

Giftkies nennt man auf einigen Arsenikwerken den zur Darstellung der arsenigen Säure — des weissen Arsens — angewandten arsenikalischen Kies. Zuweilen unterscheidet man harten und weichen Giftkies, indem man unter ersterem den gewöhnlichen Arsenikkies, unter letzterem das Arsenikeisen (s. d.) versteht. Th. S.

Giftmehl s. arsenige Säure. Bd. I. S. 504.

Gigantolith. So wurde — wegen der Größe seiner Krystalle — ein im Gneuse von Tammela in Finnland vorkommendes glimmerartiges Mineral von Nordenskjöld benannt. Aus einer von Trolle-Wachtmeister mit demselben angestellten Analyse hat man die chemische Formel $RO \cdot SiO_3 + Al_2O_3 \cdot SiO_3 + HO$ abgeleitet, welche jedoch mit der gefundenen Zusammensetzung durchaus nicht übereinstimmt. Betrachtet man das Wasser als basisches, so ergibt sich die Formel $3(RO) \cdot 2SiO_3 + 4(R_2O_3 \cdot SiO_3)$, welches die des Skapolith von Petteby ist. $3(RO) = 3,80$ Talkerde, $0,89$ Manganoxydul, $2,70$ Kali, $1,20$ Natron, $6,00$ Wasser; $4R_2O_3 = 25,10$ Thonerde, $15,60$ Eisenoxyd. In Bezug auf letztere Formel sehe man Isomorphie, polymere. Th. S.

Gilbertit. Ein nach Gilbert benanntes Mineral von der Zinngrube Stonaywyn bei St. Austle in Cornwall. Wahrscheinlich ist es neuerer Entstehung (ein Zersetzungs-Produkt). Rammelsberg hat aus Lehunt's Analyse desselben die Formel $2(R_2O_3 \cdot SiO_3) + HO$ abgeleitet, in welcher $R_2O_3 = 40,11$ Thonerde und $2,43$ Eisenoxyd ist. Bei dieser Formel wird aber ein Gehalt von $4,17$ Kalkerde und $1,90$ Talkerde gänzlich unberücksichtigt gelassen. Giebt man auch diesen Bestandtheilen den ihnen zukommenden Antheil an der Verbindung und betrachtet das Wasser als basisches, so resultirt die Formel $3(RO) \cdot SiO_3 + 6(R_2O_3 \cdot SiO_3)$. — Der Gilbertit ist gelblichweiss, durchscheinend, perlmutterglänzend, hat eine Härte zwischen Gyps und Kalkspath und ein spec. Gew. = $2,65$. Th. S.

Gilla Theophrasti, i. e. Zinkvitriol.

Gingkosäure. Eine organische Säure, welche in den Früchten von *Gingko biloba* enthalten seyn soll, über welche aber nichts Näheres bekannt zu seyn scheint.

Gismondin s. Harmotom.

Glätte s. Bleioxyd. Bd. I. S. 824.

Glairine, syn. mit Baregin, s. d. Bd. I. S. 665.

Glanz s. Licht.

Glanze, Glanzerze. Eine ältere bergmännische Benennung für alle diejenigen natürlich vorkommenden metallischen Verbindungen, welche durch Glanz und Farbe das in ihnen vorhandene Metall verrathen, und dem Laien dadurch leicht als gediegene Metalle erscheinen können, wie z. B. Bleiglanz, Wismuthglanz, Antimonglanz, Eisenglanz etc. In der Mineralogie bezeichnet man jetzt damit eine Gruppe von Schwefel-, Selen- und Tellur-Metallen, welche durch geringe Härte (zwischen

Talk und Flussspath), Undurchsichtigkeit und eine weiße oder doch lichte metallische Farbe charakterisirt sind. Eine vollkommen scharfe Grenze zwischen Glanzen und Kiesen (s. d.) ist nicht gut zu ziehen. Im Allgemeinen sind die Glanze an ihrem elektro-negativen Bestandtheil ärmer als die Kiese, stehen also hierdurch — so wie durch andere Eigenschaften — den gediegenen Metallen näher als letztere.

Th. S.

Glanzblende, hexaedrische Glanzblende sind ältere Namen für Manganz (s. d.).

Th. S.

Glanzeisenstein, ein nierenförmiger Eisenglanz von schuppig strahliger bis faseriger Zusammensetzung. Findet sich mit anderen Eisenerzen bei Siegen, Tilkerode am Harz u. s. w.

Th. S.

Glanzkobalt (Kobaltglanz — Cobalt gris — Bright white Cobalt). Nach Stromeyer's Analyse besteht der Glanzkobalt von Skutterud in Norwegen aus 20,08 Schwefel, 43,46 Arsenik, 33,10 Kobalt, 3,23 Eisen, welche Zusammensetzung zur Formel $\text{CoS}_2 + \text{CoAs}$ führt. Ein geringer Theil des Kobalts ist darin durch Eisen ersetzt. Nach Berthier¹⁾ verwandelt er sich beim Erhitzen unter Luftabschluss ziemlich leicht in $\text{CoS} + \text{CoAs}$, indem er 32 Proc. Schwefelarsenik (AsS , Realgar) einbüßt. Bei stärkerem Erhitzen wird aus diesem Rückstande hauptsächlich Schwefel verflüchtigt, und es bleibt endlich Co_2As übrig, welches noch etwa 5—6 Proc. Schwefel enthält. Wäre der Glanzkobalt nicht eisenhaltig, so würde wahrscheinlich schwefelfreies Co_2As zurückbleiben. In erhitzter Salpetersäure löst sich derselbe unter Abscheidung von arseniger Säure auf. Sein abgeröstetes Pulver giebt vor dem Löthrohre (mit Borax und Phosphorsalz) nur die blaue Farbe des Kobalts, indem die Menge des Eisens zu gering ist, um — selbst in der heißen Perle — eine grünliche Nuance hervorzubringen. — Der Glanzkobalt hat eine röthlich silberweiße Farbe (ähnlich metallischem Wismuth), dabei aber einen graulich schwarzen Strich. Härte zwischen Apatit und Feldspath. Specif. Gew. = 6,1 — 6,3. Seine Krystallform ist tesseräl. Am häufigsten findet er sich in Oktaedern oder Würfeln mit untergeordneten Pentagondodekaeder-Flächen. Hinsichtlich gewisser Beziehungen zwischen der Krystallform des Glanzkobaltes und seiner Zusammensetzung sehe man Kobalt-Arsenikkies. — Ist bisher niemals auf Gängen, sondern nur als accessorischer Gemengtheil des Gneuses und Glimmerschiefers (oder doch denselben untergeordneter Gesteine) angetroffen worden; so z. B. zu Skutterud und Snarum (in den Kirchspielen Modum und Snarum) in Norwegen, Tunaberg, Riddarhyttan und Vena in Schweden u. s. w. Er findet sich hier in einzelnen Krystallen und größeren krystallinischen Partien eingesprengt. Die mit Glanzkobalt impregnierten Gneus- und Glimmerschiefer-Massen bilden lagerförmige Zonen (Fallbänder).

Th. S.

Glanzkohle s. Anthracit. Bd. I. S. 414.

Glanzmangan, Glanzmanganerz, s. Manganit.

Glanzrufs s. Kohle und Rufs.

¹⁾ Ann. de Chim. et de Phys. T. LXII.; Erdmann's u. Marchand's Journ. für pr. Chem. Bd. X. S. 15.

Glas. Geschichte. Die Erfindung des Glases verliert sich in die urälteste Geschichte, höchst wahrscheinlich in die der Aegypter. Sie wird zwar nach den bekannten Anekdoten des Plinius gewöhnlich den Phöniziern zugeschrieben; Kaufleute dieser Nation — so erzählt Plinius — landeten an dem sandigen Ufer des Flusses Belus, und stellten ihre Kochgeschirre, während sie sich lagerten, auf Sodastücke, womit ihre Schiffe befrachtet waren. Sie bemerkten zu ihrem Erstaunen, dass diese durch die Hitze des Feuers mit dem Sande des Bodens zu Glas — zusammenflossen. Diese Erzählung hat indessen keine historische Glaubwürdigkeit und gehört in's Bereich der Fabel, da es ihr nicht nur an innerer Wahrscheinlichkeit gebricht, sondern auch nach alten historischen Nachrichten bereits Gefäße von reinem und gefärbtem Glase in ägyptischen Bauwerken gefunden wurden, welche viel älter sind, als die Periode, in welcher die Kunst, Glas zu machen, in Phönicien heimisch wurde. Wahrscheinlich sind sie mittelst ihres Seehandels bei der ägyptischen Glasfabrikation betheilt gewesen, und haben den Vertrieb dieser Waaren besorgt, welche damals in höchster Vollkommenheit in Theben gemacht wurden. — Strabo und noch ausführlicher Plinius erwähnen mit Bestimmtheit der Glashütten in Sidon und Alexandrien. Seine Nachrichten sind besonders darum interessant, weil sie auf's Klarste nachweisen, dass man das Glas damals nicht nur in seiner eigenthümlichen Weise zu bearbeiten, d. i. zu blasen, sondern auch zu schneiden, zu färben und zu vergolden verstand. Schon zur Zeit des Plinius fing man an, die Glasfabrikation nach Spanien und Gallien zu verpflanzen.

Obgleich das Glas mit seiner Technik im Alterthume völlig gekannt war, so ist doch die Bedeutung, die es damals hatte, sehr wesentlich verschieden von derjenigen, die es in unseren modernen Zeiten im Leben erlangt hat. Das Glas gehörte im Alterthume, wo man nicht verstand, es fabrikmäßig und wohlfeil zu erzeugen, entschieden mehr unter die kostbaren Seltenheiten, als unter die Materialien, welche zu Gegenständen des gewöhnlichen Gebrauches dienen. Es war im Alterthume ein Gegenstand des Luxus; heut zu Tage gehört es allen Schichten der Gesellschaft und ist im Dienste der Wissenschaft von der allergrößten Bedeutung geworden. Es ist keine Uebertreibung, wenn man behauptet, dass die meisten Beobachtungswissenschaften, so die Astronomie und Mikroskopie, die Feldmesskunst, die Physik und die Chemie ohne die höhere Ausbildung der Glasfabrikation unmöglich geblieben wären. Diese höhere Ausbildung und besonders seine allseitigere Verbreitung durch wohlfeile Darstellung datirt erst von der Zeit, als die Glasfabrikation von ihrer ursprünglichen Heimath in das Abendland, insbesondere nach Venedig verpflanzt wurde (im 16. Jahrhundert), wo die noch bestehenden Hütten auf der Insel Murano lange Jahre als die einzigen dastanden und sich auf dem Höhenpunkte der Vollkommenheit erhielten. Die Venetianer kannten eine Menge von Glasarbeiten und waren Meister in der technischer Behandlungsweise dieses Stoffes, besonders in dem Fache der farbigen Gläser, von denen viele ununterbrochen in Ausübung blieben, andere verloren gingen und zum Theil (wie das Aventuringlas und die reticulirten Gläser) in der neuesten Zeit erst mit großer Mühe wieder aufgefunden worden sind. Die Glasfabrikation verbreitete sich langsam zuerst nach Böhmen, dessen Glashütten für die Neuzeit dasjenige sind, was die venetianischen für das Mittelalter waren; dann nach Frankreich, von da nach England, wo

1557 (zu London), und noch später nach Schweden, wo 1641 die erste Glashütte angelegt wurde. — Die Glasfabrikation ist bereits Gegenstand der älteren technischen Literatur. Schon im Anfange des 17. Jahrhunderts legte der Priester Antonio Neri aus Florenz seine in Italien und den Niederlanden gesammelten Erfahrungen in seiner Schrift *de arte vitriaria* nieder. Dieses Werk ist im Jahre 1679 von Johann Kunkel seiner *ars vitriaria* zum Grunde gelegt und 1681 von dem englischen Arzte Christoph Merret neu herausgegeben und mit eigenen Beobachtungen vermehrt worden. Alle diese Werke enthalten zahlreiche Vorschriften und Beschreibungen, aber noch keine theoretischen Aufschlüsse über die Natur des Glases. Diese verdankt man erst der neueren Chemie, und insbesondere den Forschungen von Berzelius über die Natur der Kieselerde.

Begriff und allgemeine Eigenschaften des Glases. Was man Glas nennt, ist ein Product, welches in der Glühhitze durch Zusammenschmelzen von Kieselerde (in einigen wenigen Fällen auch der Borsäure) mit verschiedenen, salzfähigen Basen, nämlich Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Baryt, Thonerde, so wie den Oxyden des Bleies, Zinns, Eisens und Mangans erzeugt wird. Dieses Product erstarrt nach vollkommener Schmelzung und nach dem Erkalten zu einer Masse, welche in der Mehrzahl der Fälle vollkommen durchsichtig (eigentliche Gläser), in wenigen Fällen undurchsichtig (Email oder Schmelzgläser) ist; es erscheint je nach seinen Bestandtheilen bald farblos, bald verschiedenartig gefärbt, und vereinigt mit einer ziemlich beträchtlichen Härte die Eigenschaft, nicht nur den zerstörenden Einflüssen von Luft und Wasser, sondern auch den stärkeren chemischen Agentien, z. B. den Säuren und Alkalien zu widerstehen. Die Eigenschaft der Durchsichtigkeit und der chemischen Beständigkeit sind es insbesondere, welche dem Glase eine so überaus hohe kulturgeschichtliche Bedeutung geben durch die Rolle, die sie ihm in dem praktischen Leben und in der Wissenschaft anweisen. Als Schattenseite muss indessen die von dem Glase unzertrennliche Sprüdigkeit und Zerbrechlichkeit angesehen werden.

Die Kieselerde ist bekanntlich in der Glühhitze eine so starke Säure, dass sie die übrigen Mineralsäuren, womit die genannten Salzbasen in der Regel verbunden vorkommen, mit Leichtigkeit verdrängt, wobei sie durch die Flüchtigkeit derselben und ihre eigene Feuerbeständigkeit wesentlich unterstützt wird. Die Gläser sind mithin wirkliche kiesel-saure Salze und durch Kunst erzeugte ähnliche Verbindungen, wie die in der Natur so häufig vorkommenden Silicate; aber mit dem großen und überaus bedeutungsvollen Unterschiede, dass ihnen jede krystallinische Beschaffenheit fremd, dagegen der amorphe Zustand eigenthümlich ist und ausdrücklich zu ihrem Begriffe gehört. Wenn mithin auch ein Glas und ein natürliches Silicat von gleicher Elementarzusammensetzung seyn können, so ist der Unterschied zwischen beiden doch immer noch so groß, wie der Unterschied zwischen geschmolzenem und krystallisirtem Zucker.

Da die Kieselerde stehender Bestandtheil aller Glasarten ist, aber die Basen, welche mit ihr darin verbunden sind, sehr bedeutend der Auswahl und der Menge nach wechseln; so ist es begreiflich, dass der unterscheidende Charakter jedes Glases von den Basen abhängt, aus welchen es dargestellt ist. Es ist darum von Wichtigkeit, die Ei-

enschaften der Gläser kennen zu lernen, welche diese Basen bilden, wenn sie einzeln mit der Kieselerde zusammengeschmolzen werden.

Die Verbindungen der Kieselerde mit den einzelnen Salzbasen sind im Allgemeinen nicht hinreichend chemisch beständig. Fast alle kieselsauren Alkalien werden von Wasser stark angegriffen, einige völlig aufgelöst und widerstehen den Säuren gar nicht, oder schlecht. Dies ist auch, obgleich in geringerem Grade bei den Oxyden der schweren Metalle, insbesondere der Bleioxyde der Fall; in noch geringerem Grade gilt dies von den kieselsauren Erden, z. B. dem Kalke und der Bittererde. Unter die beständigste gehört die kieselsaure Thonerde. Ungefähr nach derselben Reihenfolge sind die einfachen Silicate in Bezug auf ihren Schmelzpunkt verschieden, die Alkalien und das Blei an der Spitze, und immer weniger geneigt, nach dem Erkalten den amorphen Zustand zu bewahren. — Alle diese Basen vermögen sich in vielfachen Verhältnissen mit der Kieselerde zu verbinden und die entstandenen Verbindungen widerstehen um so besser der Auflösung und chemischen Agentien, je mehr Kieselerde sie enthalten. In demselben Verhältniss steigt aber auch ihre Strengflüssigkeit.

Die Erfahrung hat nun die wichtige Thatsache kennen gelehrt, dass die nachtheiligen und entgegengesetzten Eigenschaften der ersten und letzten Abtheilung größtentheils ausgeglichen werden, wenn man ein Alkali und eine Erde, oder das Oxyd eines schweren Metalls zugleich mit der Kieselerde zusammenschmilzt. Es entsteht alsdann ein Product, welches wenig geneigt ist, seinen amorphen Zustand zu verlieren, dabei chemisch ungleich beständiger ist, und doch dabei einen mittleren Schmelzpunkt hat, welcher die Darstellung und Verarbeitung mit Sicherheit zulässt. In der That sind alle Gläser, so weit sie Gegenstand der Glasfabrikation und von praktischem Interesse sind, solche zusammengesetzte Silicate mit wenigstens zwei Basen, deren Eigenschaften und Brauchbarkeit zunächst in dieser Zusammensetzung beruht; sie gehört also ebenso wesentlich zum Begriffe des Glases, als der Amorphismus. Es spiegeln sich indessen in einem zusammengesetzten Glase die Eigenschaften der einzelnen Silicate stets mehr oder weniger ab, und es werden folglich Natur und Charakter des Glases von der Wahl der dazu verwendeten Basen bedingt seyn. Die Kenntniss von der Wirkung der einzelnen Salzbasen ist mithin für den Glasmacher eine Sache von hoher Wichtigkeit. Die Erfahrung lehrt darüber Folgendes:

Die Alkalien machen das Glas leicht flüssig und weich, am meisten das Natron. Das Natron erzeugt einen höheren Glanz, aber zugleich einen sehr bemerklichen Stich in's Blaugrüne; das Kali etwas weniger Glanz, und gar keine Färbung.

Der Kalk giebt dem Glase eine viel grössere Härte, viel mehr Beständigkeit, auch etwas mehr Glanz als die Alkalien; er vermindert dagegen um ein Bemerkliches die Leichtflüssigkeit. Noch mehr die Bittererde, welche sich dem Kalke sonst gleich verhält. Keins von beiden, eben so wenig als

die Thonerde, ertheilt dem Glase eine Färbung. Diese letztere macht das Glas mehr, als ein anderer Bestandtheil strengflüssig.

Das Bleioxyd hat bei weitem die auffallendste Wirkung unter den häufigeren Bestandtheilen des Glases. Es ertheilt dem Glase eine bedeutende Leichtflüssigkeit, eine grosse Weichheit (Schleifbarkeit) und

ausgezeichnete optische Eigenschaften, nämlich einen hohen Glanz und ein eben so hohes Lichtbrechungsvermögen. Die mit Blei geschmolzenen Gläser besitzen, wenn nicht gerade völlige Farblosigkeit, doch einen gelblichen Ton von so schwacher Intensität, dass diese Farbe unter den gewöhnlichen Umständen verschwindet. Dieselben Eigenschaften, aber in geringerm Grade, zeigt der Baryt.

Die schweren Metalloxyde, welche in der Glasfabrikation sonst noch vorkommen, zeichnen sich im Allgemeinen dadurch aus, dass sie das Glas leichtflüssig machen, und ihm eine je nach ihrer Art verschiedene, aber in der Regel sehr intensive Färbung ertheilen. Bei den meisten, z. B. bei dem Gold, Silber, Kupfer, Kobalt, Antimon etc. ist diese letztere Eigenschaft so stark entwickelt, dass sie für das Glas die Rolle der Farbstoffe spielen, wovon weiter unten bei dem farbigen Glase die Rede seyn wird. Nur das Eisen und Mangan spielen schon in der gewöhnlichen Glasfabrikation eine Rolle. Beide erhöhen die Leichtflüssigkeit, haben aber wenig Einfluss auf die optischen Eigenschaften. Das Eisenoxydul erzeugt in dem Glase eine ziemlich intensiv laubgrüne Farbe; die des Eisenoxyds ist ein braunes Roth, welches für entsprechende Gewichtsmengen viel weniger intensiv ist.

