithin, dass, ungeachtet dessen, dass das kalkreiche Glas Nr. 1 nicht so vollständig gesättigt mit Kieselsäure, wie das kalkarme Nr. 28, dennoch zweimal so resistent sich zeigte, und dass selbst bei so bedeutender Uebersättigung wie sie Nr. 29 aufweist, — es kommen in demselben nahezu 4 Aeq. Kieselsäure auf 1 Aeq. basischen Bestandtheil — die Resistenz des Glases Nr. 1 noch nicht erreicht worden ist. Ginge man aber auch über diese Kieselsäuremenge hinaus, so müsste nach den von Pelouze mitgetheilten Beobachtun-

gen eine Entglasung, wenigstens bei Spiegel- und Fensterglas unbedingt eintreten.

Bei wiederholtem Digeriren mit siedendem Wasser fand Pelouze, wie bereits oben erwähnt, dass das Glas eine tiefgreifende, seiner Zusammensetzung nach in ihrer Grösse wechselnde Zersetzung erlitt. Die Natur derselben gehört freilich nicht in die Grenzen der vorliegenden Untersuchung und so begnüge ich mich denn damit, hier nur anzuführen, dass, nach dem eben genannten Autor, dem Glase durch Wasser Schwefelsaures Natron und ein Silikat der Zusammensetzung: 4 Na O 9 Si O_2 (2 Na O 3 Si O_2) entzogen wurde. Die Grenzwerte für den Gehalt an Glaubersalz waren je nach der sonstigen Zusammensetzung des Glases 1 pro mille bis 2 Procent, und es zeigen die mit Kieselsäure übersättigten Gläser naturgemäss den geringern Glaubersalzgehalt. Es gewinnt hienach somit auch den Anschein als sei erst eine dem Trisilicat entsprechende Menge Kieselsäure genügend, um bei der höchsten Temperatur unserer Schmelzöfen, eine vollständige Zersetzung des Glaubersalzes herbeizuführen.

Indem ich den Versuch des Behandeln mit heissem Wasser mit einem mit Kieselsäure übersättigten Glase, Nr. 30 der II. Tabelle, machte, gewann ich folgende Resultate. 16,10 gm. Glas 72 Stunden mit destillirtem Wasser digerirt hatten an dasselbe abgegeben 0,1935 gm. feste Substanz der Zusammensetzung:

Kieselsäure . . .	28,43	Kohlens. Natron . .	57,80
Natron	47,39	schwefels. Natron . .	0,32
Schwefelsäure . . .	0,18	kiesels. Natron . . .	39,47
Kohlensäure + Ver-		(Na O 2 Si O_2)	
lust	24,00	Kieselsäure	2,41
	Summa 100,00		Summa 100,00

Enthält das Vorstehende nun auch diejenigen Angaben, auf die man um sich über die Zusammensetzung der besseren bleifreien Gläser des Handels ein Urtheil zu bilden gegenwärtig angewiesen sein dürfte, und war ich auch bemüht, durch Berechnung der »praktischen Formeln« einen übersichtlichen Ausdruck für die analytischen Data zu gewinnen, so treten die Abweichungen der Praxis von der Normalzusammensetzung wie solche für manche Sorten des Handels fast allgemein gebräuchlich geworden zu sein scheinen, aus den vorstehenden Uebersichtstabellen doch noch nicht klar genug hervor, und hielt ich es für geboten, auf die einzelnen Sorten in dieser Beziehung genauer einzugehen. —

Ordnet man die in Tab. I und II aufgeführten Proben nach Handelssorten, und die in denselben nach Angabe der »practischen Formeln« neben dem Normalglase vorkommenden Bestandtheile nach ihrer Art, so ergibt sich die folgende Uebersicht, in der als Ausdruck für das Vorkommen bestimmter Nebenbestandtheile in einer der aufgeführten Proben, die laufende Nr. derselben aus Tab. I oder II in die betreffende Verticalcolonne eingetragen wurde.