Man sieht aus diesem Verhalten, dass drei Eigenschaften des Glases, das Lichtbrechungsvermögen, die Dichtigkeit und die Härte von einander abhängig sind, und zwar so, dass die Härte abnimmt, wenn die beiden anderen in gleichem Verhältniss zunehmen. Die größte Dichtigkeit besitzen die Bleigläser, sie geht von 2,80 bis 3,60, während sie bei den nicht bleihaltigen Gläsern zwischen 2,37 und 2,56 schwankt.

Der Glassatz und sein Einfluss auf die Eigenschaften des Glases.

Unter »Satz« versteht man in der Glasfabrikation die Mischung von Ingredienzien, woraus das Glas geschmolzen wird. Unter den im vorigen Abschnitte aufgezählten Basen werden, wenn man von den eigentlichen Farben abstrahirt, nur das Kali, das Natron, das Bleioxyd und der Kalk als wirkliche Ingredienzien des Satzes gebraucht. Bittererde, Thonerde, Eisenoxydul und Eisenoxyd werden dem Satze niemals ausdrücklich, oder als eigentliches Ingredienz hinzugefügt und bilden nur darum einen Bestandtheil fast aller Gläser, weil sie als zufällige Beimengungen oder Verunreinigungen hineingerathen. Dies gilt selbst noch von denjenigen Gläsern, bei welchen z. B. Thonerde und Eisenoxyd einen bedeutenden Bestandtheil ausmachen, so bei dem gemeinen Flaschenglas, welches aus sehr unreinen Materialien zusammengeschmolzen wird.

Die praktische Bestimmung eines Glases, je nachdem es also zum gemeinen Gebrauch oder zu Prunkgefäßen, zu Fenster- oder Spiegelscheiben, zu geschliffenen Waaren oder zu optischen Zwecken dienen soll, muss entscheiden, auf welche Beschaffenheit vorwiegend hingearbeitet werden, und mithin, welche Ingredienzien man zufügen, hinweglassen, und welchen man ein Uebergewicht geben muss. Sie entscheidet endlich, in welchen Fällen die Ingredienzien ganz rein, oder annähernd rein, oder in natürlichem Zustande verwendet werden müssen.

Insofern das Glas stets eine bestimmte vollkommene chemische Verbindung, oder wenigstens immer ein Gemenge von wahren chemischen Verbindungen ist, und folglich nie einen seiner binären Bestandtheile in freiem Zustande enthält; insofern es auf der anderen Seite nur ein ein-

ziges Mischungsverhältniss des Glases geben kann, welches seinem Zwecke am besten entspricht, so sollte man denken, dass für Glas von einer bestimmten Sorte, auch immer die nämlichen Basen und in dem Gewichtsverhältnisse zusammengeschmolzen würden, welches der geeignetsten Zusammensetzung entspricht. Man sollte also erwarten, dass der Satz einer jeden Glassorte nach stöchiometrischen Regeln gemischt würde. Daran ist übrigens in der Praxis nicht zu denken; man verfährt dabei nach empirischen Recepten, welche meistens noch aus den Zeiten herkommen, in welchen man von Stöchiometrie und Aequivalenten keine Ahnung hatte, aber nichts destoweniger im Stande war, vollkommene Gläser mit bestimmten Eigenschaften mit Sicherheit zu erzeugen. Die Glasfabrikation lässt sich in dieser Hinsicht mit vielen metallurgischen Processen vergleichen, welche zum Theil Jahrhunderte vor dem Bekanntwerden ihrer theoretischen Grundlage durch bloßen empirischen Takt erfunden, und zu einer merkwürdigen Vollkommenheit ausgebildet wurden. Man muss nämlich zuerst in Betracht ziehen, dass es für eine bestimmte Glassorte nicht darauf ankommt, unabänderlich eine einzige gegebene Zusammensetzung zu erreichen; sondern dass im Gegentheil, wenn nur gewisse Grenzen nicht überschritten werden, die Gläser einer und derselben Gattung in ihrer Zusammensetzung vielfach abweichen können, ohne dass sie deswegen aufhören, den praktischen Anforderungen zu entsprechen. So kommt es denn, dass die gleichnamigen Producte verschiedener Glashütten fast nie oder nur zufällig gleich zusammengesetzt sind; man wird aber stets finden, dass sie in den Hauptcharakterzügen mit einander übereinkommen. Der hier angedeutete Spielraum ist um so größer, weil das Vermögen der verschiedenen Basen, sich einander in ihren Verbindungen zu vertreten, hier eine bedeutende Rolle spielt. Viel auffallender möchte es erscheinen, dass bei dem Glashüttenbetrieb, wo man, wie gesagt, nach Vorschriften arbeitet, welche ganz und gar empirisch sind und weder auf Regel noch Berechnung beruhen — dennoch ein Product erhält, welches als vollkommene Verbindung und nach bestimmten stöchiometrischen Gesetzen zusammengesetzt erscheint. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich durch mehrere Umstände, welche eine Ausgleichung bewirken.

Hierher gehört die Eigenschaft der Kieselerde, sich mit einer und derselben Basis in mannigfachen Verhältnissen verbinden zu können, welche um so streng flüssiger sind, je mehr die Kieselerde überwiegt und umgekehrt; so kennt man ein einfach-, ein dreifach-, ein drittheil kiesel-saures Natron; die Verbindung von 1 Aequivalent Natron mit 9 Aequivalenten Kieselerde kann noch im Gebläsefeuer geschmolzen werden, die Verbindung mit 15 Aequivalenten Kieselerde widersteht dagegen den technisch erreichbaren Hitzgraden. Ist daher ein Satz zu reich an Kieselerde, so kann dieses durch eine gesteigerte Hitze ausgeglichen werden.

Ferner vermögen sich die einfachen Silicate beinahe in allen Verhältnissen zu verbinden, oder doch zu vermischen. Wie daher auch ein Glassatz beschaffen seyn mag, so werden sich anfangs einfachere Silicate bilden, welche sich einander auflösen, durchdringen, mischen und verbinden, kurz, so lange auf einander einwirken, bis es zu einer bestimmten Gesamtverbindung gekommen ist, welche unter den gegebenen Umständen bestehen kann.

Die dritte und wohl die wesentlichste Ursache, wodurch eine Aus-

gleichung stöchiometrisch fehlerhafter Verhältnisse bewirkt wird, ist die Thatsache, dass die Alkalien, besonders im ätzenden Zustande als Chlorometalle und als kohlensaure Salze nichts weniger, als wirklich feuerbeständig sind. Ihre Flüchtigkeit ist vielmehr so groß, dass sich ein bedeutender Verlust herausstellt, wenn man den Alkaligehalt des erzeugten Glases mit demjenigen des dazu verwendeten Satzes vergleicht. Ein Ueberschuss von Basis wird also leicht durch Verflüchtigung beseitigt; die Erfahrung lehrt aber auch, dass die Bestandtheile der Umgebung, also der thönernen Gefäße und des schmelzenden Glases in einander übergehen, dass das Glas Kieselerde und Thon aufnimmt, und von seinen eigenen Basen abgiebt.

Enthält ein Glassatz seine Basen in dem Zustande von Salzen, welche unter den gegebenen Umständen nur schwierig oder gar nicht von der Kieselerde zersetzt werden, so scheiden sich diese — oder der Ueberschuss derselben — an der Oberfläche des Glases, als Glasgalle ab. In der Praxis sind es besonders die schwefel- und salzsauren Salze der Alkalien, welche die Glasgalle bilden.

Die Begriffe, auf denen die Glasfabrikation ursprünglich fußte, waren ganz und gar verschieden von denjenigen, welche ihnen die gegenwärtige Wissenschaft unterstellt. Man scheint damit ursprünglich nur eine Nachahmung des Bergkrystalls, gleichsam eine technische Darstellung dieses Minerals, oder einer Masse bezweckt zu haben, welche die Eigenschaften desselben theilt. Man betrachtete nur die Kieselerde als den wahren Bestandtheil des Glases, und die Erden und Alkalien nur als Zusätze, welche lediglich dazu dienten, dieses in jedem Ofenfeuer vollkommen unsmelzbare Material in Fluss zu bringen. Die gewöhnlichen Glasmacher nennen darum noch heut zu Tage die Basen schlechweg Flussmittel, indem sie die empirische Wirkung derselben festhalten; denn sie wissen sehr gut, dass durch Vermehrung der Basen die Strengflüssigkeit und der Brennstoffverbrauch vermindert wird; sie wissen aber auch auf der anderen Seite, dass durch Vermehrung der Flussmittel, das Glas leichter angegriffen wird, und an Haltbarkeit verliert. Diese beiden Rücksichten, so wie die jedesmalige Bestimmung des Glases sind die nächsten Motive, welche den Glasmacher bei der Mischung des Satzes leiten.

Die technische Darstellung und Verarbeitung des Glases sind in so hohem Grade von einigen hervorstehenden Eigenschaften desselben abhängig, dass die Beschreibung dieser Operationen, ohne vorhergegangene Erörterung derselben nicht wohl verstanden werden kann. Sie betreffen hauptsächlich sein Verhalten im Feuer.

Bei der höchsten Temperatur, welche in den Glasöfen hervorgebracht wird, ist das Glas dünnflüssig, wie Syrup. Auf diesem Grade von Dünnflüssigkeit beruht die mechanische Reinigung des Glases, weil sie es möglich macht, dass sich die Unreinigkeiten und dasjenige, was nicht in das Glas eingeht, abscheiden, dass also die Gasblasen und die leichteren Theile an die Oberfläche steigen, und die schwereren sich zu Boden setzen. Auf dieser Flüssigkeit beruht ferner das Gießen des Glases. — Bei der Temperatur der lebhaften Rothglühhitze ist das Glas eine zähflüssige dicke Masse, ungefähr wie Terpenthin, welche sich durch ihre außerordentliche Dehnbarkeit auszeichnet. Sie lässt sich in die allerfeinsten Fäden von beliebiger Länge ausziehen, und beinahe so dünn, wie Seifenblasen auftreiben, so dass Fäden und Blätter entstehen,

welche selbst nach dem Erkalten so geschmeidig und biegsam, wie ein Haar oder das feinste Papier sind. Zwei Stücke Glas lassen sich in dem Zustande der Zähflüssigkeit durch bloßes Aneinanderdrücken zu einem einzigen vollkommen vereinigen. Die mechanische Verarbeitung des Glases (das Gießen und Schleifen abgerechnet) würden ohne diese beiden Eigenschaften gänzlich unmöglich seyn.

Eine höchst wichtige Rücksicht ist die Sprödigkeit des erkalteten Glases. Wenn geschmolzenes Glas erstarrt, so wird die Oberfläche eher erkalten und fest werden, als das Innere. Während sich also die Oberfläche zusammenzieht, so ist das darunter Liegende noch nicht in diesem Bestreben begriffen, und umgekehrt, wenn das Innere fest wird, und sich zusammenzieht, so sind die äußeren Schichten nicht mehr in dem Zustande, um nachgeben zu können. Die kleinsten Theilchen des Glases verbleiben daher nach dem Erkalten in einer gezwungenen Lage, in einer gewissen Spannung der äußeren Schichten gegen die inneren. Dieser Zwang ist natürlich um so größer, je rascher die Erkalting, und je bedeutender die Masse des Glases. Es erklärt sich daraus, warum dünne Fäden und Blätter, bei welchen die inneren und äußeren Schichten, so gut wie gleichzeitig starr werden, selbst bei raschem Erkalten einen hohen Grad von Elasticität und Biegsamkeit besitzen, und warum umgekehrt, Gegenstände von einiger Masse oder Wandstärke, wenn sie rasch erkalten, einen so hohen Grad von Sprödigkeit zeigen, wie er in keinem anderen Falle beobachtet wird. Das Gleichgewicht in der Anziehung der kleinsten Theilchen ist alsdann so sehr gestört, und ein Aufhören ihres Zusammenhanges so sehr vorbereitet, dass diese selbst durch einen unbedeutenden Anstofs von Aufsen verwirklicht werden kann.

Wenn man z. B. einen Tropfen Glas in kaltes Wasser fallen lässt, so entstehen die durch ihre Sprödigkeit so bekannten Glathränen

Fig. 70.



Fig. 70. Schon das Abbrechen der äußersten Spitze bei *a* reicht hin, um jener Spannung so weit Luft zu machen, dass die ganze Masse des Tro-

pfens in Staub zerfällt. Die Glathränen sind in die Physik zuerst durch Chanut im Jahre 1656 eingeführt worden, obgleich sie den deutschen Glasmachern, wie man mit Sicherheit weiß, schon im Jahre 1625 bekannt gewesen sind. Ganz ähnlich ist der Versuch mit den sogenannten Bologneserflaschen. Es sind dies sehr dickwandige und rasch abgekühlte Glaskolben. Sie zerspringen mit einem Knall durch die geringste Reibung, oder das schwache Ritzen eines scharfen Sandkornes oder Feuersteinsplitters, wenn dieser darin geschüttelt wird. Ganz ähnliche Eigenschaften würden die meisten Glasgeräthe, z. B. die Flaschen und Trinkgläser besitzen, und folglich unbrauchbar seyn, wenn man sie ohne Weiteres an der Luft erkalten ließe. In der Glasfabrikation sind deshalb eigenthümliche Maafsregeln üblich, um diesem Uebelstande zu begegnen. Man pflegt nämlich die gefertigten Glaswaaren in einem Ofen einzusetzen, welcher so weit erhitzt ist als möglich, ohne dass das Glas erweicht und seine Form verliert. Der Ofen wird alsdann geschlossen und stehen gelassen, bis er allmählig auf die gewöhnliche Temperatur erkaltet ist, was gewöhnlich einige Tage dauert. Durch

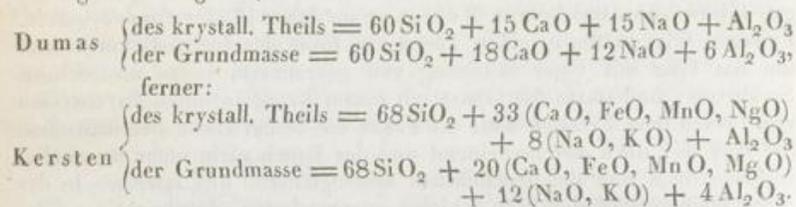
diese Operation, welche das »Kühlen« heißt, wird dem Glase zwar die Sprödigkeit keineswegs gänzlich benommen, sie wird aber doch so weit herabgestimmt, dass die Waaren für den gewöhnlichen Gebrauch dienen können. Es scheint, als ob die Sprödigkeit des Glases, welche ihm eigenthümlich ist und in seiner Natur liegt ¹⁾, auch zum Theil in seinem Amorphismus beruht. Das Glas hat allerdings das Bestreben, beim Erkalten, beim Starrwerden, Krystallform anzunehmen; allein bei der großen Zähflüssigkeit fehlt es den kleinsten Theilchen an Zeit, sich nach regelmäßigen Richtungen zu ordnen, und sie bleiben gezwungen, in ihrer zufälligen Lage zu verharren. Nur wenn der Uebergang vom weichen in den starren Zustand sehr bedeutend verlangsamt wird, kann sich die Krystallinität entwickeln. Dadurch ist aber dem Process des Kühlens eine unüberschreitbare Grenze gegeben, wenn das Glas nicht in diesen Zustand treten soll, welcher in der Kunstsprache sehr richtig und sehr bezeichnend die »Entglasung« genannt wird. Auch bei der Verarbeitung beim Blasen fällt das Glas zuweilen in diesen Zustand, wenn es zu oft in dem Feuer erweicht wird. Mit der Entglasung tritt eine gänzliche Umgestaltung der Eigenschaften des Glases ein: es verliert die Durchsichtigkeit und die spiegelnde Oberfläche; es wird rau und undurchsichtig, indem es ein kleinfaseriges Gefüge annimmt, es wird beträchtlich strengflüssiger, viel unempfindlicher gegen Temperaturwechsel und verliert viel von seiner Sprödigkeit. Die Erzeugung des sog. Reaumur'schen Porzellans ist nichts, als eine absichtliche Entglasung von fertigen Glaswaaren, welche von Reaumur im Jahre 1727 erfunden wurde. Er setzte Glasgeräthe in einen Tiegel ein, füllte den freien Raum in und um das Glas mit einer Mischung von gebranntem Gyps und feinem Sande aus, und setzte das Ganze mit einem Brand in einen Fayenceofen ein. Nach dem Erkalten hatte die Probe die beschriebene Beschaffenheit. Sie war nur noch durchscheinend und der Bruch nicht mehr muschelrig, sondern flach und die Bruchflächen seidenglänzend und faserig. In der Mitte bleibt gewöhnlich eine Schichte unveränderten, durchsichtigen Glases, auf welcher jene Fasern senkrecht stehen. In einem von Darcet aus Flaschenglas dargestellten Reaumur'schen Porzellan fand Dumas 52,0 Kieselerde, 2,0 Kali, 27,4 Kalk, 12,0 Thonerde und 6,6 Eisen- und Manganoxyd. Diese Zusammensetzung ist von der der Flaschengläser überhaupt nicht besonders verschieden, nur ist der Kaligehalt niedriger, als gewöhnlich.

Viel bestimmtere Schlüsse lassen sich ziehen, wenn die chemische Zerlegung unter Umständen angewandt wird, welche der Krystallinität Gelegenheit geben, sich freier und vollständiger zu entwickeln. So geschieht es oft, wenn größere Glasmassen in den Schmelzgefäßen langsam erkalten, dass undurchsichtige Krystalle sich in der durchsichtig bleibenden glasigen Grundmasse entwickeln, und mechanisch von der letzteren getrennt werden können. Dumas hat eine vergleichende Analyse (des krystallinischen Theiles und der Grundmasse) einer Probe aus der polytechnischen Schule in Paris, ebenso Kersten von einer Probe aus einer Glashütte im Plauen'schen Grunde angestellt.

¹⁾ Die Erzählung von einem Becher aus hämmerbarem Glase, welche sich irgend wo bei einem Schriftsteller des Alterthums findet, ist entweder eine Fabel oder beruht auf einer irrigen oder falsch übersetzten Ausdrucksweise.

	Kersten				Dumas			
	im krystallisirten Theil		in der Grundmasse		im krystallisirten Theil		in der Grundmasse	
		Sauerstoff		Sauerstoff		Sauerstoff		Sauerstoff
Kieselerde . . .	58,8	30,54	60,39	31,40	68,2	35,46	64,7	33,64
Thonerde . . .	3,3	1,54	6,10	2,84	4,9	2,28	3,5	1,63
Kalk	20,2	5,77	13,40	3,83	12,0	3,43	12,0	3,43
Eisenoxydul . .	3,5	0,80	3,10	0,70	—	—	—	—
Manganoxydul .	4,2	0,93	2,20	0,49	—	—	—	—
Bittererde . . .	0,5	0,19	0,40	0,15	—	—	—	—
Kali	2,7	0,45	14,41	3,05	—	—	—	—
Natron	5,5	1,40			14,9	3,81	19,8	5,06

Die nächsten empirischen Formeln, welche die obigen Zusammensetzungen wiedergeben, sind:



Hieraus erhellt, dass die Entglasung in diesen Fällen nicht bloß ein physikalisches Phänomen ist, nicht auf einem einfachen Uebergang aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand, sondern auf der Ausscheidung einer bestimmten krystallinischen Verbindung aus der amorphen Gesamtverbindung beruht.