Als den Character des Glases mehr oder weniger bedingende Nebenbestandtheile enthält somit:

	Na O resp. KO neben Ca O nahezu normalem Verhältniss der Flussmittel.	Na O 3 Si O ₂ resp. KO 3 Si O ₂ neben Na O resp. KO.	Ca O 3 Si O ₂ neben Ca O.	Na O 3 Si O ₂ resp. KO 3 Si O ₂ neben Si O ₂	Ca O 3 Si O ₂ neben Si O ₂
Gegossenes Spiegel- und Fenster- sterglas	(Tab. I. Nr. 1, 3, Tab. II. Nr. 1, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17.	Tab. II. Nr. 28.	—	Tab. I. Nr. 33, 34, 35. Tab. II. Nr. 29, 30.	—
Geblasenes Tafelglas	I: 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 20. III: 2, 8, 10, 13.	I: 6, 15, 31; II: 24, 27, 31.	—	—	—
Weiss-hohlglas	I: 2.	I: 32. II: 21, 26.	—	I: 12. II: 15, 19, 20, 23, 25, 32.	—
Schleifglas (böhm. Krystall)	—	—	—	I: 13, 16, 22, 24, 26.	I: 23.
Halbweisses Hohlglas	I: 19.	—	I: 14, 21.	—	I: 25.

Sucht man nun mit Hilfe vorstehender Uebersicht aus den beiden Tabellen für die einzelnen angeführten Sorten festzustellen, ob sich allgemein oder doch im Ganzen anerkannte Zusammensetzungs-Modificationen für jede einzelne aufweisen lassen, so ergibt sich, dass sobald bedeutendere Abweichungen von der Normalzusammensetzung auftreten, man auch gleichzeitig den Eindruck erhält, als sei schrankenloser Willkür Thor und Thür geöffnet.

Beginnen wir unsere Betrachtungen mit dem jüngsten Producte der Glasindustrie, dem **gegossenen Spiegel- und Fensterglase** und schliessen vorläufig die kalkarmen Gläser von derselben aus, so zeigt sich, dass gutes Tafelglas ein durch einen geringen Ueberschuss von Flussmitteln weicher gestimmtes Normalglas ist. Der Ueberschuss an Natron und Kalk beträgt für die untersuchten Proben im Durchschnitt 3,60% des Productes. Das Maximum 4,35% und das Minimum 1,95% fanden sich in 2 Gläsern von Münsterbusch Tab. II, Nr. 11 und Nr. 4. Was das relative Verhältniss von Natron zu Kalk in diesem Ueberschusse betrifft, so ist das Durchschnittsverhältniss $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{0,863}$. Das relative Maximum von Natron zeigt das Fensterglas I. Sorte von Münsterbusch (Tabelle II, Nr. 4) $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{0,010}$, das Minimum, das ebendaher stammende Spiegelglas Tab. I, Nr. 1 $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{2,206}$.

Für gutes geblasenes Fensterglas ergeben sich ähnliche Resultate. In einem der untersuchten Gläser findet sich ein nur aus Natron bestehender Ueberschuss von 3,01%. Lässt man diese Probe als einzige in ihrer Art vorläufig unberücksichtigt, so zeigen die guten anderen Gläser einen im Durchschnitte 4,91% betragenden Ueberschuss an Natron und Kalk. Das Maximum, Tab. I, Nr. 10 = 7,68%, das Minimum Tab. II, Nr. 2 = 2,73%. Das relative Durchschnittsverhältniss von $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{0,624}$; Maximum: $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{0,045}$ in Tab. II, 2; Minimum: $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{2,971}$ in der Probe Tab. I, 9. Hienach wäre mithin das gebla-

sene Fensterglas etwas weicher als das entsprechende Gussglas, ein Umstand der berechtigt erscheint, wenn man bedenkt, dass ersteres bei der bedeutend längere Zeit erfordernden Ausarbeitung so wie bei der Manipulation des Streckens, sowohl im Hufen als im Streckofen der Entglasung und den sie bewirkenden Ursachen weit mehr ausgesetzt ist.