Das Reaumur'sche Porzellan hat übrigens nicht viel Eingang gefunden, und wird unseres Wissens nirgends fabrikmäßig verfertigt, offenbar wegen der Concurrenz mit dem eigentlichen Porzellan und ähnlichen Töpferwaaren, welche viel zweckentsprechender und bedeutend wohlfeiler sind.

Die übliche Unterscheidung der verschiedenen Glassorten gründet sich nicht sowohl auf ihre Natur, oder eine bestimmte Eigenschaft, als vielmehr auf die technische Bestimmung der daraus gefertigten Waaren. Da übrigens diese Bestimmung ihrerseits auf bestimmten Eigenschaften beruht, und diese Eigenschaften wieder von dem chemischen Bestand abhängen, so findet doch im Allgemeinen, wenn auch nicht in allen einzelnen Fällen, ein Zusammenhang zwischen dem chemischen Bestande und der praktischen Unterscheidung der einzelnen Sorten statt. Diese lassen sich in zwei Hauptgruppen trennen, nämlich in Glassorten, welche ohne, und in Glassorten, welche mit Bleioxyd geschmolzen werden: man unterscheidet also

I. Bleifreie Gläser. Dahin gehören: das Hohlglas, Fensterglas und Spiegelglas. Unter der generellen Benennung »Hohlglas« pflegt man alle diejenigen Glassorten zusammenzufassen, welche zu Geräthen und Gegenständen des Hausgebrauchs verarbeitet werden. In diese Abtheilung gehören Waaren von den verschiedensten Qualitäten und allen Abstufungen der Reinheit der Masse, nämlich die folgenden: 1. das gemeine Flaschenglas, woraus die gemeinen dunkelgrünen oder dunkelgelben Weinflaschen gefertigt werden; 2. das halbweisse Glas, wie es z. B. zu Arzneiflaschen gebraucht wird; 3. das weisse Hohlglas und 4. das böhmische Schleifglas. Die drei letzten Sorten unterscheiden sich hauptsächlich durch grösseren oder geringeren Gehalt von Eisen. Das böhmische Schleifglas ist davon frei. Alle drei bestehen im Wesentlichen aus Kieselerde, Kalk und Alkali. Bei dem böhmischen Schleifglas muss dieses nothwendig Kali, bei den anderen kann es Natron oder Natron und Kali zugleich seyn.

Das Fensterglas und Spiegelglas sind chemisch nicht wesentlich von den feineren Sorten des Hohlglases verschieden. Das Fensterglas schliesst sich an die geringeren, das Spiegelglas an die besseren Sorten an.

II. Bleihaltige Gläser. Dahin rechnet man: das Krystallglas, Flintglas oder optische Glas, den Strass und den Email oder Schmelz. Die drei ersten sind durchsichtige farblose Gläser mit einem nach der angegebenen Ordnung wachsenden Bleigehalt. Der Krystall ist die Masse, welche neben dem böhmischen feinen Glas zu den sog. Schleifwaaren dient; das Flintglas ist die Masse für die optischen Gläser und der Strass die Masse, welche zur Nachahmung der Edelsteine dient, und zu diesem Zwecke verschiedenartig gefärbt wird. Der Email oder Schmelz ist eine Glasmasse, welche absichtlich mit »Zinn oder Antimonoxyd« undurchsichtig gemacht wird, und sich durch diesen Charakter von allen übrigen Gläsern unterscheidet.

Diese Eintheilung ist keinesweges allgemein gültig. So wird in Gegenden, wo der Steinkohlenbrand herrschend ist, von den im Obigen unter Hohlglas begriffenen Sorten eigentlich nur das gemeine Flaschenglas gefertigt, während die gewöhnlichen Glasgeräthe, auch die ungeschliffenen, allgemein aus Bleiglas (Flintglas der Engländer) gemacht werden.

Die Rohmaterialien.

Die Kieselerde wird dem Satz zu Glas fast immer als Sand, viel seltener als Feuerstein oder Quarz zugesetzt. Quarz und Feuerstein werden geglüht und in Wasser abgelöscht. Dadurch werden sie mürbe, und können alsdann, was unumgänglich nothwendig ist, ohne Schwierigkeit gemahlen werden. Der Sand kommt sehr selten vollständig rein in der Natur vor; er ist meistens entweder kalkhaltig oder thonig und eisenschüssig (eisenoxydhaltig), oder beides zusammen. Der Kalkgehalt bringt keinen Nachtheil, um so mehr der Eisengehalt. Bei geringen Gläsern, wie bei dem gemeinen Flaschenglas ist die dadurch hervorgebrachte Färbung gleichgültig, nicht so bei allen übrigen. In der Regel sind die Sandkörner an und für sich rein, und der eisenschüssige Thon, oder der ockerige Bestandtheil nur zwischen den Körnern abgesetzt. Es kann daher ein an und für sich untauglicher Sand durch einen einfachen Wasch- und Schlemmprocess, der nicht sehr kostspielig ist, so sehr verbessert werden, dass er selbst für die feinen und farblosen Gläser taug-

lich wird. Zuweilen findet man an Fluss- und Meeresufern Sand, der von der Natur auf ähnliche Weise gereinigt ist. Durch Salzsäure kann das Eisen vollständig aus dem Sande ausgezogen werden, doch ist diese Operation in den meisten Fällen zu kostspielig. In vielen Glashütten pflegt man den Sand, ehe er zu dem Satze verwandt wird, vorher in Flammöfen durchzuglühen. Dadurch werden etwa vorhandene organische Substanzen zerstört, der Sand vollständig trocken und so mürbe, dass er leichter von dem Flussmittel durchdrungen und aufgelöst wird.

Das Kali und das Natron werden ebenfalls in sehr verschiedener Form von den Glashütten benutzt. Für die besseren Gläser von dem halbweissen Hohlglas aufwärts gerechnet, ist Potasche und calcinirte Soda das gewöhnliche Material. Die Soda giebt zwar ein Glas von weniger guter Farbe, kommt aber stets reiner in dem Handel vor und gewährt außerdem den gar nicht unerheblichen Vortheil einer größeren Sättigungscapacität; denn 10 Gew.-Thle. kohlen-saures Natron wirken in einem Glassatze eben so viel als 13 Theile reines kohlen-saures Kali. — Da die Kieselerde in der Schmelzhitze nicht bloß die kohlen-sauren, sondern auch die schwefel- und salzsauren Alkalien zersetzt, so ist in der Glasindustrie mehrfach die überaus wichtige Frage aufgeworfen worden, ob nicht eine direkte Darstellung des Glases aus Kochsalz oder Glaubersalz ausführbar wäre? In diesem Falle würden die ganzen Kosten der Umwandlung dieser beiden Salze in Soda erspart werden, eine Ersparniß, welche unter Umständen die Hälfte bis drei Fünftel des Sodapreises betragen kann. Was das Kochsalz betrifft, so ist es bekannt, dass es für sich zur Glasfabrikation nicht wohl taugt. Es wird zwar unter Mitwirkung des Wasserdampfes, welcher stets in der Flamme des Ofenfeuers vorhanden ist, in Salzsäure, welche sich verflüchtigt, und in Natron, welches sich mit der Kieselerde verbindet, zersetzt; aber diese Zersetzung ist schon merklich schwieriger, und um deswillen immer höchst unvollständig, weil das Kochsalz schon unter der Temperatur anfängt, sich zu verflüchtigen, bei welcher die Glasbildung vor sich geht. Ist gleichzeitig kohlen-saures Natron zugegen, so kann das Kochsalz ohne Schwierigkeit angewandt werden. Man setzt gewöhnlich 5—6 Procent zu, doch kann dieser Zusatz, nach den praktischen Versuchen von Kirn bis auf 13 Procent gesteigert werden, wenn in dem Satze wenigstens vier Drittel so viel Kalk enthalten ist. Den besten Erfolg gab ihm das Verhältniß von 2 Thln. Kochsalz, 3 Thln. Kalk, 4 Thln. Potasche und 6 Thln. Sand. Noch schwerer, als die des Kochsalzes, ist die Zersetzung des Glaubersalzes, und man muss in diesem Falle die Wirkung der Kieselerde durch Zusatz von Kohle unterstützen, welche die Schwefelsäure reducirt. Auch das Glaubersalz ist nicht für sich, sondern nur als Zusatz zu der Soda in der Praxis anwendbar. Wenn man z. B. in einem Flammofen, wo man den Verlauf besser beobachten kann, Kochsalz oder Glaubersalz (ohne Soda, Potasche oder Kalk) mit Sand zusammenschmilzt, so bemerkt man, dass sehr rasch eine Bindung von einem Theil des Natron mit der Kieselerde stattfindet. Es bildet sich eine zusammengeballte zähe Glasmasse, welche sich selbst durch fortgesetztes Umrühren nicht mit dem übrigen Alkalisalz vermischt, und es bleibt selbst nach fortgesetzter Arbeit in gesteigerter Temperatur stets ein Theil des Salzes ungebunden, der dünnflüssig um das gebildete Glas herumfließt. Selbst wenn man den Sandzusatz vermehrt, und besonders in dem Zeitpunkte die Masse durch einander arbeitet, wo die Schmelzung des Salzes und die Glasbildung be-

ginnt, erhält man keine gleichförmige Masse. Doch liefse sich wahrscheinlich auf diesem Wege eine taugliche Fritte erzeugen, wenn man das gebildete Glas von Zeit zu Zeit heraus nimmt, und das ungebundene Salz auf's Neue mit Sand versetzt. Was von dem Kochsalz und Glaubersalz gilt, gilt auch von dem Chlorcalcium und dem schwefelsauren Kali; von dem Letzteren ist es bekannt, dass es in den käuflichen Potaschesorten $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ des Gewichts beträgt. Diese Beziehungen kommen dann besonders in Frage, wenn Seifensiederfluss, Pfannenstein, natürliche Soda, Holzasche, ausgelaugte Holzasche u. s. w. angewandt werden, wie bei geringen Glassorten häufig genug geschieht.

Der Kalk ist meist in der Art anwendbar, wie er in der Natur vorkommt, als Kalkstein. Die Kalksteine zu weißem Glas müssen möglichst frei von Eisen seyn. Es ist weder nothwendig, den Kalk vor der Anwendung zu brennen und zu löschen, noch ihn zu pulvern, er kann ohne Weiteres im natürlichen Zustande angewandt werden. Da ein Ueberschuss von Kalk nicht verflüchtigt wird, so wird er stark auf die Masse der Schmelzgefäße einwirken; es ist darum rathsam, etwas genau zu seyn; man rechnet in der Regel $\frac{1}{5}$ Kalk vom Gewichte des Sandes. Wenn man Asche und ausgelauchte Asche u. s. w. anwendet, so ist zu berücksichtigen, dass diese schon Kalk in sehr bedeutender Quantität enthalten.

Unter den Verbindungen des Bleis ist die Mennige diejenige, welche in der Regel gebraucht wird. Bei Gläsern, die sehr farblos seyn müssen, ist zu beachten, dass die gewöhnliche Mennige fast immer etwas Kupferoxyd und Eisenoxyd enthält. Vorbereitungen der Glätte sind nicht nöthig, da sie schon im passenden Zustand in dem Handel vorkommt. Wie man leicht sieht, muss sich die Mennige, ehe sie Kieselerde aufnehmen kann, zu Bleioxyd reduciren, es wird mithin Sauerstoff frei, und dies ist ein sehr erwünschter Umstand, welcher zur Reinigung des Glases wesentlich beiträgt. Bleiglätte wird selten, noch seltener Bleiweiß, Schwefelblei und schwefelsaures Blei angewandt.

Der Schwerspath oder schwefelsaure Baryt ist vor mehreren Jahren von Pelouze empfohlen worden, jedoch ohne bleibenden Erfolg.

Es kommen in der Natur sehr viele Mineralien und mineralische Massen vor, welche die Bestandtheile des Glases in demselben oder doch einem sehr ähnlichen Verhältnisse enthalten. Sie können gleichsam als ein natürlicher Satz betrachtet, und je nach den Umständen mit oder ohne Zusatz verschmolzen werden. Dahin gehören der Basalt, Klingstein, überhaupt manche feldspathhaltige Gesteine, Laven, Lehm, Mergel u. s. w. Die folgenden Analysen mögen diese Verhältnisse näher veranschaulichen.

	Bimstein von Lipari.	Basalt vom Hasenberg.	Basalt von Aschaffenburg.	Pechstein von Meißen.	Gemeiner Feldspath.
Kieselerde . . .	77,5	44,5	41,8	73,0	65,52
Kali } . . .	3,0	2,6	0,6	1,75	14,73
Natron } . . .			6,2		Spur.
Kalk	—	9,5	11,8	1,00	0,60
Bittererde . . .	—	2,2	6,4	—	—
Eisenoxydul . . .	—	—	5,1	—	—
Thonerde	17,5	16,0	17,4	14,5	19,15
Eisenoxxd	1,7	20,0	8,1	1,0	—
Fluor	—	—	—	—	—
Wasser	—	2,0	2,7	8,5	—

Es geht aus diesen Zahlen hervor, dass jene Stoffe für bessere Gläser wegen des meist bedeutenden Eisengehaltes nicht gebraucht werden können, am wenigsten diejenigen, die gerade am häufigsten vorkommen, nämlich der Basalt, Lehm und Mergel. Mit den Basalten, welche für sich schon bei einer sehr mäfsigen Hitze schmelzen, sind neuerdings vielfache Versuche angestellt worden. Sie liefern ein zwar vollkommenes, aber durch sehr starke Färbung dunkelschwarzgrünes, fast undurchsichtiges Glas.

Hierher gehören ebenfalls gewisse Kunstproducte, wie z. B. die bei verschiedenen metallurgischen Processen fallenden Schlacken, Hohofenschlacken u. s. w. Ein nicht uninteressanter aus der Praxis entnommener Fall ist die Verfertigung von Flaschenglas in mehreren Büten von Valencienne, aus dem Seeschlamme von Dünkirchen. Er hat eine bläulich braune Farbe und besteht nach Pelouze und Baudrimont aus

Kieselerde	43,75
Thonerde	13,82
Kohlens. Kalk	36,28
Eisenoxyd	0,36
Schwefels, Natron und Kochsalz . .	2,75
Organ. schwefelhalt. Substanz . .	1,86
Verlust (Spur von Iod.)	1,18

100,00

Aufser diesen eigentlichen Ingredienzien des Glases werden auf den Glashütten noch Materialien anderer Art und zu einem verschiedenen Zweck gebraucht, welche man in der Praxis »Entfärbungsmittel« zu nennen pflegt, sie sind: Braunstein, Arsenik (weißser) und Salpeter. Die bereits erwähnte Mennige hat, während sie dem Glas das Blei zuführt, ebenfalls eine reinigende Wirkung. Diese beruht bei sämtlichen Entfärbungsmitteln auf Oxydation. Die zufälligen Färbungen, welche bei den gewöhnlichen Gläsern, die eigentlich farblos seyn sollen, so schwierig zu vermeiden sind, rühren entweder von Eisenoxydul her, alsdann sind sie grün, oder von Kohle, dann sind sie schmutzig braun. Die Entfärbung des eisengrünen Glases beruht darauf, dass das Eisenoxydul in Oxyd verwandelt wird. Das Letztere färbt zwar ebenfalls gelb bis rothbraun, aber diese Farbe ist für äquivalente Gewichtsmengen bei weitem weniger intensiv, als die des Oxyduls. Wenn daher Quantitäten von Eisenoxydul, welche das Glas deutlich grün machen, oxydirt werden, so entsteht eine äquivalente Gewichtsmenge Eisenoxyd, welche das Glas unmerklich gelb färbt. Diese Entfärbung ist also stets relativ. — Sehr eigenthümlich ist das Verhalten der Kohle zum Glas. Wenn in das schmelzende Glas organische Substanzen, Holz, Rufs aus der Flamme oder Kohlentheile kommen, so wird die Kohle von dem Glase aufgenommen, indem sie gleichsam zergeht, und sich so sehr zertheilt, dass man versucht wird, an eine wirkliche Auflösung zu denken. Es entsteht eine ziemlich intensive braune in's Schwarze ziehende Färbung. Prater (wenn seine Versuche anders richtig sind) erhielt durch absichtliches Zusammenschmelzen mit $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ Volum Kohle ein schwarzes Glas, worin keine Kohle in pulverigem Zustande nachgewiesen werden konnte. Sie schien völlig aufgelöst, konnte aber durch Zersetzung des Glases mittelst Flusssäure oder Aetzkali abgeschieden werden. Aehnlich verhielt sich Graphit. Durch die Einwirkung der Entfärbungsmittel

wird die Kohle als Kohlenoxyd oder Kohlensäure entfernt. Vielleicht ist in vielen Fällen der färbende Stoff nicht wirklich Kohle, sondern eine durch Kohle reducirte Substanz, so z. B. Blei bei den Bleigläsern. Je denfalls ist dieser Gegenstand nicht hinreichend untersucht. —

Der Braunstein verliert bei seiner entfärbenden Wirkung die Hälfte seines Sauerstoffs und geht als kieselsaures Manganoxydul in das Glas über. Das Manganoxydul hat eine sehr schwache, rosenrothe Farbe, welche in dem Glas um so mehr verschwindet, als immer verhältnissmäßig wenig Braunstein erforderlich ist. Befindet sich der Braunstein im Ueberschuss, so verliert er nur ein Viertel seines Sauerstoffes, und geht als kieselsaures Manganoxyd mit intensiv violetter Farbe in das Glas. Dieser Mangel, welcher häufig eintritt, ist nur darum in der Praxis weniger störend, weil sich das violette Glas wegen seines höheren specifischen Gewichtes an den Boden der Schmelzgefäße begiebt. Dieses ist wenigstens bei den bleifreien Gläsern der Fall; bei den bleihaltigen ist jedoch der Braunstein überflüssig, weil darin die Mennige den Dienst des Entfärbungsmittels versieht. Die Anwendung des Braunsteins, als Entfärbungsmittel, welcher darum früher Glasmacherseife hieß, ist uralte. Schon Plinius erwähnt den Zusatz eines »lapis magnes«, als Reinigungsmittel zum Glas, welcher offenbar Braunstein ist. Albertus magnus, im 13. Jahrhundert, erwähnt in seinem Buche de mineralibus den Braunstein als Magnesia in gleicher Anwendung. Im 16. Jahrhundert gedenken Mercati in seiner Metallothea und Cardanus in seinem Buche de subtilitate der »Manganensis«, welche zur Reinigung des Glases gebraucht werde.

Der weisse Arsenik wird nicht wie der Braunstein zu Anfang, sondern erst dann dem Glase zugesetzt, wenn es im Flusse begriffen ist. Er verliert seinen Sauerstoff und verflüchtigt sich als metallisches Arsenik. Der Salpeter hat den Nachtheil, dass er sich zu frühe zersetzt, hat dagegen den Vortheil mit dem weissen Arsenik gemein, dass er nichts Färbendes in dem Glase hinterlässt. Sein Gehalt an Kali wird bei dem Glassatze in Rechnung gebracht.

Die Ingredienzien des Glases werden nie und nirgends für sich verschmolzen, sondern stets mit dem Zusatze von beiläufig ein Drittel fertigem Glas. Dazu dienen Abfälle von der Verarbeitung oder Scherben von Glas, welche in der Kunstsprache »Glasbrocken« heißen. Wie zum Betrieb der Papiermühlen das Lumpensammeln gehört, so ist von Seiten der Glashütten das Einsammeln der Glasbrocken organisirt. Die eingebrachten Glasbrocken werden gewaschen, zuweilen auch gepocht, jedenfalls aber vorher genau sortirt; denn es ist durchaus unstatthaft, dass man zu dem Satze andere als Brocken von derselben Gattung, wenigstens von keiner geringeren Sorte giebt. Auf diese Weise werden nicht nur große Massen von Glas zu Gute gemacht, welche sonst verloren gehen würden, sondern man hat auch den Vortheil, dass der Fluss und die Bindung der Bestandtheile erleichtert wird.