Mit den hier aus der Analyse fertiger Gläser gewonnenen Resultaten stimmen die officiellen Satzangaben, die bei der londoner Ausstellung von 1862 gesammelt worden¹⁾ im Ganzen überein. Die in verschiedenen Ländern für Tafelglas in Anwendung kommenden Durchschnittsgemenge wären nach diesem Berichte in:

	Eng-land.	Preus-sen.	Bel-gien.	Frank-reich.	Böh-men.	Frank-reich.	Stol-berg.
	Geblasenes Tafelglas.					Spiegel-glas.	
Sand	100	100	100	100	100	100	100
roher Kalkstein . . .	38	—	41	—	—	—	38
Kalkspath	—	37	—	—	—	—	—
Kreide	—	—	—	35	30	24	—
Glaubersalz	28	34	34	36	—	38	38
Soda	—	5	—	—	24	(33)	—
Kohle	1,3	2,25	2,5	1,75	—	2,5	2,5
Arsenik	—	—	1,5	—	—	1—2	0,5

Ich habe diese Tabelle hier aufgeführt, obschon ich nicht daran zweifle, dass fast jeder Fachmann über auf der einen Seite detaillirte und doch höchst fragliche Angaben über Satzverhältnisse ganzer Länder die Achsel zucken wird. Worauf sollte z. B. die Angabe gestützt sein,

¹⁾ Wagner's Jahresbericht über die Fortschritte der techn. Chemie, Jahrgang 1863, p. 389 nach: »Amtlicher Bericht über die londoner Ausstellung.« Berlin 1863.

dass die preussischen Tafelglashütten »Kalkspath« verschmelzen, was fast nur in Westphalen üblich, oder zum Glaubersalzgemenge auf 100 Theile Sand 5 Theile Soda zusetzen? Dass eine oder die andere Hütte solches thut ist möglich, dass es aber durchschnittlich geschieht, mehr als zweifelhaft. ---

In Betreff des Weisshohlglases und des Schleifglases ist aus dem bisher bekannten ersichtlich, dass die Möglichkeit der Verwendung von dem Normalglase ähnliche Producte liefernden Sätzen nicht bestritten werden kann. Für die erstere Sorte haben wir den Beweis in dem von Pelouze untersuchten, besten französischen Weisshohlglase Tab. I, 2, welches ausser Normalglas nur 4,48 % Schmelzmittelüberschuss enthielt, deren relatives Verhältniss $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{1}{1,045}$; und wenn es für Schleifglas den Anschein hat, als sei es wenigstens bisher nicht versucht, normalglasähnliche Producte zu Krystall zu verwerthen, so zeigt der von Dumas untersuchte böhmische Becher Tab. I, 22 doch eine Zusammensetzung, die sich von der normalen nur durch einen Ueberschuss von 2,33 % K O 3 Si O_2 und überschüssige Kieselsäure unterscheidet. Kommt hiezu noch, dass ein anderer hiehergehöriger Becher Tab. I, 23 an Stelle des Ueberschusses von Alkalilikat einen solchen von 16,56 % Ca O 3 Si O_2 erkennen lässt, so dürfte sich kein haltbarer Grund für die Herstellung kalkarmen und in Folge dessen spröden Schleifglases anführen lassen.

Mit Ausnahme der oben angeführten französischen Probe, zerfallen die in Tab. I und II aufgeführten Hohlgläser ihrer Zusammensetzung nach in 2 Arten, von denen die erste als ein Gemenge von Normalglas, kieselsaurem Alkali und überschüssigen »freiem« Alkali betrachtet werden kann, und alsdann ein Analogon in manchen Fensterglassorten findet; die andere an Stelle des Alkaliüberschusses »überschüssige« Kieselsäure enthält und mit dem

Schleifglase und kalkarmen Spiegelglase der Zusammensetzung nach übereinstimmen würde.

Trat uns bei den bisher betrachteten Glassorten eine gewisse Gleichmässigkeit in den relativen Verhältnissen ihrer Bestandtheile entgegen, die es ermöglichte, Durchschnittswerthe zu erhalten, so sind wir hier auf einem Gebiete angelangt, wo solches nicht mehr thunlich; jeder Versuch einer einheitlichen Auffassung scheidet, und ist es mir daher auch nur möglich, als Belege für die hier herrschende Confusion eine Uebersicht der basischen, und eine andere der mit Kieselsäure übersättigten Proben zusammenzusetzen.