In Bezug auf die Wahl des Brennstoffes ist man unter den beim Glashüttenbetrieb gegebenen Umständen einigermaßen beschränkt. Eine der ersten Bedingungen ist ein möglichst reines Feuer, welches dem Glas so wenig als möglich fremde Stoffe zuführt, und den Schmelzraum des Ofens, sowie die Schmelzgefäße möglichst wenig beschädigt. Diesen Bedingungen kann nur durch ein Flammfeuer, also durch eine Einrichtung genügt werden, bei welcher Brennstoff und Feuerung örtlich von dem

Heizraume getrennt sind. Eine zweite nicht minder wesentliche Bedingung ist eine so hohe Temperatur, dass das Glas nicht nur vollkommen dünnflüssig geschmolzen wird, sondern auch nachher bei der Verarbeitung wieder leicht und rasch auf den geeigneten Grad von Dehnbarkeit erhitzt werden kann. Diese Bedingung erscheint um so schwieriger, wenn man bedenkt, dass das Glas nothwendig in besondere Gefäße eingeschlossen, also höchstens von der Oberfläche aus unmittelbar erhitzt werden kann, und dass bei der Verarbeitung dem Arbeiter das Innere des Ofens durch eine offene Arbeitsöffnung zugänglich seyn muss. Mithin sind nur solche Brennstoffe brauchbar, welche eine lange, lebhafte und sehr heiße Flamme geben. Versuchsweise hat man wohl Torf und Braunkohle gebraucht; im Allgemeinen jedoch theilen sich die Glashütten in die Anwendung der Steinkohle und des Holzes. Von der Steinkohle sind nur die Sorten brauchbar, welche sich durch eine hohe Flammbarkeit auszeichnen; sie können ausschliesslich als Stückkohle, niemals als Grufs oder Grubenklein angewandt werden, weil diese den Zug zu sehr hemmen, und durch das Aufbrechen und Aufräumen des Feuers zu viel Unreinigkeiten in den Ofen gebracht würden. Das Holz ist, soweit es die Preise erlauben, der Steinkohle bei weitem vorzuziehen; es giebt eine stärkere und reinere Flamme, und wegen seiner größeren Entzündlichkeit, weil es rascher verbrennt, eine bei weitem intensivere Hitze. Aus diesem Grunde können manche Glassorten Deutschlands und Böhmens, wo man größtentheils noch mit Holz feuert, in denjenigen Ländern gar nicht verfertigt werden, wo man auf die Steinkohle beschränkt ist, wie in Belgien, Frankreich und England. Auch macht man aus derselben Ursache in diesen Gegenden einen viel umfassenderen Gebrauch von dem leicht flüssigeren Bleiglas.

Unter den Hölzern sind die weichen und Nadelhölzer die geeignetsten. In keinem Falle aber kann das Holz unmittelbar verwandt werden, weil es im gewöhnlichen Zustande 15—20 Proc. hygroskopische Feuchtigkeit enthält, welche zu viel Wärme absorbiren; es ist daher allgemein üblich, das Holz vor dem Gebrauch zu darren, d. h. bis zum beginnenden Braunwerden, also bis zur gänzlichen Verflüchtigung des Wassers zu trocknen, was gewöhnlich mit der von den Glasöfen abfallenden Hitze geschieht. Ein Glasofen verzehrt ungefähr anderthalb Tausend Klafter Büchen Holz jährlich, oder 26—27000 Ctr., womit täglich 6000 Pfund Glas geschmolzen werden. Die Asche dieses Holzes, ein Nebenproduct, welches unmittelbar und mit großem Vortheil könnte verwerthet werden, geht größtentheils verloren, indem sie ihrer Leichtigkeit wegen von der Flamme mit fortgeführt wird.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die neuerdings in dem Eisenhüttenbetrieb aufgekommene Methode der Heizung der (Puddel- etc.) Ofen mit gasförmigen Brennstoffen, auch in den Glashüttenbetrieb eingeführt wird. Das Wesen derselben besteht darin, dass in einem besonderen Ofen, dem Generator, auf dem Wege einer Verbrennung mit sehr unvollkommenen Luftzutritt, aus dem Brennstoff brennbare Gase erzeugt werden. Diese geben eine sehr reine und heiße Flamme und gestatten eine viel vollkommenere Regulirung des Feuers, als die unmittelbare Heizung. Auf der anderen Seite gewährt die neue Methode — welche für alle Arten von Flammöfen geeignet ist — den unschätzbaren Vortheil, dass sie die Anwendbarkeit der Brennstoffe von ihrer äußeren Beschaffenheit unabhängig machen, so dass die Abfälle von Stein- und Braunkohle, also

Grubenklein und Grufs, eben so gut zur Flammfeuerheizung dienen können, als die edelste Stückkohle. Auch sind dadurch die Nachtheile eines zu grofsen Aschengehaltes u. s. w. eliminirt.

Die Oefen.

Die Herstellung der Schmelzöfen ist mit grofsen Schwierigkeiten verknüpft und sehr umständlich. Dies begreift sich leicht, wenn man bedenkt, dass ein solcher Ofen ununterbrochen Tag und Nacht arbeitet, dabei eine Hitze von beiläufig 9000° C. aushalten muss, welche in regelmäfsig wiederkehrenden, täglichen Perioden auf etwa 5000° C. fällt. Die meisten Materialien werden bei dieser Hitze nicht nur zusammenschmelzen, sondern auch durch das periodische Fallen und Steigen abwechselnd eine Ausdehnung und Zusammenziehung erfahren, welche der Festigkeit des Ofens in Kurzem Gefahr bringen muss. Man ist daher beinahe ausschließlich bei dem feuerfesten Thon als Baumaterial stehen geblieben. Zu diesem Zweck wird der frische Thon mit so viel Cement, d. i. gebranntem und gemahlenem Thone derselben Gattung versetzt, als er irgend verträgt, ungefähr ein Drittel. Dieser Zusatz erhöht natürlich nicht die Schmelzbarkeit, verhindert aber die Schwindung im Feuer, und macht ihn dadurch, dass er ein sehr lockeres Gefüge bewirkt, geschickter, der Ausdehnung und Zusammenziehung nachzugeben. In einem Glasofen wird so lange geschmolzen, als er aushält, ohne alle Unterbrechung. Seine Dauer in der Kunstsprache, die »Campagne« genannt, ist immer sehr beschränkt, obgleich sehr verschieden, je nach der Qualität des Thones, je nach der Art des Glases, und, was damit zusammenhängt, der Temperatur, der er ausgesetzt wird. Da, wo man sehr gute, feuerfeste Thone hat, und Bleigläser fabricirt, welche viel weniger Hitze erfordern, wie z. B. in England, ist die Dauer am längsten, oft 4—5 Jahre; bei strengflüssigen Gläsern und weniger gutem Thon oft nur 18 Monate, wie auf vielen Glashütten Deutschlands. Es liegt auf der Hand, dass bei dem Aufbau eines Ofens gewöhnlicher Kalkmörtel nicht gebraucht werden kann, denn er würde als Flussmittel wirken; man verbindet vielmehr die Thonsteine, welche nicht gebrannt und nicht völlig getrocknet, sondern noch etwas weich sein müssen, mit Brei aus demselben Thon. Das Mauerwerk wird nun in dem Maafse, als es eintrocknet, durch Schlagen mit dem Bläuel immer inniger und fester verbunden, so dass der fertige Ofen in der That aus einem einzigen Stück feuerfesten Thon besteht. Je langsamer das Austrocknen der Ofenmasse von Statten geht, um so weniger werden Risse und unganze Stellen entstehen, und um so solider wird die Arbeit. Aus diesem Grunde muss man das Austrocknen allein durch die Luft bewerkstelligen, ohne Mithilfe von Hitze. Es dauert daher in der Regel einige Monate, ehe man den Ofen anfeuern kann; aber auch dieses muss höchst allmählig und steigend geschehen, so dass, von dem ersten Anzünden an gerechnet, wieder einige Wochen vergehen, bis der Ofen in volle Gluth kommt.

In einem Glasofen befinden sich stets mehre, 6, 8 bis 10 Schmelzgefäfsse aufgestellt und vertheilt, welche alle derselben Hitze bedürfen; deshalb sind die Glasöfen niemals liegende Flammöfen, welche einseitig wirken würden, sondern stehende, d. h. der Schmelzraum lieg oberhalb der Feuerungen und nicht neben diesen. Er ist theils länglich rund, theils viereckig und von Oben überwölbt. Durch die Mitte ert Sohle, und zwar der Längenrichtung nach, geht ein ziemlich breiter dC

nal, dessen beide Enden an den schmalen Seiten des Ofens die Feuerung bilden. Es bleiben daher zu beiden Seiten dieser Grube, welche die Pipe genannt wird, zwei schmale Streifen von der eigentlichen Ofensohle übrig. Auf diese, die »Bänke« oder das »Gesäfs« genannt, werden die Schmelzgefäße aufgestellt. Man sieht aus dieser Disposition, dass die Feuerung nicht blofs eine untere, sondern auch eine mittlere zwischen die Schmelzgefäße eingeschobene ist. Der Glasofen wird in der Regel so angelegt, dass das Niveau der Bänke mit dem der Hüttensohle zusammenfällt; dadurch kommen die Schmelzgefäße und ihr Inhalt in die richtige Stellung zu dem vor dem Ofen beschäftigten Arbeiter. Hinter jedem Schmelzgefäfs, welche also an den beiden Längsseiten angeordnet sind, befindet sich in der Höhe seines oberen Randes eine Oeffnung, welche zum Eintragen des Satzes, zum Herausnehmen und Bearbeiten des Glases dient.

Die Glasöfen haben in der Regel keinen Schornstein. Die senkrechte Richtung des Zugs und die Höhe des Ofens selbst machen ihn entbehrlich. Wo Schornsteine vorhanden sind, stehen diese nicht mit dem Ofen in geschlossener Verbindung, sie dienen nicht, um den Zug hervorzubringen, sondern die entweichende Hitze abzuleiten; sie sind mehr Ventilations-, als Zugvorrichtungen. In England sind die Glasöfen ganz allgemein von einem weiten Mantel aus Backsteinen, *howell*, umgeben, welcher oben kegelförmig zusammenläuft bis auf eine Höhe von 60', 70' und mehr. Der untere weite Theil bildet die Hütte oder den Raum für die Arbeiter, der obere verlängerte, spitz zulaufende den Ventilations-schornstein.

Die Schmelzgefäße, welche in der Regel die Gestalt von runden oder ovalen Tiegeln haben, heifsen in der Hüttensprache *Häfen*, die viereckigen dagegen in der Spiegelgiefserei heifsen *Wannen*. Die Sicherheit des Ganges und der ungestörte Betrieb hängen sehr bedeutend von der Güte dieser Gefäße ab. Sie bestehen aus derselben feuerfesten Masse, wie die Oefen, und werden überall auf den Glashütten selbst angefertigt. Man hat sie von 24 Zoll Höhe bis zu 40, 50, ja in den Spiegelgiefsereien bis zu 60 Zoll, bei einer Stärke von beiläufig 3 Zoll. Bei so großer Masse und bei der wegen des flachen Bodens immer gebrochenen Form wird es begreiflich, dass die Häfen bei der Hitze von 9000° C. bis 12,000° C. leicht reifsen. Dieses ist in der That bei vielen Glashütten eine fortwährende Quelle von Verlust und Unannehmlichkeiten, weil das Glas selbst durch ziemlich feine Sprünge ausliefst und jeder gerissene Hafen ausgewechselt werden muss. Es giebt Glashütten, wo dieses Uebel beinahe jede Woche vorkommt, während es auf anderen sich oft in Monaten nicht ereignet, so bei den englischen. Berthier fand in der Masse eines

	französischen Glashafens.	böhmischen Glashafens.
Kieselerde	100,0	100,0
Thonerde	7,4	42,8
Eisenoxyd	41,1	3,2
Bittererde	—	0,7.

Die Häfen, obgleich sie sehr sorgfältig lufttrocken gemacht werden, können natürlich nie unmittelbar in den Glasofen eingesetzt werden, weil sie sonst unfehlbar durch den plötzlichen Eindruck der Hitze reifsen würden. Um dies zu vermeiden, werden sie stets in einem zur Seite

befindlichen Hülfsöfen, dem sog. Temperofen langsam auf die hohe Rothglühhitze gebracht, und dann in den Schmelzöfen eingefahren. Da die Arbeitsöffnungen viel kleiner sind, als die Häfen, so sind an dem Glasofen immer besondere Oeffnungen zum Aus- und Einfahren der letzteren vorhanden, welche Hafenthore heißen. Sie liegen gewöhnlich an den beiden schmalen Seiten des Ofens über den Feuerungen, und werden bei dem jedesmaligen Gebrauch wieder zugemauert und resp. aufgebrochen.

Wollte man in einem neuen Hafen unmittelbar Glassatz verschmelzen, so würden die Flussmittel (Alkalien, Bleioxyd), welche früher flüssig werden, ehe sie an die Kieselsäure gebunden sind, die Tiegelwände mit Heftigkeit zerfressen, gerade so, als wenn man darin eine Zeitlang bloße Potasche schmolze. Um diesem Nachtheile vorzubeugen, pflegen die Glasmeister vorläufig etwas Glasbrocken einzuschmelzen und über die Hafenthorwände auszubreiten; dadurch dringt die Glasmasse einige Linien tief in den Thon ein, und bildet damit ein hartes, sehr strengflüssiges Glas, welches, als eine Art Glasur, die Thonmasse vor den Flussmitteln schützt. Dies ist, was man das »Einglasen« oder »Aus säumen« der Häfen nennt.

Die Vorbereitung des Satzes und das Schmelzen im Allgemeinen.

In früherer Zeit pflegte man den Satz vor dem Eintragen in die Häfen, und vor der eigentlichen Schmelzung in einem besonderen Ofen so stark zu erhitzen, dass eine anfangende Schmelzung, oder vielmehr ein Zusammensintern eintrat. Dabei wurde alle Feuchtigkeit ausgetrieben, die verbrennlichen und kohlenhaltigen Theile beseitigt, und ein Theil der Kohlensäure entfernt. Man erhielt so eine reinere und für die Schmelzung mehr vorbereitete Masse »die Fritte« (s. d.). Gegenwärtig, wo man die Vortheile eingesehen hat, welche die Verarbeitung von reineren Materialien gewährt, ist man von dem Fritten, welches hauptsächlich in der Unreinheit der Rohstoffe seinen Grund hatte, so gut, wie ganz zurückgekommen. Nur in einigen Hütten pflegt man, wenn der Ofen anfängt unbrauchbar zu werden, und nicht mehr die gehörige Hitze giebt, das Ende der Campagne zum Schmelzmachen zu benutzen. Es ist dies eine Art in den Häfen geschmolzener Fritte, welche ausgeschöpft und in Wasser abgeschreckt (geschrenzt) wird, und später als Material zum eigentlichen Glasschmelzen dient. Nach der jetzigen Art werden die Bestandtheile des Satzes zusammengewogen und meist ohne alles Weitere in die Häfen eingetragen. Es ist durchaus nicht erforderlich, alle Materialien vorher zu pulvern und innig zu mischen; bei der Kieselerde nicht, weil diese als Sand hinreichend zertheilt ist; bei den Alkalisalzen nicht, weil diese schon lange vor der Glasbildung, in der Rothglühhitze in Fluss kommen. Bei dem Kalk ist dieses aus einem andern Grunde überflüssig, und man pflegt auch in den besten Hütten, wo man derben Kalkstein anwendet, diesen, wie die Steine zum Straßensbau, nur in nuss- bis eigrofse Stücke zu zerschlagen.

Geschmolzene schwefelsaure und kohlen-saure Alkalien lösen nämlich — wie zuerst von Berthier beobachtet wurde — den Kalk selbst in derben Stücken mit der größten Leichtigkeit schon bei der mäßigen Rothglühhitze zu einem wasserdünnen Fluss auf, welcher nach dem Erkalten zu einer homogenen krystallinischen Masse erstarrt. Wenn daher der

Satz in den glühenden Glashafen eingetragen wird, so werden die Alkalien zuerst schmelzen, alsdann den Kalk aufnehmen, und unter Vermittelung der inzwischen ebenfalls in Fluss kommenden Glasbrocken allmählig den Sand auflösen. Die Auflösung durch die Alkalien bewirkt einen viel höheren Grad von Zertheilung, als er irgendwie durch Mahlen oder Pulverung möglich ist. Die Erfahrung hat gelehrt, dass man den zu einem Hafen gehörigen Satz, welcher beiläufig anderthalb bis drei Centner beträgt, nie auf einmal eintragen darf, theils weil derselbe durch Entwicklung von Kohlensäure ziemlich stark steigt, und alsdann wegen Mangel an Raum überfließen würde; theils weil dadurch der Hafen auf einmal zu sehr erkaltet würde, und während die Schmelzung vom Rande aus vor sich geht, leicht in der Mitte ein fester Kern bleibt, der sich nun schwierig und langsam auflöst. Es ist deshalb stehende Regel, dass man den Satz in mehre, gewöhnlich in drei Theile theilt, und jedes folgende Drittel erst dann hinzufügt, wenn das Vorhergehende völlig niedergeschmolzen ist. Zuweilen ist es förderlich, wenn man von dem Flussmittel mehr in die ersten, als in die letzten Antheile bringt; doch sind die bleihaltigen Sätze hiervon ausgenommen. Bei dem ununterbrochenen Gang der Oefen geschieht das Eintragen des Satzes sogleich, wenn das Glas von der vorhergegangenen Schmelzung aufgearbeitet ist, und zwar mittelst Schöpfkellen durch die Arbeitsöffnungen; sobald der letzte Rest der Beschickung eingetragen ist, werden diese geschlossen, um die Schmelzung zu vollenden.

So lange der Ofen überhaupt in Thätigkeit ist, also während der ganzen Campagne, sind die Schürer damit beschäftigt, das Feuer zu unterhalten. Die Consumption in den Glasöfen ist aber so bedeutend, dass sie diese Arbeiter, welche unaufhörlich zwischen den Feuerungen hin und hergehen, um neues Brennmaterial aufzulegen, in voller Thätigkeit erhält. Bei Holzfeuer muss dieses rascher geschehen, als bei Steinkohlenfeuer, und in der Schmelzzeit rascher, als während der Verarbeitung des Glases. Unterdessen sind die Schmelzer beflissen, durch wiederholtes Probeziehen den Fortgang der Schmelzung zu verfolgen; sie ziehen nämlich von Zeit zu Zeit mittelst »des Randkolbens« eines kurzen, unten plattgeschmiedeten Eisenstabes, einen Tropfen aus dem Hafen und untersuchen, ob sich nach dem Erkalten noch viel ungelöste Sandkörner etc. unterscheiden lassen oder nicht, und ob die Masse, welche noch eine Menge Luftblasen einschließt, in sich gleichförmig erscheint. So lange nämlich das Entweichen von Kohlensäure noch mit einiger Heftigkeit stattfindet, bewirkt diese durch das Aufsteigen der größeren Blasen eine höchst förderliche Bewegung, gleichsam ein Umrühren, wodurch die anfangs entstehenden Verbindungen ungleicher Zusammensetzung und Dichtigkeit gehörig unter einander gemengt werden; später dagegen, wenn die Gasentwicklung nachlässt, finden die dichteren Theile um so mehr Gelegenheit, sich zu trennen und am Boden abzulagern, als die Temperatur an diesem Punkte bedeutend (ungefähr um $\frac{1}{4}$) niedriger ist, als im oberen Theile des Hafens und mithin keine Ausgleichung dieses Uebelstandes durch eine aufsteigende Strömung bewirken kann. Man hilft sich in diesem Falle entweder durch Umrühren mit der Schöpfkelle, oder dadurch, dass man ein Stück weissen Arsenik bis auf den Boden des Hafens niederstößt, um von da aus eine gewaltsame Dampfbildung zu erzwingen. — Nach beendigter Schmelzung ist der Inhalt der Häfen im Ganzen nichts weniger als rein und gleichförmig. Zwar sind alle festen

Theile so weit aufgelöst, aber die Glasmasse ist voll kleiner Blasen, und zum Verarbeiten vor der Hand gänzlich unbrauchbar, in der Regel um so mehr, je unreiner die Materialien waren; es scheidet sich dabei an der Oberfläche eine flüssige Schicht von Stoffen, »die Glasgalle,« ab. Sie ist ein Gemenge derjenigen Salze, welche bei der Schmelzung weder verflüchtigt, noch von der Kieselerde zersetzt wurden; sie besteht hauptsächlich aus schwefelsauren und salzsauren Alkalien. Neuerlich sind mehrere Glasgallen von Girardin untersucht worden. Die erste war von Fensterglas und bildete eine Masse von schmutzig weißer Farbe von glatten dichten Bruche und großer Härte. Mehrere Monate feuchter Luft ausgesetzt, wittert sie aus und zerklüftet, indem sie auf dem Bruch weiß und zerreiblich wird. Die zweite war von Hohlglas, sie war gelblich weiß, und hatte ein hartes, dichtes Gefüge. Die dritte war von Flaschenglas von graulich weißer Farbe, verhielt sich wie die beiden vorigen, zeigte aber weniger Neigung, auszublühen. Diese drei Glasgallen ergaben bei der Analyse

	A.	B.	C.
Wasser	1,65	0,20	1,00
schwefelsaur. Natron	83,32	20,51	55,92
schwefelsaur. Kalk	10,35	6,00	25,11
Kochsalz	1,43	0,04	0,20
kohlensaur. Natron	Spur	—	—
Kalisalze	—	—	Spur
unauf lösliche Substanzen	3,25	3,35	17,77
	100,00	100,00	100,00

Die unauf löslichen Substanzen sind Silicate des Kalkes, der Thonerde, des Eisens u. s. w.

Bei Glassätzen aus reinen Materialien bildet sie sich nur spärlich oder gar nicht, und wo sie in größerer Menge auftritt, ist dies immer ein Beweis eines übel beschaffenen Satzes. Die Abscheidung dieser Verunreinigungen sowohl der gasigen, als flüssigen und festen wird vermittelt der sog. »Läuterung« bewerkstelligt. Sie besteht in einer Art Decantation, wobei die Gasblasen und die Galle an die Oberfläche steigen, ungelöste Sandkörner, Klümpchen etc. sich zu Boden setzen. Diese Reinigung kann natürlich nur dann mit Erfolg von Statten gehen, wenn die Glasmasse der Bewegung der fremdartigen Theile so wenig Widerstand als möglich entgegensetzt, d. h. so dünnflüssig als möglich ist. Um diesen Grad von Flüssigkeit hervorzubringen, muss daher die Hitze des Ofens auf den höchsten Punkt gebracht, und so lange auf dieser Höhe erhalten werden, bis die Glasmasse klar und gleichförmig erscheint. Um das Fortschreiten und die Beendigung der Läuterung, welche immer einige Stunden dauert, zu erkennen, werden von Zeit zu Zeit Proben gezogen und untersucht. Wenn diese genügend erscheinen, so ist die Bildung der Glasmasse in jeder Beziehung fertig, und es kann nunmehr zum Verarbeiten geschritten werden; doch ist dieses nicht unmittelbar thunlich. Es ist nämlich bereits hervorgehoben worden, dass die eigenthümliche Art der Verarbeitung des Gases (bis auf wenige Ausnahmen) nur bei einem gewissen Grade der Zähflüssigkeit, also bei einer gewissen Temperatur geschehen kann. Diese ist ungleich niedriger, als die der Läuterung, und es muss daher mit dem Verarbeiten des Glases so lange gewartet werden, bis durch das »Ablassen« die Ofenhitze auf den richtigen

Grad gesunken ist. Zu dem Ende wird das Schüren $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Stunde lang unterbrochen, und nimmt alsdann während der Verarbeitung in der Weise seinen Fortgang, dass der Ofen möglichst gleichförmig auf einer Temperatur bleibt, welche der Blasbarkeit des Glases angemessen ist.

In Bezug auf den Temperaturunterschied heisst die Periode, während welcher das Glas geschmolzen und geläutert wird »das Heifschüren«; die Periode des Verarbeitens »das Kaltschüren«. Durchschnittlich ist die Temperatur des Kaltschürens 700° Wdg., was beiläufig 5000° C. — und die des Heifschürens 1300° Wdg., was beiläufig 9000° C. entspricht.

Die Fehler des Glases.

Es wird stets eine Sache von der größten Schwierigkeit, wo nicht der Unmöglichkeit sein, ein völlig tadelfreies Glas zu fabriciren, da wo man im großen Maasstabe arbeitet. Die gewöhnlich vorkommenden Fehler liegen entweder in der Farbe, worüber schon das Nöthige angeführt worden, oder in dem Mangel an Gleichartigkeit der Masse.

Bei mangelhafter Läuterung geschieht es, dass unaufgelöste Sandkörner und Salztheile mit in das Glas kommen. Die ersteren bilden Klümpchen mit einem weissen Kern, die letzteren weisse Flocken. Glas, welches damit behaftet ist, heisst höckerig, sandig oder krätzig. Zuweilen sind unklare Stellen in dem Glas von größerem Umfange, von dem Ansehen eines fein zertheilten in der Masse schwebenden Niederschlages, eine mehr oder weniger dichte Trübung darstellend. Zuweilen besteht diese Trübung nur aus einer Anhäufung von kleinen Bläschen. Solches Glas heisst rauchig, nebelig, oder wolkig. Sogenannte Winden oder Fäden entstehen, wenn kältere Glasteile, z. B. Tropfen oder Stückchen der zu bearbeitenden Gegenstände auf irgend eine Weise in den Hafen gerathen, wo sie anfangen zu schmelzen, und wegen ihrer größeren Dichte in Gestalt eines Fadens nach dem Boden sinken. Wird in diesem Zeitpunkte Glas aus dieser Stelle des Hafens geschöpft und verarbeitet, so treten diese weniger heissen, und darum weniger dehnbaren Fäden nicht selten als fühlbare Erhabenheiten aus der Oberfläche der Glaswaaren hervor.

Die meisten Glassätze, am meisten die bleibaltigen, haben eine Neigung, im Anfange der Schmelzung statt eines einzigen homogenen Glases mehrere Glasarten von verschiedener chemischer Zusammensetzung und verschiedener Dichte zu geben, welche sich oft sehr schwermischen, und in diesem Zustande um so hartnäckiger verharren, als an dem Boden der Glashäfen, wohin sich die dichteren Theile begeben, die Temperatur ungefähr um $\frac{1}{4}$ niedriger ist, als im oberen Theile. Es sind mithin keine Strömungen vorhanden, welche die verschiedenen Schichten des Glases mit einander mengen. Auf diese Art kann es geschehen, dass die zu einem Artikel verarbeitete Glasmasse, obgleich in Bezug auf Farbe und Durchsichtigkeit homogen, dennoch aus Theilen besteht, deren Dichte sehr verschieden ist. Diese werden mithin auch eine verschiedene Brechbarkeit besitzen, so dass die Bilder von Gegenständen, welche durch solches Glas hindurch gesehen werden, verzerrt und verworren erscheinen. Solche Stellen heissen, je nach ihrer Gestalt und Ausdehnung, Wellen, Schlieren oder Streifen.

Ein ganz ähnlicher Fehler, aber verschiedenen Ursprungs, sind die

sog. Rampen. Während des Schmelzens wird bekanntlich ein merklicher Theil der alkalischen Salze verflüchtigt, und mit der Flamme weggeführt. Auf der anderen Seite haben dagegen Thonmassen in der Glühhitze die Eigenschaft, alkalische Dämpfe aufzusaugen, worauf unter Anderen eine der Methoden, Thonwaaren zu glasiren, beruht. Es begreift sich darnach von selbst, dass die innere Oberfläche des Ofens sich nach und nach mit einer Glasur von einem strengflüssigen Thonerdeglass überzieht, und dass dieser Ueberzug durch fortgesetzte Aufnahme von Alkali allmählig leichtflüssig wird und herabschmilzt. Bei diesem Angefressenwerden des Ofengewölbes geschieht es daher leicht, dass Tropfen der geschmolzenen Glasur in den Hafen fallen; da diese nun viel strengflüssiger sind, als die Glasmassen, so lösen sie sich nie vollständig auf, und sind noch in dem verarbeiteten Glase als Rampen sichtbar. Bei einem gut construirten Glasofen muss dieser Uebelstand berücksichtigt, und das Gewölbe so construiert seyn, dass die Tropfen nicht in, sondern vor die Glashäfen fallen.

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen gehen wir nunmehr auf das Technische der einzelnen Zweige des Glashüttenbetriebes über.

I. Bleifreie Gläser.

A. Das Hohlglas.

So abweichend die einzelnen Glieder dieser Kategorie in ihrer Qualität und chemischen Zusammensetzung auch sind, so sind sie doch in Bezug auf ihre Darstellung und Verarbeitung nicht gerade wesentlich verschieden. Vor Allem gilt dies von den Oefen, welche für Flaschenglas, für halbweisses und weisses Hohlglas und selbst für Fensterglas die nämlichen sind. Es ist damit nur gesagt, dass der nämliche Ofen, worin eine von diesen Sorten geschmolzen wird, auch ebenso gut für die anderen dienen kann, und wirklich dient. Die stattfindenden Abweichungen in der Construction beruhen daher nicht sowohl in der Verschiedenheit der genannten Glassorten, als vielmehr auf allgemeinen Rücksichten. Die Hauptverschiedenheit liegt in der Form, indem auf einigen Hütten der Querschnitt des Schmelzraumes rund, auf anderen viereckig angelegt wird.

Für ein gleich großes Quantum zu schmelzenden Glases, oder was dasselbe ist, für eine gleich große Anzahl Häfen wird natürlich derjenige Ofen der beste seyn, und verhältnissmäßig am wenigsten Brennstoff verzehren, der diese Häfen in dem kleinsten Querschnitte des Heizraumes enthält, bei dem also der Raum am vollständigsten benutzt und das Feuer am meisten concentrirt ist. Gesetzt man habe 6 Häfen von je 2 Fufs Durchmesser, so finden sie (die nothwendigen Zwischenräume jedesmal eingerechnet) in einem viereckigen Schmelzraume bequem Platz, wenn dessen kürzere Seite 6 Fufs und seine längere $6\frac{1}{2}$ Fufs im Lichten beträgt. Sollen sie aber in einem kreisrunden Schmelzraume untergebracht werden, so müsste dieser wenigstens 8 Fufs im Durchmesser haben. In dem ersten Falle ist die Grundfläche des Heizraumes 39 Quadratfufs, im zweiten Falle dagegen $50\frac{1}{4}$ Quadratfufs und mithin der Vortheil entschieden auf Seiten der viereckigen. Kreisrunde Oefen kommen selten oder nie vor; dagegen mögten diejenigen Oefen die Majorität bilden, welche ihrer Construction nach zwischen beiden Extremen die Mitte halten, und bald oval, bald nach einem Viereck mit abgerundeten Ecken angelegt sind.

Es ist eine natürliche Folge des hohen Hitzgrades, wie er in den Schmelzräumen herrschen muss, dass ein sehr bedeutender Theil der entwickelten Wärme mit der aus den verschiedenen Oeffnungen entweichenden Flamme abzieht. Um diese nicht gänzlich verloren zu geben, so ist es Regel, um den eigentlichen Schmelzofen herum eine Anzahl Nebenöfen anzulegen, welche von der abfallenden Hitze geheizt werden. Sie dienen theils als Kühl-, theils als Temperöfen, theils zum Darren des Holzes und ähnlichen Nebenzwecken. Die nachstehenden Abbildungen geben ein Beispiel von einem viereckigen Hohlglasofen, und zwar Fig. 71 in horizontalem Durchschnitt über dem Niveau der Bänke, Fig. 72 in der vorderen Ansicht der Seite der Arbeitslöcher mit dem Durchschnitt des einen Temperofens; Fig. 73 im senkrechten

Fig. 71.

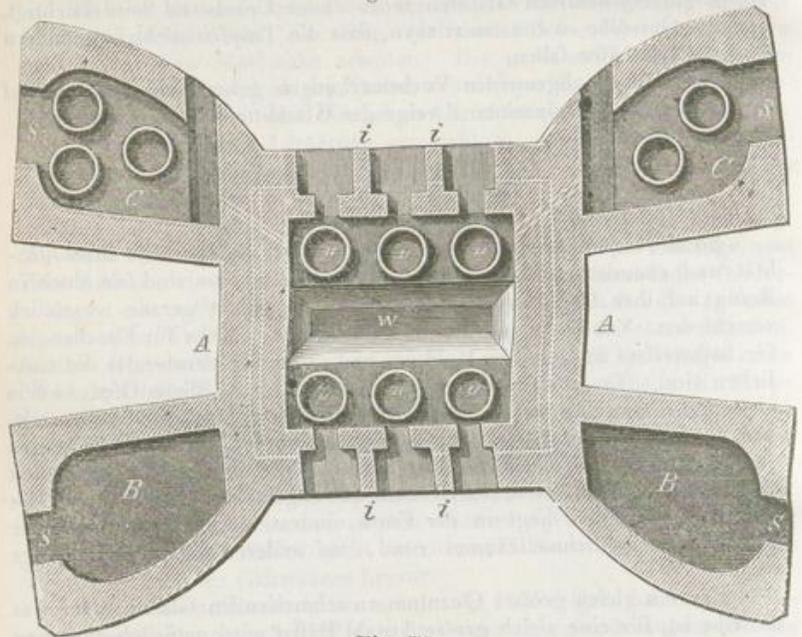
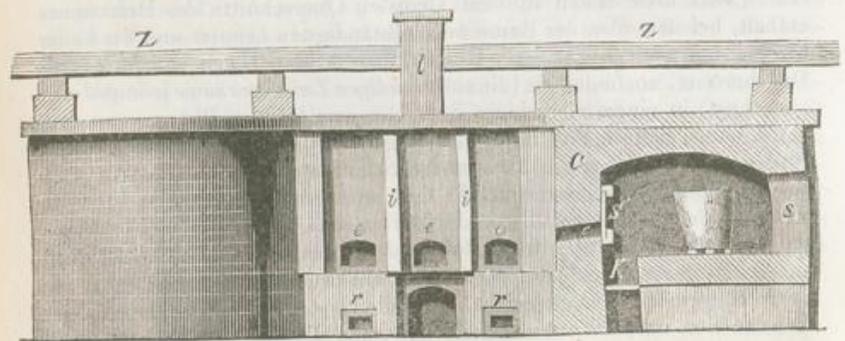


Fig. 72.



Durchschnitt durch die beiden Feuerungen, Fig. 74 in einem senkrechten Durchschnitt, aber rechtwinkelig auf dem vorigen.

Fig. 73.

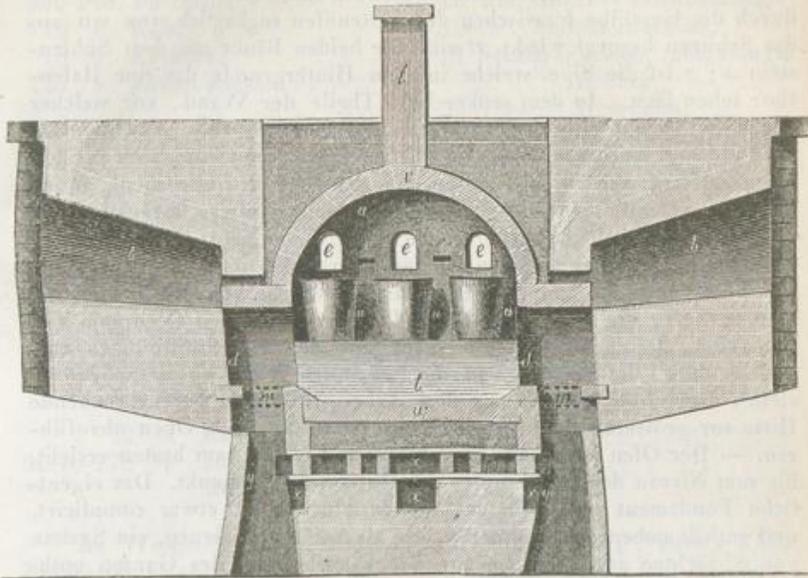
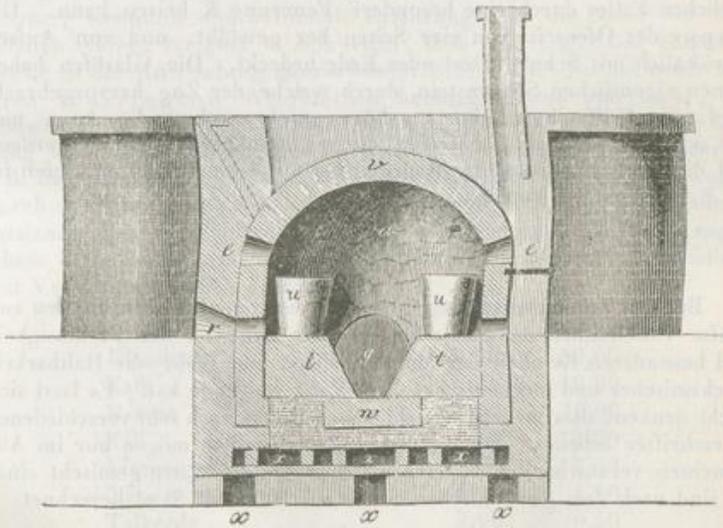


Fig. 74.



In dem Grundriss ist das mittlere Viereck *AA* der Hauptofen mit der Pipe ω , den sechs Häfen *u* und den Pfeilern *ii*, welche zwischen den Arbeitsöffnungen entspringen, und die Arbeitsplätze von einander scheiden. Von den vier angebauten Flügeln, welche alle ihre besonderen

Zugänge *SSSS* haben, dienen zwei *CC*, als Temper-, die beiden anderen *BB* als Kühlöfen. Aus den Durchschnitten Fig. 73 und 74 ersieht man die Lage der Arbeitsöffnungen und der Feuerungen. Die letzteren befinden sich in dem Raume *d*, haben ihre Roste bei *m* und sind durch die Gewölbe *b* zwischen den Seitenöfen zugänglich, von wo aus das Schüren besorgt wird. *tt* sind die beiden Bänke mit dem Sohlenstein *w*; *g* ist die Pipe, welche in dem Hintergrunde das eine Hafenthor sehen lässt. In dem senkrechten Theile der Wand, vor welcher die Häfen stehen, sind dreierlei Oeffnungen angebracht. *r* (s. Fig. 72.) sind die sog. Aufbrechlöcher: sie dienen dazu, wenn ein Hafen aus dem Ofen entfernt werden soll, diesen von der Bank loszubrechen, an die er durch verzetteltes Glas, Flugasche etc. immer etwas festgeschmolzen ist. Die Arbeitslöcher *eee* liegen, wie man sieht, etwas weniges über dem Rande der Häfen *u*, so dass man von Aussen bequem an die Glasmasse gelangen kann. — Die Flamme, welche von den beiden Rosten *mm* in die Pipe strömt, und von da in den Ofenraum sich verbreitet, tritt, so weit sie nicht aus den Arbeitsöffnungen entweicht, durch die Füchse *cc* in die Nebenöfen *B* und *C*. Der Schornstein *l* dient dazu, um die aus den Arbeitsöffnungen hervorbrechende Hitze zur größeren Bequemlichkeit des Arbeiters nach Oben abzuführen. — Der Ofen ist genau, wie man aus Fig. 74. am besten ersieht, bis zum Niveau der Bänke unter die Hüttensohle versenkt. Das eigentliche Fundament unterhalb des Sohlensteines *n* ist etwas complicirt, und enthält neben den Räumen *y*, die als Aschenfall dienen, ein System von Abzuchten *xx.*, welche zur Trockenerhaltung des Ganzen nothwendig sind. In Bezug auf die Fig. 72. ist zu erwähnen, dass man die Füchse *c* mittelst des Schiebers *S* absperren, und die Nebenöfen erforderlichen Falles durch eine besondere Feuerung *K* heizen kann. Die Kuppe des Ofens ist von vier Seiten her gewölbt, und von Aussen gewöhnlich mit Schutt, Sand oder Erde bedeckt. Die Glasöfen haben keinen eigentlichen Schornstein, durch welche der Zug hervorgebracht wird, die Hülfschornsteine *l* gehören nicht nothwendig dazu, und sind selten vorhanden. Bei Oefen, die mit Steinkohlen gefeuert werden, sind die Roste nothwendig, hingegen bei mit Holz gespeisten Oefen in der Regel nicht vorhanden.