Neben Normalglas und Thon enthalten überschüssiges Alkali und kieselsaure Alkalien die folgenden Weisshohl- und Tafelgläser:

		Na O.	K O.	Na O 3 Si O ₂	K O 3 Si O ₂
Weisshohlglas	Tab. I. 32	1,10 %	—	42,32 %	—
	» II. 21	3,95 »	—	28,98 »	—
	» II. 26	2,67 »	—	44,39 »	—
Fensterglas.	» I. 6	4,48 »	—	3,09 »	—
	» I. 18	—	3,04	—	17,56 %
	» I. 31	3,31 »	—	17,56 »	—
	» II. 24	6,75 »	—	33,25 »	—
	» II. 27	6,78 »	1,39	—	34,59 »
	» II. 31	8,31 »	—	29,09 »	10,17 »

Unter den hier aufgeführten Gläsern dürfte höchstens noch das Fensterglas Tab. I Nr. 6 als gut gelten, und in demselben der im Ganzen nicht grosse circa 5 % betragende Natronüberschuss, wie wir einem ähnlichen auch schon in dem Fensterglas Tab. I, Nr. 5 begegnet, als gestattete Willkür gelten, da ich durchaus nicht der Ansicht, dass unbedingte Schablonen-Wirtschaft dem Gewerbe heilsam und dass es den einzelnen Hütten untersagt werden könne, lokalen Verhältnissen, so wie den Anforderungen der jehewigen Bearbeitung entsprechend,

der das geschmolzene Glas zu unterliegen hat, ihre Sätze innerhalb gewisser Grenzen, die durch directe Versuche festzustellen sein würden, den Bedürfnissen zu accommodiren. Der mit Recht gefürchtetste Feind kalkreicher Glasarbeitender Hütten, ist die Entglasung, und erlaube ich mir hier ein Beispiel aus der eigenen Erfahrung anzuführen, welches beweist, wie geringe Unterschiede hier, den Satz bedingend, einwirken können.

Die Durchschnittszusammensetzung des hiesigen Spiegelglases, stimmt, wie aus Tab. II ersichtlich, bis auf einen geringen Mehrgehalt an Thon mit der des Glases von Münsterbusch überein und ist mir auf hiesiger Hütte noch kein Glas vorgekommen, das sich während des Kühlprozesses entglast hätte. Nun wird die erforderliche Temperatur des Kühlrofens in der Weise bestimmt, dass, etwa in der Mitte desselben 9—10" lange und 2" breite Glasstreifen, mit ihrer Breitseite quer über auf hoher Kante stehende Ziegel gelegt, aufgestellt werden, und man die Zeit abwartet, wo diese Streifen so weit erweicht sind, dass die ursprünglich freistehenden Enden sich an die Seiten des Ziegels angelegt haben. Ist dieses eingetreten, so erfolgt der Guss, während dessen der Kühlofen offen ist und fortgeheizt wird. Obgleich nun die Temperatur der Ofensohle genügt, um das Glas, namentlich an den in der Nähe der Feuerungen befindlichen Stellen so weit zu erweichen, dass sich die Unebenheiten des Bodens in ihm abdrücken, entglast das frisch gegossene Glas sich nicht, während die Probestreifen, die mit ihm zusammen im Ofen bleiben, durchgängig stark, häufig vollständig entglast nach erfolgter Abkühlung aus dem Kühllofen kommen, obgleich ihre Anwesenheit in demselben nur circa 12 Stunden länger gedauert, in welcher Zeit sie allmählig bis zum Erweichen erhitzt wurden. Zu erklären bin ich dieses Verhalten nicht im Stande, dasselbe anzuführen hielt ich aber für erforderlich, indem das in Cylinderform geblasene Tafel-

glas beim Strecken in Verhältnisse kommt, die denen meiner Glasstreifen ganz ähnlich und daher der grössere Ueberschuss an Schmelzmitteln, namentlich an Natron, möglicherweise als durch die Praxis gefundenes Präservativ gegen Entglasung angesehen werden muss.

Mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit, ja mit Gewissheit kann man a priori annehmen, dass für Hohlglas, bei dem während des Kühlprozesses keine Erweichung eintreten darf, ein solches der Entglasung entgegen arbeiten nicht in dem Maasse erforderlich; und wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit der andern Art der oben erwähnten Hohlglassorten so wie dem böhmischen Schleifglase zu, so sehen wir die eben gemachte Annahme durch die Praxis bestätigt.

Neben Normalglas und Thon enthalten dieselben überschüssige Kieselsäure und kieselsaures Alkali in der Form des Trisilicats. Die in Tab. I und II aufgenommenen Proben geben uns folgende Uebersicht, in der wir wieder grossen Schwankungen in den relativen Verhältnissen der einzelnen Bestandtheile begegnen. Die hierher gehörigen in den Tabellen verzeichneten Proben, sind im Nachfolgenden nach relativ steigendem Kieselsäuregehalte im Rest, der nach Abzug von Normalglas + Thon bleibt, geordnet.

		Si O ₂	Na O 3 Si O ₂	KO 3 Si O ₂	Auf 1 Aeq. Na O kommen Si O ₂
Weiss- hohlglas	Tab. II. 18	0,96 %	24,82 %	—	3,0
	» II. 32	5,28 »	48,99 »	—	3,4
	» II. 23	3,81 »	36,22 »	—	3,1
	» II. 20	6,20 »	23,18 »	—	4,8
	» II. 25	13,44 »	30,17 »	—	4,9
	» II. 19	10,38 »	13,35 »	5,38 %	5,3
	» I. 12	6,72 »	8,00 »	—	6,1

	Tab.	I.	Nr.	Si O ₂	Na O 3 Si O ₂	K O 3 Si O ₂	Auf 1 Aeq.
							Na O kommen
Schleif- glas	I.	13		6,38 ⁰ / ₀	---	10,63 ⁰ / ₀	5,7
	»	I.	24	16,24	»	12,70	» 5,8
	»	I.	26	20,43	»	15,73	» 5,9
	»	I.	16	9,72	»	6,27	» 9,7
	»	I.	22	6,16	»	2,23	» 15,0

Von angezogenen Gläsern böhmischer Herkunft nähern sich die beiden letzten Tab. I, 16 und 22 was das Verhältniss von Säure und Basis in denselben betrifft der Zusammensetzung eines vierfach kieselsauren Kali-Kalksalzes. In Anbetracht des Verhältnisses von Kali zu Kalk ist die Abweichung von $\frac{5 \text{ KO}}{7 \text{ Ca O}}$ nicht sehr bedeutend. Ich lasse die procentischen Zusammensetzungen wie sie gefunden wurden, wie sie sich nach Abzug des Thons berechnen, und wie sie von der Formel $5 (\text{KO } 4 \text{ Si O}_2) + 7 (\text{Ca O } 4 \text{ Si O}_2)$ gefordert werden, zum Vergleich hier folgen.

	Gefunden.		Berechnet.		5 (KO 4 Si O ₂) + 7 (Ca O 4 Si O ₂)
	Nr. 16.	Nr. 22.	Nr. 16. 6,51% Thon.	Nr. 22. 20,81% Thon.	
Kieselsäure	75,00	69,40	76,47	73,49	76,92
Kali . . .	13,00	11,80	13,90	14,90	12,61
Kalk . . .	9,00	9,20	9,63	11,61	10,47
Thonerde .	3,00	9,60	---	---	---
Summa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Dass diese Gläser sich nicht entglast hatten, beweist, dass Kalihohlglas jedenfalls in Betreff der Kieselsäureverwendung einen innerhalb viel weiterer Grenzen liegenden Spielraum gestattet, als Natrontafelglas und wahrscheinlich als Natronglas überhaupt, oder sollte hier der in Nr. 16 doch verhältnissmässig nur geringe Thonerdegehalt günstig gewirkt haben? Mir scheint eine solche Annahme zu gewagt.