1. Das Flaschenglas.

Bei der Zusammensetzung dieses Glases kommt es am meisten auf große Wohlfeilheit der Masse an, weshalb man von der Farblosigkeit und besonderen Reinheit der Masse absieht, und mehr die Haltbarkeit in chemischer und mechanischer Beziehung im Auge hat. Es lässt sich leicht denken, dass man an verschiedenen Orten nach sehr verschiedenen Vorschriften arbeitet. Die nachstehenden Beispiele mögen nur im Allgemeinen veranschaulichen, nach welcher Art die Sätze gemischt sind; sie sind nach dem gewöhnlichen Stiele auf 100 Pfd. Sand berechnet:

Zu Champagnerflaschen nach Jähkel.	Dunkelgrünes Flaschen- glas.
200 Pfd. Feldspath,	20 Pfd. trocknes Glaubersalz,
20 » Kalk,	18 » Seifensiederfluss,
15 » Kochsalz,	1 Scheffel (preuss.) ausgelaugte Asche,
125 » Eisenschlacken.	39 » Heerdglas,
Gemeines französisches Flaschenglas.	179 » Glasbrocken (grüne),
30—40 Pfd. Varec.	45 » Basalt.
160—170 » ausgelaugte Asche,	Englisches
30—40 » frische Asche,	160 Pfd. ausgelaugte Asche
80—100 » eisenhaltiger Thon (Lehm),	40—90 » Kelp,
100 » Glasbrocken.	30—40 » Holzasche,
Gemeines grünes Flaschen- glas.	80—100 » Lehm,
72 » Kalk,	100 » Glasbrocken.
208—278 » ausgelaugte Holz- asche.	

Im Wesentlichen enthalten alle diese Sätze Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Eisen und eine Menge von Thonerde, welche das Flaschenglas vor allen anderen auszeichnet. Der Sand ist nicht gereinigt, noch gewaschen. Bei unvorsichtiger Schmelzung und besonders, wo genauere Kenntniss und bestimmte Erfahrung über die Natur der Materialien fehlen, ereignet es sich leicht, dass eine Glasmasse entsteht, welche in der Anwendung gänzlich unbrauchbar ist. So hat unter anderen Warrington Weinflaschen beobachtet und untersucht, die schon von Wein und schwachen Lösungen von Weinsäure unter Bildung von Weinstein angegriffen wurden. Verdünnte Mineralsäuren, z. B. Salz- und Schwefelsäuren zerfrassen die Flaschen in wenigen Tagen durch und durch, indem dabei Gyps, salzsaure Kalk oder Kieselgallerte entstand. Eine vergleichende Analyse mit diesem und mit gutem englischem Flaschenglas derselben Sorte ergibt die Ursache dieses auffallenden Verhaltens ziemlich deutlich.

	Das schlechte Glas.	Das gute Glas.
Kieselerde	49,00	59,00
Kalk	24,75	19,90
Natron	7,25	10,00
Kali	2,00	1,70
Eisenoxyd	10,00	7,00
Thonerde	4,10	1,20
Talkerde	2,00	0,50
Kupfer- und Manganoxyd .	Spur	Spur
	<hr/>	<hr/>
	99,10	99,30

Wie man sieht, fehlt es dem schlechteren Glase an Kieselerde, es ist dagegen in einem merklichen Grade mit Basen übersättigt.

Dass bei dem Flaschenglase keine Entfärbungsmittel angewandt werden, versteht sich von selbst. Dagegen bedarf es einer besonderen Erwähnung, dass eine eigentliche Läuterung bei dem Glase zu gemeinen Flaschen nicht stattfindet. Man beginnt ohne weiteres die Glasmasse zu verarbeiten, sobald sie nur einigermaßen in gleichmäßigem und klarem Flusse ist. Man findet häufig, dass in Oefen für feineres Glas auch ein Hafen zu gemeinem Flaschenglas bestimmt ist. Dies gewährt den Vortheil einer besseren Benutzung der weniger reinen Abfälle.

Das Flaschenglas ist besonders von Berthier und Dumas untersucht worden. Sie fanden:

Flaschenglas.

Analytiker:	Berthier.			Dumas.	
	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselerde . . .	60,0	60,4	59,6	53,55	45,6
Kali	3,1	3,2	3,2	5,48	6,1
Natron	22,3	20,7	18,0	29,22	28,1
Bittererde . . .	—	0,6	7,0	—	—
Baryt	—	0,9	—	—	—
Manganoxydul . .	1,2	—	0,4	—	—
Thonerde	8,0	10,4	6,8	6,01	14,0
Eisenoxyd	4,0	3,8	4,4	5,74	6,2
Manganoxyd . . .	—	—	—	—	—

Das Glas Nr. 1. stammt von Souvigny, Nr. 2. von St. Etienne, Nr. 3. von Epinac, Nr. 4. von Sevres bei Paris, Nr. 5. aus einer unbekanntem, aber ebenfalls französischen Hütte.

Das Verhältniss des Sauerstoffgehaltes der einzelnen Bestandtheile ist daher das folgende:

Sauerstoffgehalt:

Nr.	der Kiesel- erde.	der Metall- oxyde MO.	der Metall- oxyde M ₂ O ₃ .
1.	31,20	7,16	5,31
2.	31,40	6,98	6,00
3.	30,99	8,39	4,63
4.	27,84	9,28	4,56
5.	23,71	9,06	8,43
War- rington	30,68	8,75	2,66

Daraus das Aequivalent-Verhältniss:

in Nr. 1.	$9\text{SiO}_2 + 4\text{MO} + \text{M}_2\text{O}_3$
" " 2.	$16\text{SiO}_2 + 7\text{MO} + 2\text{M}_2\text{O}_3$
" " 3.	$18\text{SiO}_2 + 5\text{MO} + 3\text{M}_2\text{O}_3$
" " 4.	$9\text{SiO}_2 + 6\text{MO} + \text{M}_2\text{O}_3$
" " 5.	$4\text{SiO}_2 + 3\text{MO} + \text{M}_2\text{O}_3$
Warrington's } Glas }	$35\text{SiO}_2 + 20\text{MO} + 2\text{M}_2\text{O}_3$

2. Weißes und halbweißes Hohlglas.

Der Charakter der besseren und feineren Sorte Hohlglas spricht sich schon zum großen Theile in der Mischung des Satzes aus. Wir geben hier einige besonders charakteristische Beispiele, aus den Angaben verschiedener Autoren entnommen, ohne jedoch auf die einzelnen Vorschriften besonderen Werth zu legen: denn es geht hier, wie in anderen Industriezweigen: die Vorschriften, welche sich erfahrungsmäßig besonders bewähren, werden sorgfältig geheim gehalten und kommen niemals zur öffentlichen Kenntniss.

Zu Apothekerflaschen

100 Pfd.	weißen Sand,
30—35 "	Potasche (unger.),
17 "	Kalk,
110—120 "	Asche,
$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ "	Braunstein,
	Glasbrocken.

Böhmisches Krystallglas
zum Schleifen.

100 Pfd.	weißer Sand,
50—60 "	gerein. Potasche,
8 "	Kreide,
40 "	Glasbrocken,
$\frac{3}{4}$ "	Braunstein,

oder:

100 "	Sand,
30 "	Potasche,
18 "	Kalk,
	Entfärbungsmittel.

Halbweißes.

100 Pfd.	Sand,
100 "	rohe Soda (kalkhaltige),
100 "	Glasbrocken,
$\frac{1}{2}$ —1 "	Braunstein.

Feines (weißes).

100 Pfd.	Sand,
65 "	calc. Potasche,
6 "	zerfallener Kalk,
100 "	weiße Glasbr.
$\frac{1}{2}$ "	Braunstein.

Weißes Glas für chemische
Geräthe (Solinglas).

100 Pfd.	Sand, weißer,
41,4 "	Potasche,
17,5 "	Kalk.

Im Allgemeinen treten also hier reinere Materialien und die Mitwirkung der Entfärbungsmittel auf, und jedesmal folgt auf die Schmelzung eine ausdrückliche Läuterung des Glases.

Die höchste Stufe unter den hierher gehörigen Gläsern nimmt das sog. böhmische Schleifglas ein, und wird deshalb vorzugsweise zu solchen Gegenständen verwandt, welche mehr in das Bereich der Kunst und des Luxus, als ins Bereich des täglichen Bedürfnisses gehören. Die Hauptaufgabe bei seiner Bereitung ist, ein edles und der Vollendung in Form und Arbeit angemessenes Material zu schaffen, und im Glanz, Reinheit und Farblosigkeit der Masse, welche durch Schliff und Politur gehoben werden, eine Waare zu erzielen,

welche mit dem Bergkrystall wetteifert. Dieses Ziel lässt sich nur durch die sorgfältigste Auswahl und die höchste Reinheit der Materialien, sowohl des Glases, als der Schmelzgefäße, durch eine fortgesetzte und gewissenhafte Läuterung und endlich durch ein richtiges Mischungsverhältniss erreichen. Man geht dabei von dem Grundsatz aus, dass die Farblosigkeit um so leichter zu erreichen ist, je weniger ein Glas vom Flussmittel, und je mehr es von Kieselerde enthält; man wird daher den Zusatz des ersteren nicht gröfser machen, als es die für die Läuterung nöthige Dümflüssigkeit erfordert.

Ganz besondere Schwierigkeiten hat die Verfertigung des zu pharmaceutischen, chemischen und ähnlichen wissenschaftlichen Zwecken bestimmten Glases. Wenn bei diesen auch nicht ein so hoher Grad von Farblosigkeit und Reinheit verlangt wird, als bei dem böhmischen Glase, so darf es doch in dieser Beziehung nicht unter dem feinsten weifsen Hohlglase stehen. Ein Haupterforderniss aber, wie es bei keinem anderen Glase in gleichem Verhältnisse vorkommt, ist die chemische Beständigkeit oder Schwerzersetzbarkeit, in so fern solche Glaswaaren den stärksten Reagentien, wie Säuren und Alkalien theils sehr lange Zeit, theils bei höheren Temperaturen ausgesetzt sind. Auch hier gilt der Grundsatz, das für die Schmelzbarkeit nothwendige Quantum Flussmittel in keinem Falle zu überschreiten. Es sind deswegen bei weitem nicht alle Glashütten im Stande, eine brauchbare Waare dieser Gattung zu liefern.

Nachstehend sind die Analysen verschiedener Sorten von weifsem Hohlglas und böhmischem Schleifglas zusammengestellt.

Verschiedenes weifses Glas.

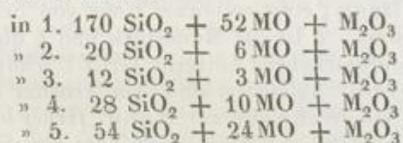
Analytiker:	Berthier.	Gros.	Dumas.	Berthier.	Dumas.	Peligot.
Art des Glases:	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kieselerde	71,7	7,16	69,4	69,2	62,8	76
Kali . .	12,7	1,10	11,8	15,8	22,1	15
Natron .	2,5	—	—	3,0	—	—
Kalk . .	10,3	1,00	9,2	7,6	12,5	8
Bittererde	—	2,3	—	2,0	—	—
Manganoxydul .	0,2	0,2	—	—	—	—
Thonerde	0,4	2,2	9,6	1,2	2,6	1
Eisenoxyd	0,3	3,9	—	0,5	—	—

1. Probe von einem Becher aus Neufeld in Böhmen. 2. Probe von demselben Ort. 3. Ebenfalls böhmisches Glas. 4. Probe von einer leicht schmelzbaren französischen Glasröhre. 5. Probe von Crownglas. 6. Mittelzahlen der Analysen von mehreren Sorten gewöhnlichen böhmischen Glases.

Daraus ergibt sich das Verhältniss
des Sauerstoffs:

Nr.	der Kiesel- erde.	der Metall- oxyde. MO.	der Metall- oxyde. M ₂ O ₃
1.	37,28	5,73	0,33
2.	37,23	5,60	2,27
3.	36,08	4,63	4,48
4.	35,98	6,40	0,71
5.	32,65	7,31	0,93

und das Aequivalentverhältniss:



Die Analysen des halbweissen Hohlglases, wie es z. B. zu ordinären Medicingläsern gebraucht wird, ergaben:

Medicinglas.

Analytiker:	Berthier.			
	1.	2.	3.	4.
Art der Gläser:				
Kieselerde	71,6	62,5	69,6	62,0
Kali	10,6	10,5	8,0	—
Natron	—	—	3,0	16,4
Kalk	10,0	16,2	13,0	15,6
Bittererde	—	—	0,6	2,2
Manganoxydul . .	0,3	1,2	—	—
Thonerde	3,0	4,5	3,6	2,4
Eisenoxyd	1,5	2,5	1,6	0,7

Sämmtliche Sorten sind aus französischen Glashütten.

Hieraus das Sauerstoffverhältniss:

Nr.	der Kiesel- erde.	der Metall- oxyde. MO	der Metall- oxyde. M ₂ O ₃
1.	37,23	3,997	1,86
2.	32,50	6,68	2,86
3.	35,98	6,05	2,17
4.	32,44	6,37	0,71

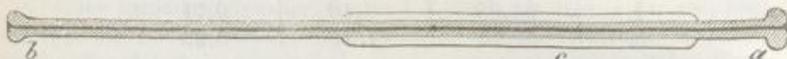
und das Aequivalentverhältniss:

1. $36 \text{ SiO}_2 + 8 \text{ MO} + \text{M}_2\text{O}_3$
2. $48 \text{ SiO}_2 + 20 \text{ MO} + 3 \text{ M}_2\text{O}_3$
3. $24 \text{ SiO}_2 + 8 \text{ MO} + \text{M}_2\text{O}_3$
4. $60 \text{ SiO}_2 + 24 \text{ MO} + \text{M}_2\text{O}_3$

Mechanische Verarbeitung des Hohlglases.

Das vornehmste Werkzeug des Glasmachers ist die Pfeife, Fig. 75.

Fig. 75.



Sie ist ein 4—5' langes, etwa zolldickes Rohr von Schmiedeeisen, und ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll weit. *a* ist das Mundstück und *b* dient zum Anheften des Glases. Der aufgeschobene hölzerne Griff *c* schützt den Arbeiter gegen das Heißwerden. Außerdem sind dem Arbeiter einige Zangen, Eisenstäbe und eine Scheere zur Hand; ferner bedarf er des sog. »Marbels«, einer Platte von Stein, Holz oder Gusseisen mit halbkugelförmigen Vertiefungen. Hölzerne Marbel müssen nass gehalten werden. Mehr sind der Werkzeuge bei den gewöhnlichen Glasbläsern nicht. In den Krystall- und Schleifglashütten wird ein vielfältiger Gebrauch von metallnen Formen gemacht, welche auch in den gewöhnlichen Glasshütten mehr und mehr Eingang finden.

Gewisse Manipulationen sind stehend, und kommen überall in Anwendung. Sie sind hauptsächlich folgende: Um die zu einem Gegenstande erforderliche Menge Glas aus dem Hafen zu bringen, dient kein besonderes Instrument, sondern die Pfeife. Wird diese nämlich mit dem Knopfe *b* in den Hafen getaucht, so bleibt eine Quantität Glas vermöge der Adhäsion daran haften, und zwar eine um so größere Menge, je zähflüssiger das Glas ist. In der Regel reicht diese Menge nicht hin. Man lässt sie alsdann erkalten, taucht ein zweites Mal ein, worauf sich eine zweite Glasschichte ansetzt, dann ein drittes Mal und so fort nach Bedürfniss.

Nur dann können Gegenstände regelmässig geformt werden, wenn die dazu dienende Glasmasse schon von vornherein regelmässig an der Pfeife anhängt, d. h. wenn sie gleich und symmetrisch um die Längsachse der Pfeife vertheilt ist. Daher lassen sich die Arbeiter stets angelegen seyn, so oft sie die Pfeife zu obigem Zwecke aus dem Hafen bringen, das daran haftende Glas in den Vertiefungen des Marbels in dieser Weise zu richten.

Es liegt auf der Hand, dass eine glühende in der Luft schwebende Glasmasse, also z. B. das jedesmalige Arbeitsstück an der Pfeife, sogleich einen aufsteigenden Luftstrom erregen muss, wodurch die nach dem Boden gekehrte Seite sehr rasch, die nach oben gerichtete viel langsamer erkaltet. Wollte man nun das Glas in diesem Zustande aufblasen, so würde es oben mehr aufgetrieben, als unten, wo es bereits kälter ist, und es wäre unmöglich, eine regelmässige Arbeit zu liefern. Dies gilt besonders, wenn man mit horizontal gerichteter Pfeife arbeitet. Aus diesem Grunde sind die Arbeiter von Anfang an gewöhnt, die Pfeife in ihren Händen nie still zu halten, son-

dern unter einer fortwährenden ziemlich raschen Achsendrehung zu handhaben, worin die Meisten eine unbegreifliche Fertigkeit besitzen. Diese Achsendrehung ist auch dann nicht unterbrochen, wenn der Arbeiter die Pfeife an den Mund ansetzt, um Luft einzublasen. Auf diese Weise werden in kurzer Aufeinanderfolge alle einzelnen Theile des Glases dem abkühlenden Luftstrome dargeboten, so dass das Arbeitsstück stets in einem gleichförmigen Zustande der Dehnarbeit bleibt.

Ein sehr wichtiges Hilfsmittel der Formung ist die *Schwer- und Centrifugalkraft*. Ist die Pfeife während der Arbeit senkrecht und zwar abwärts gerichtet, so wird sich die daran haftende Glasmasse langsam senken und etwas ausziehen oder in die Länge strecken und zwar an den Stellen am meisten, wo sie den kleinsten Durchmesser hat. Auf diese Art entstehen Verlängerungen, wie z. B. Hälse. Die Bildung derselben wird sehr befördert, wenn man die Pfeife, ohne ihre senkrechte Lage zu ändern, in eine hüpfende Bewegung setzt. Dasselbe geschieht, obwohl etwas modificirt, wenn man die Pfeife pendelartig hin und her schwingt; noch kräftiger wird dieses in die Längestrecken des Glases erzielt, wenn der Arbeiter die Pfeife im Kreise herumschwingt. In beiden Fällen hat die Glasmasse das Bestreben, sich vermöge der Centrifugalkraft von der Pfeife loszuziehen; weil sie aber durch ihre Zähigkeit daran verhindert ist, so kann nur eine Ausstreckung erfolgen. Diese Pendel- oder Kreisbewegung heißt das »Schwenken«, und weil der Arbeiter, um dazu Raum zu gewinnen, etwas erhöht stehen muss, so nannte man diejenigen unter ihnen, welche für solche Schwenkarbeiten besonders vorhanden waren, die *Kanzelsteiger*.