Ein Blick auf die hierher gehörigen, wie oben nachgewiesen, nicht nachahmungswürdigen kalkarmen Spiegel-

gläser genügt, um uns zu belehren, dass grössere Einigkeit über die denselben zu gebende Zusammensetzung auf den sie liefernden Hütten geherrscht, als wir sie bei den bisher betrachteten kalkarmen Gläsern gefunden und dass sich für dieselben eine annähernde Zusammensetzungsformel geben lässt.

Zusammen- setzung des Glases:	Tab.	I.	Nr.	Kieselsäure.	Natron.	Kalk.	Thonerde + Eisenoxyd.
				%	%	%	%
»	I.	33		78,68	12,54	6,09	2,68
»	I.	34		77,36	15,00	5,31	0,91
»	I.	35		77,90	12,45	4,85	3,59
»	II.	28		75,00	18,63	6,57	0,75
»	II.	29		78,72	12,92	6,51	1,65
»	II.	30		76,27	16,38	6,09	0,63

Hieraus ergäbe sich die Durchschnittszusammensetzung:

Kieselsäure	77,0
Natron	14,7
Kalk	5,9
Thonerde + Eisenoxyd	2,4
Summa	100,0

oder nach Abzug des Thon's

Kieselsäure	78,3
Natron	15,5
Kalk	6,2
Summa	100,0

wo sich dann als Annäherung die Formel:

$5 (2 \text{ Na O } 7 \text{ Si O}_2) + 2 (\text{Ca O } 7 \text{ Si O}_2)$ mit:

Kieselsäure	77,7
Natron	16,4
Kalk	5,9

Summa 100,0 bietet.

Endlich noch ein Blick auf das halbweisse Glas, wie solches namentlich zu niederen Tafel- und Hohlglasarten vielfache Verwendung findet. Als selbstständige Art ist dasselbe, trotzdem das solches allgemein üblich, nicht anzusehen, wollte man nicht, worauf die wenigen

Analysen hindeuten, dasselbe als aus nur reinen Materialien geschmolzenes, in der Mehrzahl der Fälle aber rationeller als das Weissglas zusammengesetztes und daher elastischeres und resistenteres Glas von meist heller oder intensiver meergrüner Farbe, charakterisiren, womit indess auch wenig gewonnen wäre. Es ist dieses Glas eben eine Uebergangsart vom Weissglase zum ordinären Hohlglas, in der Abweichungen von »Normalen« selbst wenn ein solches längst feststünde, gestattet erscheinen können und wäre meiner Ansicht nach nur ein Alkaligehalt der über den durch die Formel $5 (\text{NaO } 3 \text{ Si O}_2) + 7 (\text{Ca O } 3 \text{ Si O}_2)$ gebotenen hinausginge, falsch. Wie weit der Kalkgehalt erhöht werden darf, und ob und in wie weit andererseits der Kieselsäuregehalt im Interesse leichterer Schmelzbarkeit herabgedrückt, lässt sich aus dem bisher Bekannten nicht bestimmen und dürfte sich auch nach der Verwendung richten müssen.

Ein sehr geschätztes solches Glas Tab. I, Nr. 25, zeigte die Zusammensetzung:

Kieselsäure	71,60	Normalglas	68,16
Kali	10,60	Thon	6,50
Kalk	10,00	kieselsaurer Kalk	4,88
Thonerde	3,00	Kieselsäure	15,66
Eisenoxyd	1,80	Eisenoxyd	1,80
Summa	97,00	Summa	97,00

Ein ähnliches Natronglas, Tab. I, Nr. 18 zeigte die Zusammensetzung:

Kieselsäure	62,00	Normalglas	77,54
Natron	16,40	Thon	6,03
Kalk	15,60	Natron	7,04
Magnesia	2,20	Kalk	8,19
Thonerde	2,40	Eisenoxyd	0,70
Eisenoxyd	0,70		
Summa	99,30	Summa	99,30

Diese weisen auf Sätze, die etwa wären:

Sand	100	Theile	100	Theile
90 proc. Pottasche	30	»	--	»
Glaubersalz	--	»	60	»
roher Kalkstein	25	»	50	»
Kohle	--	»	3	»

Das ordinäre Grünglas musste aus dieser Studie ausgeschlossen bleiben und sei hier in Betreff desselben nur darauf hingewiesen, dass bei ihm grösstmögliche Alkaliösonomie erst recht erforderlich wird, dass aber auch gerade hier in dieser Beziehung die grössten Fehlgriffe vorkommen. Als abschreckendes Beispiel nach der anderen Seite hin diene das Glas Tab. I, 28.

Ist nun im Vorliegenden der Versuch gemacht worden eine Lösung der Constitutionsfrage zu finden, um, wenn solches geschehen, der Industrie ein rationelles Arbeiten zu ermöglichen, so bin ich doch weit davon entfernt, die Akten über den vorliegenden Gegenstand für geschlossen zu halten. Namentlich auf dem weiten Gebiete der Hohlglasfabrikation bedürfen die im Vorstehenden entwickelten Ansichten einer umfassenderen practischen Confirmation; und so ergehe dann hiemit noch die dringende Bitte an Fabrikanten bleifreien Hohlglases, namentlich höherer Gattung, auch ihrerseits die Industrie fördern zu helfen, indem sie Mittheilungen darüber an die Oeffentlichkeit gelangen lassen, ob auf einer oder der anderen Hütte Gemenge mit gleichen, oder nahezu gleichen Quantitäten Soda oder Glaubersalz und Kalk, sowie analoge Pottaschen

oder halbirte Gemenge mit gutem Erfolge geschmolzen werden. Als Organ für den Austausch einschlagender Erfahrungen und Beobachtungen erlaube ich mir, das unter Redaction von Dr. Schnedermann und Böttcher bei G. Wiegand in Leipzig erscheinende »Polytechnische Centralblatt,« das sich wiederholt um Veröffentlichung und Verbreitung die Glasindustrie betreffender Kundgebungen verdient gemacht, vorzuschlagen.

T h e s e n .

1. *Die unitäre-typische Auffassung chemischer Verbindungen ist zwar in manchen Fällen bequem, aber einseitig.*
 2. *Gesättigte Lösungen sind chemische Verbindungen.*
 3. *Der Nachweis der Alkaliverflüchtigung während des Glasmelzens auf Hütten, durch vergleichende Analysen der Rohmaterialien und des fertigen Productes ist unmöglich.*
 4. *Die Entglasung ist eine Krystallisation des Glases, resp. einzelner in der Grundmasse gelöster Verbindungen, ohne Veränderung der Gesamtzusammensetzung.*
 5. *Die Benutzung des sogenannten russischen — schwedischen — Stubenofens ist Brennmaterial-Verschwendung.*
 6. *Mit technischer Chemie ist der Industrie nicht gedient.*
-

Durch Entfernung des Autors vom Druckort haben sich folgende sinnentstellende Druckfehler eingeschlichen, um deren Correctur gebeten wird.

- Pag. 5 Zeile 11 v. u. lies „Leng“ für „Lemg“.
„ 6 „ 14 v. o. „ 1868 für 1863.
„ 8 „ 8 v. o. „ „neueren“ für „unseren“.
„ 10 „ 10 v. u. „ „auf 4 Atom Alkali“.
„ 11 „ 10 v. o. „ „leicht erblindete“ für „nicht erbl.“
„ 12 „ 15 v. u. „ „leicht gedient“ für „nicht gedient“.
„ 19 „ 5 v. o. „ $\frac{\text{Natron}}{\text{Kalk}} = \frac{50}{71} = \frac{1}{1,420}$ “.
„ 19 „ 6 v. u. „ „hohen“ für „rohen“.
„ 22 „ 15 v. u. „ „Rowney“ für „Kowney“.
„ 29 „ 17 v. u. „ „neuere Industrielle“ für „unsere Industrielle“.
„ 34 „ 3 v. o. „ „unreine“ für „nur reine“.
„ 36 „ 9 v. u. „ „klar“ für „stark“.
„ 49 „ 9 v. u. „ „weicher“ für „reicher“.
„ 66 „ 4 v. o. „ „kalkreiches Glas arbeitender“ f. „kalkreicher Glasarbeitender“.
„ 70 „ 1 v. o. „ „unreinen“ für „nur reinen“.