Hält der Arbeiter die Pfeife während des Blasens zwar ebenfalls senkrecht, aber in umgekehrter Stellung, also das Arbeitsstück nach Oben über seinem Kopfe, so wird das Gewicht des Glases zusammendrückend statt verlängern wirkend, und es wird eine gestauchte oder abgeplattete Form entstehen.

Jedes Arbeitsstück ist in dem Augenblicke seiner Vollendung mittelst eines Theiles der Glasmasse an die Pfeife befestigt, welcher nicht zu dem geformten Gegenstande gehört. Beide müssen also von einander getrennt werden. Dies geschieht, während das Glas schon starr, aber noch heiss ist, entweder durch rasche Abkühlung, indem man die Trennungsstelle mit einem Tropfen Wasser oder mit der kalten Zange berührt, oder durch rasche Erhitzung, indem man auf diese Stelle einen Tropfen heisses Glas oder ein glühendes Eisen legt; in beiden Fällen entsteht an der berührten Stelle ein regelmäßiger Sprung, wodurch die beiden Theile getrennt werden. Ist eine Trennung oder Oeffnung des noch weichen Arbeitsstückes nothwendig, so geschieht diese meist mit der Scheere, womit das weiche Glas wie Papier geschnitten werden kann.

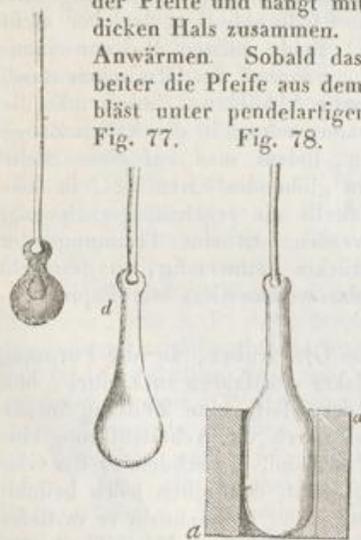
Beinahe in allen Fällen erstarrt das Glas früher, als die Formung der Arbeitsstücke vollendet ist; um daher fortfahren zu können, hält der Arbeiter den Gegenstand mittelst der Pfeife eine Zeitlang in die Flamme des Schmelzofens, indem er ihn durch die Arbeitsöffnung einführt. Er hat es auf diese Weise in der Hand, je nachdem er das Glas längere oder kürzere Zeit dem Feuer aussetzt, demselben jeden beliebigen Grad von Biegsamkeit zu ertheilen, und, je nachdem er es tiefer oder weniger tief in den Ofen einschiebt, nur den vorderen Theil oder

das Ganze zu erhitzen. Diese Operation heißt das „An- oder Aufwärmen“.

Wenn die Pfeife in der Hand des Arbeiters in Rotation versetzt wird, so können verschiedene Formungen ausgeführt werden, dadurch dass man ein Eisen unter einem gewissen Drucke und unter verschiedenen Lagen an einzelne Theile des Glases anhält oder andrückt. Zu dem Ende hat der Arbeiter entweder ein besonderes Gestell, oder er benutzt die beiden Schranken, welche die Plätze der einzelnen Arbeiter von einander scheiden. Wenn er die Pfeife quer darüber legt und mit der linken Hand hin und her rollt, so bleibt ihm die rechte Hand frei, um sein Werkzeug anzulegen, wobei er der hin- und hergehenden Pfeife folgen muss. Auf diese Weise werden z. B. die Mündungen von Gefäßen ausgeweitet, Ränder umgebogen, Trinkgläser und deren oft kegelförmige Füße gebildet und dergleichen mehr.

Das Blasen einer Flasche, einer der am häufigsten vorkommenden Fälle, mag als Beispiel zeigen, wie diese verschiedenen Kunstgriffe benutzt werden, und wie die einzelnen Operationen in einander greifen. Wenn das Arbeitsloch geöffnet, und die Oberfläche des Glases von Glasgalle gereinigt ist, so beginnt der Arbeiter damit, durch wiederholtes Eintauchen so viel Glas an die Pfeife zu befestigen, als gerade zu einer Flasche gehört, indem er inzwischen das anhängende Glas jedesmal durch Rollen oder Walzen in den Vertiefungen des Marbels abrundet und symmetrisch richtet und dabei Luft in die Pfeife bläst, so dass eine schwache Höhlung entsteht und erhalten wird. Die Glasmasse, welche dadurch die Gestalt einer dickwandigen Hohlkugel erhält, wird nach dem letzten Eintauchen sofort geschränkt, d. h. es wird mit Hülfe einer ausgeschnittenen Klinge etwas von der Pfeife abgeschoben, und da, wo es mit derselben zusammenhängt, eingengt, so dass das hohle Gefäß die Birnform, Fig. 76, erhält; der bauchige Theil hat an dem Boden am meisten Dicke (weil von

Fig. 76. hieraus die Flasche weiter geformt wird), er befindet sich vor der Pfeife und hängt mit derselben nur durch einen kurzen, dicken Hals zusammen. In diesem Zustande erfolgt das erste Anwärmen. Sobald das Glas erweicht ist, nimmt der Arbeiter die Pfeife aus dem Ofen, hält sie abwärts gerichtet, und bläst unter pendelartigem Schwingen Luft ein. Durch das



Einblasen wird der Bauch der Birne aufgetrieben, durch das Schwenken der obere Theil verlängert, so dass ein beutelförmiger Körper, Fig. 77, entsteht, dessen Hals in der Hauptsache die richtige Gestalt schon besitzt. Sobald der Bauch jenes beutelförmigen Gefäßes sich dem lichten Durchmesser der Form *a*, Fig. 78 (eines Holzklotzes mit einer einfachen cylindrischen Höhlung) nähert, so wird das Arbeitsstück in diese Form so eingesenkt, wie die Figur darstellt, und kräftig Luft eingeblasen. Der Druck dieser Luft kann den Hals nicht auftreiben, weil

dieser schon bei dem Anwärmen nur wenig Hitze empfangen hat und zu dieser Zeit nicht mehr weich genug ist. Dagegen werden die Wände des Bauchs aufgetrieben und gezwungen, sich an die Wand der Form anzuschmiegen, wodurch das Gefäß die Cylindergestalt annimmt. Die Flasche ist somit in der Hauptsache fertig; es fehlt ihr nur noch die richtige Gestalt des Bodens und der Mündung. Der Formung des Bodens geht das zweite Anwärmen voraus, wobei aber die Flasche nur soweit in das Feuer kommt, dass bloß der Boden glühend wird, das Uebrige aber steif bleibt. Während dessen nimmt ein Gehülfe einen Eisenstab, das Nabeleisen (oder auch eine andere Pfeife), an dessen Ende er etwas Glas befestigt hat, und hält dieses Ende ebenfalls ins Feuer. Beide, der Gehülfe und der Bläser, treten nun einander gegenüber; der Bläser hält die Pfeife horizontal und lässt sie rasch rotiren; in derselben Stellung nähert der Gehülfe sein Instrument, fixirt den Mittelpunkt des Bodens, klebt dasselbe an diesem Punkte fest und drückt, während er sein Instrument in gleichem Schritt mit dem Bläser rotiren lässt, den Boden langsam und gleichmäßig einwärts, Fig. 79.

Fig. 79.



Der eingebogene Theil erstarrt alsbald, und die Flasche befindet sich alsdann zwischen beiden Werkzeugen befestigt, aber nur einen Augenblick, denn der

Glasbläser sprengt seine Pfeife sogleich von dem Halse ab, und fasst das Arbeitsstück mittelst *a*, um die Mündung der Pfeife zu vollenden. Zu dem Ende wird der vordere Theil des Halses angewärmt; die Kanten des Schnittes, die anfangs scharf und schneidend sind, stumpfen oder runden sich dabei von selbst ab. Ist dies geschehen, so nimmt der Bläser die Pfeife aus dem Feuer, legt sie quer über die Barrieren, welche seinen Platz von denen der Nachbararbeiter trennen, und rollt sie hin und her. Zu gleicher Zeit hat er mit einem Eisenstab etwas Glas aus dem Hafen geholt, lässt dieses etwas abtropfen, so dass ein dicker Faden entsteht, welchen er um die Mündung wickelt, und bildet so den bekannten Wulst, welcher zur Verstärkung gegen das Ausbrechen dient.

Fig. 80. Auch wird die Rundung der Mündung dadurch nachgebessert und kegelförmig erweitert, dass der Bläser während dieses Rollens ein Eisen schräg in die Mündung hält und damit sanft von Innen nach Außen drückt. Die fertige Flasche, Fig. 80, welche immer noch an dem Stabeisen befestigt ist, wird nun von dem Gehülfe in Empfang genommen, der dem Glasbläser die mittlerweile von dem abhängenden Glas gereinigte Pfeife zurückbringt. Während der Bläser eine neue Flasche sofort beginnt, begiebt sich der Gehülfe sogleich nach dem Kühllofen, legt die fertige Flasche in wagerechte Richtung ein und löst das Nabeleisen oder die zweite Pfeife mittelst eines kurzen trockenen Schlagens von dem Boden der Flasche. Dadurch bleibt an jeder auf diese Weise geblasenen Flasche und zwar im Grunde des Bodens eine sichtbare Anheftestelle, der sogenannte Nabel zurück, welcher kenntlich ist durch den scharfen Bruch.



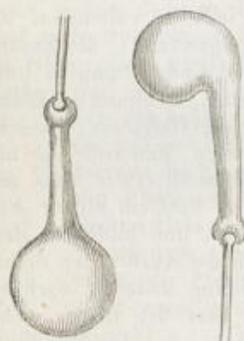
Wie man sieht, beruht die Verarbeitung des Glases,

wie sie an diesem Beispiele gezeigt worden, bei weitem weniger auf der Vollkommenheit der Hülfsmittel, als vielmehr auf der subjectiven Kunstfertigkeit des Arbeiters. Am meisten zu bewundern ist die ungemene Schärfe des Augen-Maasses, welches die Bläser sich nach und nach aneignen. Sie wissen z. B. selbst ohne Anwendung vollkommener Formen den Inhalt gewöhnlicher Weinflaschen, welche nach einem gegebenen Landesmaasse geacht seyn müssen, mit der grössten Genauigkeit bis auf einen halben Cubikzoll zu treffen.

Es bedarf kaum ausdrücklicher Erwähnung, dass das beschriebene Verfahren, welches auf den sehr wenig fortgeschrittenen Glashütten des Spessart das übliche ist, nicht überall in gleicher Weise ausgeführt wird. So werden z. B., wie schon erwähnt, die Flaschen auf vielen Glashütten in complicirten Formen, und auf einmal fertig gemacht, wodurch Zeit erspart wird und die Arbeit gleichmäßiger ausfällt.

Wir haben in Folgendem noch mehrfach Gelegenheit, einzelne Fälle der mechanischen Bearbeitung des Glases zu berühren. Wir beschränken uns daher als weiteres Beispiel auf die Anfertigung einiger chemischer Geräthschaften, welche an diesem Orte von besonderem Interesse sind.

Einer der einfachsten Fälle ist die Anfertigung eines Kolbens, Fig. 81. Sie ist im Allgemeinen schon aus Fig. 77 und deren Erläuterung verständlich. Ein Kolben von gegebenem Durchmesser wird dünn ausfallen, wenn wenig Glas, und stärker, wenn mehr Glas auf die Pfeife genommen wird. Sein Hals wird desto weiter, je mehr er bei dem Anwärmen erhitzt ist, und umgekehrt.



Wenn der Arbeiter die Pfeife vor dem völligen Aufblasen eines Kolbens langsam erhebt, so dass das Arbeitsstück nach und nach senkrecht über seinem Kopfe zu stehen kommt, so senkt sich der bauchige Theil unter die Achse des Halses, wie in Fig. 82, und es entsteht eine Retorte. Während dieses Hebens der Pfeife muss die rotirende Bewegung unterbleiben, aber die Luft im

Innern durch gelindes Einblasen in Spannung erhalten werden, um das Einknicken zu verhindern.

Eine sehr interessante Operation ist das Ziehen von Glasröhren. Es beruht darauf, dass eine hohle Glassmasse, wenn sie bei der Temperatur ihrer höchsten Zähigkeit in die Länge ausgezogen wird, stets hohl bleibt. Selbst wenn sie zu einem haardünnen Faden ausgesponnen wird, so ist dieser immer noch eine feine Röhre. Auch behält eine Glassmasse unter solchen Umständen, wenigstens sehr nahe dieselben Verhältnisse des Querschnittes, d. h. seines lichten Durchmessers zur Wandstärke oder zum äusseren Durchmesser. — Zu dem Röhrenzieher gehören immer zwei Arbeiter. Der Eine beginnt die Arbeit und zwar mit der Verfertigung eines hohlen aber symmetrischen Glasballons,

Fig. 83, vermittelt der bereits erwähnten Operation. Von den Dimensionen dieses Ballons und seinen Verhältnissen hängen diejenigen der künftigen Röhre ab; von seiner Masse die



Länge derselben. Ist der Ballon gehörig vorgewärmt, so hält ihn der Bläser horizontal, und der Gehülfe heftet sein Stabeisen mittelst eines Glaspfens der Pfeife gegenüber daran fest, Fig. 84, worauf er, rückwärts schreitend, so rasch als möglich sich entfernt. Während dessen erhält der Bläser, welcher die Pfeife nicht vom Munde bringt, fortwährend einen ge-

linden Luftdruck im Innern, damit die Wände nicht einsinken, was bei dünnwandigen Röhren leicht geschieht, und lässt die Pfeife, also auch das Glas rasch rotiren. Dasselbe und mit gleicher Geschwindigkeit muss der Gehülfe thun, damit die Glasröhre sich nicht schraubenförmig windet. Zum Behufe dieses Ausziehens wird eine Bahn von Brettern gelegt; während sich nun der Gehülfe auf dieser rückwärts bewegt, spinnt sich die Glasmasse allmählig von dem anfänglichen Glasballon ab, bis das Ganze die Gestalt, Fig. 85, annimmt. Das Ausziehen hört auf,

Fig. 85.



sobald die Röhre die verlangte Dicke hat. Sie bildet alsdann, weil sie in der Luft hängt, eine Krümmung, welche aber dadurch fast ganz ausgeglichen wird, dass die Arbeiter die fertige Röhre auf die ebene Bretterbahn niederlegen. Sie wird nunmehr mittelst einer kalten Zange zu 4—6' langen Stücken abgesprengt. Die Mittelstücke sind die geradesten und regelmässigsten, die Endstücke dagegen immer etwas gekrümmt und konisch. Es könnte auf den ersten Blick auffallend erscheinen, dass die Röhren, auf diese Weise gezogen, von gleichmäßigem Durchmesser ausfallen (die Endstücke abgerechnet). Es beruht aber darauf, dass die Glasmasse, sobald sie diese Dünne erreicht hat, kalt wird, und ihre Streckbarkeit sogleich verliert, das Glas sich folglich nur ausschliesslich an dem dicken Theile abspinnt.

B. Das Fensterglas.

Eigentlich kann jedes Hohlglas zu Scheiben verarbeitet werden, welches nicht durch Feuchtigkeit und die Witterung angegriffen, noch bei dem wiederholten Anwärmen zu leicht entglast wird. Gerade diese Eigenschaften sind es aber, welche schon bei der Zusammensetzung des Fensterglases in Betracht genommen werden müssen. Dies gilt weniger für die Farbe, da bei so dünnen und gleichmäßigen Platten, wie die Fensterscheiben, die Färbung sehr verschwindet. Man hat grünes, halbweißes und weißes Fensterglas, das letztere selten. Hier einige Beispiele zu Sätzen.

Grün:

100	Pfd. Sand.
20—	25 » Potasche,
8	» Pfannenstein,
180	» Holzasche,
120—150	» Glasbrocken,
2	» Holzkohle.

Halbweifs:

100	Pfd. Sand,
50	» ger. Potasche,
20	» Kreide,
$1\frac{1}{2}$	» Salpeter,
$1\frac{1}{2}$	» Arsenik,
$\frac{1}{12}$	» Braunstein.

Ganz Weifs:

100	Pfd. Sand,
$52\frac{1}{2}$	» Potasche (ger.)
$14\frac{1}{2}$	» Kreide,
$\frac{3}{5}$	» Braunstein,
125	» Glasbrocken.

Russisch:

100	Pfd. Sand (gewaschen)
50	» Föhrenasche,
150	» Weidenasche,
40	» Strohasche.

oder:

100	Pfd. Sand,
30	» calcin. Potasche,
15	» Kochsalz,
22	» Kalk.

oder:

100	Pfd. Quarzsand,
30—	35 » trockene gerein. Soda,
35	» Kreide,
180	» Glasbrocken,
$\frac{1}{4}$	» Braunstein,
$\frac{1}{4}$	» Arsenik.

Man begreift leicht, dass bei Fensterscheiben, durch welche man immer hindurch sieht, alle Unreinigkeiten, Blasen, Rampen, Schlieren sehr auffallen, und deshalb eine gewissenhafte Läuterung in hohem Grade motivirt ist.

Die Analyse des Fensterglases ergab:

Fensterglas:

Analytiker:	Dumas.						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Art des Glases.							
Kieselerde	69,65	69,25	68,55	68,65	68,5	68,0	69,0
Natron .	15,22	11,30	12,88	17,70	13,7	10,1	11,1
Kalk . .	13,31	17,25	16,17	9,65	7,8	14,3	12,5
Thonerde	1,82	2,20	2,40	4,00	10,0	7,6	7,4

Die Nummern 1. bis 6. sind französische Sorten; Nr. 7. ein englisches Glas. —

Woraus das Verhältniss

des Sauerstoffs:

Nr.	der Kiesel- erde.	zu dem der Metalloxyde MO.	zu dem der Metalloxyde M ₂ O ₃ .
1.	36,22	7,69	0,85
2.	36,01	7,81	1,02
3.	35,64	7,91	1,12
4.	35,70	7,27	1,86
5.	35,62	5,70	4,66
6.	35,36	6,66	3,54
7.	35,88	6,41	3,45

und das

Aequivalentverhältniss:

in Nr. 1.	63 SiO ₂	+ 28 MO	+ M ₂ O ₃
„ „ 2.	56 SiO ₂	+ 24 MO	+ M ₂ O ₃
„ „ 3.	54 SiO ₂	+ 24 MO	+ M ₂ O ₃
„ „ 4.	30 SiO ₂	+ 12 MO	+ M ₂ O ₃
„ „ 5.	12 SiO ₂	+ 4 MO	+ M ₂ O ₃
„ „ 6.	16 SiO ₂	+ 6 MO	+ M ₂ O ₃
„ „ 7.	16 SiO ₂	+ 6 MO	+ M ₂ O ₃

Die Fensterscheiben werden entweder durch Blasen und Bearbeiten an der Pfeife allein, oder nach der jetzt allgemein herrschenden Methode durch zwei ganz getrennte Prozesse hergestellt, das Blasen und das Strecken. Fabrikate der ersten Art heißen Mondglas, der zweiten Art gestrecktes Glas oder Walzenglas.

Bei der Bereitung des Walzenglases wird zuerst an der Pfeife ein Hohlcyliner, die Walze, geblasen. Dieser Hohlcyliner wird alsdann in einer besonderen Arbeit der Länge nach aufgeschnitten und flachgelegt, gerade so, wie man eine Rolle Papier auf dem Tische ausbreitet (strecken). Der erste Anfang des Walzenblasens ist ganz wie der einer Flasche, indem der Bläser zuerst durch die bereits beschrie-

Fig. 86. benen Operationen einen hohlen Glasballon, Fig. 86, anfertigt. Wesentlich ist, dass derselbe vermittelt eines Halses an der Pfeife hängt, dass er hinreichend Glasmasse enthält und dass diese Glasmasse vorzugsweise in dem Boden oder vorderen Theile zusammengedrängt ist, weil von da



aus das Auftreiben und Verlängern zur Walze stattfindet. Die weiteren Operationen folgen sich so, dass der Glasballon zuerst auf den Durchmesser des künftigen Cylinders, dann auf dessen Länge gebracht wird. Nach gehörigem Anwärmen hält der Bläser den Glasballon lothrecht über

seinem Kopf und bläst kräftig Luft ein. Der dicke Boden widersteht dem Auftreiben länger, als der dünnere Hals, und bewirkt durch seine bedeutende Schwere eine abgeplattete Form, Fig. 87. Sobald die Glasmasse den richtigen Durchmesser erreicht hat, wird die Pfeife gesenkt, und in die umgekehrte Lage gebracht, inzwischen ist der Hals erstarrt, und kann seine Form nicht mehr verändern; wenn daher aufs Neue die Luft eingeblasen wird, so kann sich nur der Boden

ausdehnen, weil dieser vermöge seiner Dicke noch hinreichend heiß

Fig. 87.

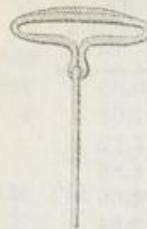


Fig. 88.

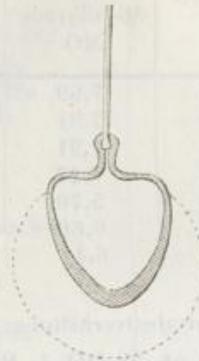


Fig. 89.



geblieben ist. Damit nun keine kugelförmige Auftreibung (wie die punktirte Linie, Fig. 88, andeutet) entsteht, so ist es nöthig, dass der Bläser während des Aufblasens zugleich schwenkt. Die Hitze reicht so weit zu, um das Glas in die Gestalt Fig. 88, zu bringen. Durch wiederholtes Anwärmen, Aufblasen und Schwenken, welches nicht bloß pendelartig, sondern auch im Kreise herum geschieht, bildet sich diese nach und nach zu der Zuckerhutform, Fig. 89, aus. Es erfolgt nunmehr das Oeffnen, welches an der dünnsten Stelle nämlich bei *c* geschieht. Zu dem Ende wird das Arbeitsstück mit der Pfeife horizontal, und zwar so durch die Arbeitsöffnung in das Feuer gehalten, dass nur eben die Kuppe bei *c* glühend wird und erweicht. Während dessen wird die Pfeife um ihre Achse gedreht, damit die Anwärmung gleichmäßig geschieht und zugleich Luft eingeblasen. Dadurch findet sogleich eine Auftreibung der Spitze Statt; es entsteht daselbst eine kleine kugelige Blase, die sich an dem vorderen Theile, wo sie am schwächsten und heißesten ist, immer weiter und weiter aufbläht, und endlich mit einem starken Knall zerplatzt. Die zerrissenen Lappen schmelzen sogleich mit dem Rande zusammen, und wo dieses ausbleiben sollte, werden sie mit der Scheere weggenommen. So entsteht der offene Zuckerhut, Fig. 90. Um diesen vollständig in die Cylinderform überzuführen, wird die vordere Hälfte aufs Neue angewärmt, und das Arbeitsstück durch die Pfeife in Rotation versetzt. Auf diese Weise weitet sich die Spitze vermöge der Centrifugalkraft zum Cylinder, Fig. 91, aus. Durch Schwenken erhält diese Ausweitung mehr Regelmäßigkeit, und die Cylinderfläche mehr Gleichförmigkeit.

Es bleibt nun noch übrig, den fertigen Cylinder von dem oberen nicht dazu gehörigen Theile, also von dem flachen Theile des Halses abzuschneiden. Der mittlerweile erkaltete Cylinder wird deshalb, wie Fig. 92 zeigt, auf der Trennungslinie mit der Kante eines gekrümmten, glühenden Eisenstabes erhitzt, und mittelst eines Tropfen Wassers abgesprengt, und auf demselben Wege der Länge nach aufgeschnitten, Fig. 93. Man bemerkt alsdann, dass die beiden Kanten des Längen-

Fig. 90.

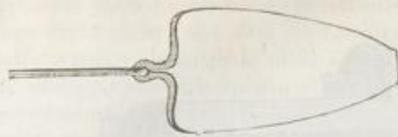


Fig. 91.

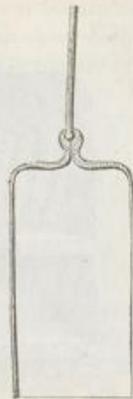


Fig. 92.

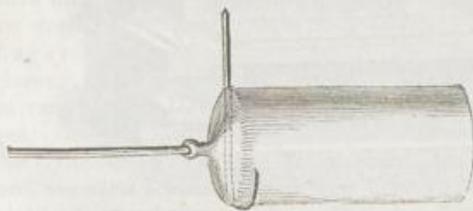
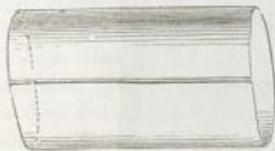


Fig. 93.



schnittes wegen der in dem ungekühlten Glase herrschenden Spannung um einige Linien über einander treten. Ein Gehülfe nimmt den Cylinder mit einem hölzernen Stock auf und bringt ihn in den Kühllofen, während der Bläser einen neuen beginnt und sofort, bis der Kühllofen angefüllt ist.

Der Umfang dieser Cylinder giebt die lange Seite, seine Höhe die Breite der künftigen Glastafel. Es bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung, dass es eine große Kostensparniss ist, nur große Cylinder und große Tafeln zu fertigen, und daraus die kleineren je nach Bedürfniss zu schneiden. Das am meisten übliche Format ist daher ungefähr 40 Zoll Höhe bei 10—12 Zoll Durchmesser.

Das Blasen der Cylinder gehört mit unter die schwierigsten Glasarbeiten, weil es in gleich hohem Grade die Geschicklichkeit, die Muskelkraft und die Lunge des Arbeiters in Anspruch nimmt; denn die große Regelmäßigkeit, sowohl in der Gestalt, als der Wandstärke, wie sie unerlässlich ist und wirklich erreicht wird, setzen eine rasche und sichere Hand voraus, welche sich anzueignen dem Arbeiter um so schwieriger wird, als er mit einem nicht unbedeutenden Gewichte zu thun hat. Da ein Cylinder 40 Zoll Höhe und die Pfeife gleiche Länge haben, so ist die einfache Mannshöhe für das Schwenken nicht ausreichend; darum ist in dem Boden des Arbeitsplatzes ein ziemlich breiter Canal, die sog. Schwenkgrube angebracht, vor oder über welcher der Arbeiter steht¹⁾.

Nach dem Erkalten des Kühllofens kann zum Strecken der gekühlten Cylinder, welches in einem besonderen Locale und in besonderen Oefen vor sich geht, geschritten werden. Fig. 94 ist ein senkrechter und perspectivischer Durchschnitt des Ofens; Fig. 95 ein horizontaler Durchschnitt in der Höhe der Arbeitssohle. Ein solcher

¹⁾ Es mag hier gelegentlich erwähnt werden, dass die Lampencylinder, Glasglocken für Uhren etc. ganz nach derselben Methode verfertigt werden.

Ofen hat drei Hauptabtheilungen. Die untere *A*, welcher die ganze
Fig. 94.

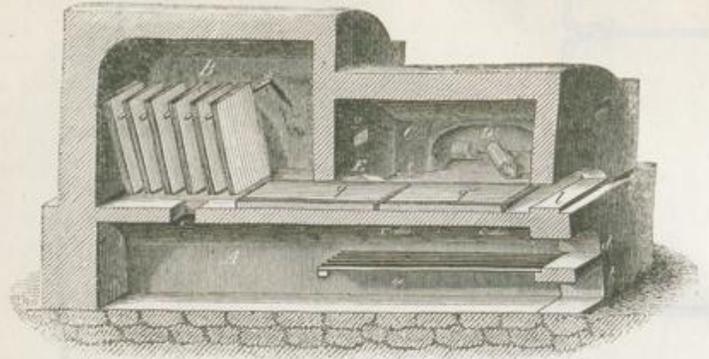
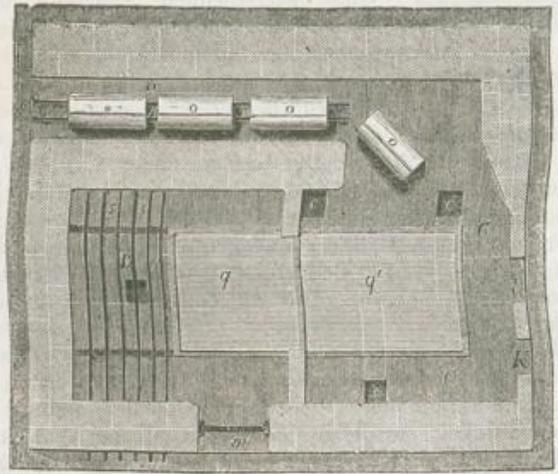


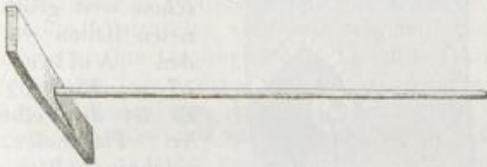
Fig 95.



Länge und Breite einnimmt, ist der Feuerraum. Sie wird durch die Arbeitssohle von den beiden oberen geschieden, von denen die höhere *B* der Kühllofen für die fertigen Glasplatten, und der flach gewölbte Raum *C* der eigentliche Strecklofen ist. Hinter den beiden oberen Hauptabtheilungen her führt der Canal *D*, welcher in dem Streckraume *C* ausmündet. Auf dem Roste *a*, welcher an die Schüröffnung *d* und das Aschenloch *b* stößt, wird ein lebhaftes Flammfeuer unterhalten, welches durch die Oeffnungen *cccc*, als ebenso viele Flammzungen, in die oberen Abtheilungen tritt. Drei dieser Oeffnungen gehen in den Streckraum, eine in den Kühllofen. Jener empfängt daher bei weitem die meiste Hitze, dieser viel weniger, am wenigsten der Canal *D*, in welchem die Hitze von Innen nach Außen abnimmt, so dass er an dem äußeren Ende nicht mehr als die gewöhnliche Temperatur hat. Die Hitze des Streckraumes geht theils durch *g* und *E* in den Kühllofen, theils in den Canal *D*, und wird von da nach Außen abgeleitet. Die

Kunst besteht darin, das Feuer so zu reguliren, dass die eingebrachten Cylinder eben hinreichend erweichen, um sich bequem biegen zu lassen, aber nicht mehr; und dass die fertigen Glastafeln in dem Kühllofen so heiß werden als möglich, ohne sich zu biegen. Der wesentlichste Theil ist übrigens die Streckplatte q' ; sie ist eine aus Hafennasse in einen gusseisernen Rahmen geformte Platte, welche mit großer Sorgfalt gearbeitet werden muss, und nach dem Brennen eben geschliffen wird. Da sie die Glastafeln doch leicht ritzt oder sonst beschädigt, so pflegt man nicht unmittelbar auf derselben, sondern auf der ersten Glastafel zu strecken, welche zu dem Ende als Unterlage liegen bleibt, und das Lager heißt. Diese Lager gehen sehr bald in den Zustand der Entglasung über und werden ausgewechselt, sobald sich ihre Oberfläche zu rauh zeigt. Der Ofen hat, wie Fig. 94 zeigt, drei Arbeitsöffnungen. An der Einmündung des Canals D befindet sich ein Gehülfe, der die Cylinder in gleichem Schritte auf den Eisenschienen p einbringt und vorwärts schiebt, als sie von dem Strecker, welcher bei l aufgestellt ist, verarbeitet werden. Der den Kühllofen versiehende Arbeiter befindet sich vor der Oeffnung m . K ist nur eine Hilfsöffnung, welche zum Reguliren des Feuers und dergleichen gebraucht wird. Diese drei Personen arbeiten sich einander in die Hand. Die Cylinder oo kommen in dem Maasse, als sie vorrücken, an immer heißere Stellen des Ofens und sind gerade in dem richtigen Zustande der Erweichung, wenn sie in dem Streckraume, also in dem Bereiche des Streckers ankommen. Sie werden von diesem sofort auf die Streckplatte q' gehoben, wo sie sich von selbst öffnen, und von selbst auseinander sinken, worauf sie von dem Strecker mittelst des Polirholzes, Fig. 96, vollends geebnet

Fig. 96.



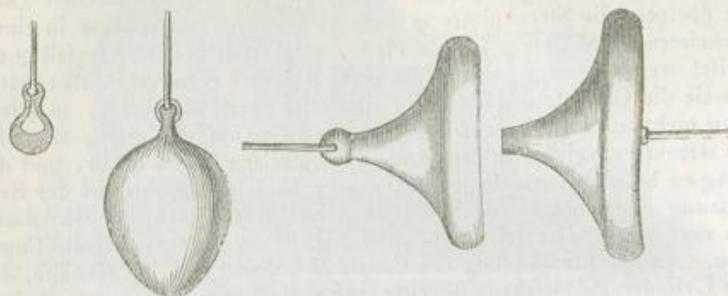
und gleichsam geglättet werden. Der vordere Theil dieses Werkzeuges muss von Holz seyn; es wird dadurch zwar angebrannt, gleitet aber in Folge dessen so sanft über das Glas, als ob es

mit Fett bestrichen wäre, was wesentlich zur Erhaltung der Glasfläche beiträgt. Die fertige Glasplatte wird durch e hindurch auf die zweite Streckplatte q in den Kühllofen geschoben, wo sie wegen der geringeren Hitze alsbald erstarrt, und durch den Arbeiter bei m mittelst einer Gabel aufgerichtet und an die Eisenstäbe ss angelehnt werden kann. Nach je 30—40 Tafeln, welche zusammen einen Pfeiler bilden, wird ein folgender Eisenstab eingeschoben, und so fort, bis der ganze Kühllofen gefüllt ist. Nunmehr ist die Streckarbeit beendigt, alle Zugänge der Feuerung des Ofens werden geschlossen, und dieser mit seinem Inhalte sich selbst überlassen, bis er vollständig erkaltet ist, worauf die fertigen Glasplatten herausgenommen werden.

Bei dem Mondglasmachen sind, wie bemerkt, zwei getrennte Prozesse nicht vorhanden. Das Glas wird im Gegentheile zuerst zu einem abgeplatteten Ballon ausgeblasen, welcher dann geöffnet, an dieser Oeffnung nach und nach erweitert, und endlich, obgleich in einem besonderen Ofen, aber doch in einer Arbeit weg zu einer kreisrunden Scheibe abgeflacht wird.

Der Glasbläser fasst eine entsprechende Menge Glas und bereitet

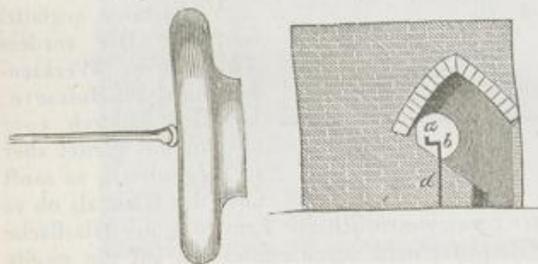
diese auf die bereits beschriebene Weise zu, wie in Fig. 97. Die Glasmasse wird dann aufgewärmt, und zu einer Art Sphäroid, Fig. 98, Fig. 97. Fig. 98. Fig. 99. Fig. 100.



aufgeblasen. Dadurch dass der Bläser die grössere vordere Hälfte bei wagerechter Lage der Pfeife in die Flamme des Arbeitsloches hält, und in rasche Achsendrehung versetzt, entsteht die abgeplattete Form, Fig. 99. Denn da der Hals wenig oder nicht erhitzt wird, so kann nur der vordere Theil nachgeben, und muss sich vermöge der Schwungkraft flach in die Breite ziehen. In diesem Zeitpunkte heftet ein Gehülfe ein Nabeisen an den Mittelpunkt des Bodens und sprengt den Hals von der Pfeife ab. Der Ballon ist nun befestigt, wie Fig. 100 zeigt, und der Arbeiter säumt nicht, soweit es die Hitze noch erlaubt, die Halsmündung auszuweiten, so dass das Ganze ungefähr die Form Fig.

Fig. 101.

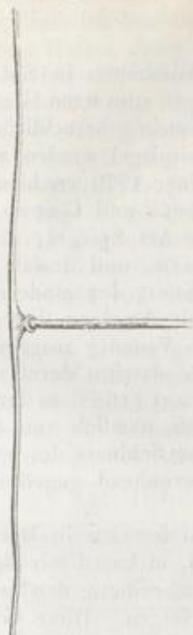
Fig. 102.



101 annimmt. Er tritt sofort mit dem schon weit geöffneten Ballon vor den Auflaufofen, Fig. 102. Es ist dies eine Art Flammofen, welche in der Richtung, in der sich der Arbeiter befindet, eine leb-

hafte Flamme von ziemlichem Umfange ausspeit. Diese tritt aus der runden, mit feuerfesten Steinen eingewölbten Oeffnung *a*, anfangs horizontal und biegt sich dann in dem Kamine auf, welcher über dem Ofen an der vorderen Mauer *d* steht. Zwischen diese Mauer und die Oeffnung *a* hält nun der Arbeiter den Ballon, welcher somit die volle Flamme von vorne empfängt — und lässt denselben mittelst der Pfeife, welcher auf dem gebogenen Eisenstabe *b* ruht, mit aller Schnelligkeit, deren er fähig ist, um die Achse laufen. Die Schwungkraft ertheilt den Glastheilchen das Bestreben, sich von der Umdrehungsachse, wie in einer Schleuder, nach der Richtung der Tangente zu entfernen. In Folge dessen erweitert sich anfangs die Mündung, deren Rand zuerst von der Flamme getroffen wird und erweicht. Sobald die Mündung den Durchmesser des Ballons erreicht hat, wird auch dessen Boden glühend, und erweicht; dadurch wird die ganze Glasmasse befähigt, den bewegenden Kräften nachzugeben, und sich in einer

Ebene auszubreiten, welche senkrecht auf der Drehungsachse steht. In
Fig. 103.



der That sieht man den Ballon, nachdem ihn das Feuer erreicht hat, sich alsbald entfalten, und in wenigen Augenblicken zu einer völlig ebenen kreisrunden Scheibe, Fig. 103, abflachen. Wie man sieht, bildet der Rand des Ballons, also der Theil, der die meiste Glasdicke hat, den Umfang der Scheibe: so geschieht es, dass dieselbe viel gleichmäßiger in der Dicke ausfällt, als man auf den ersten Blick erwarten sollte. Nur in dem Mittelpunkte, wo die Centrifugalkraft und folglich die Ausdehnung am schwächsten ist, bildet sich eine Anschwellung, welche an der Anheftestelle des Nabeisens in einen Knopf ausgeht, das »Ochsenauge«. — So lange die Scheibe weich ist, darf der Arbeiter natürlich nicht aufhören, sie fortwährend und kräftig rotiren zu lassen, denn mit dem Stillstehen würde sie sich augenblicklich zusammenfallen. Er transportirt sie daher unter fortwährender Achsendrehung von dem Auflaufofen nach dem Kühllofen, während dessen sie erstarrt, legt sie dann auf einem Bette von Asche oder Sand nieder und löst das Nabeisen durch einen kurzen Schlag ab, worauf die fertige Scheibe in den Kühllofen gebracht wird.

Das Mondglasmachen ist die älteste Art der Verfertigung von Tafelglas, aber in Deutschland und in den meisten Ländern durch das gestreckte Walzenglas verdrängt worden. Eine bemerkenswerthe Ausnahme machte Großbritannien bis zum Jahre 1845, wo bis zu diesem Zeitpunkte kein anderes als Mondglas gefertigt wurde. Dies lag in der Art der Besteuerung des Tafelglases, welche von dem Producenten und zwar dem Gewichte nach erhoben wurde. Die Abgabe vertheilte sich daher um so mehr, und der Preis konnte um so niedriger gestellt werden, je dünner die einzelnen Tafeln angefertigt wurden, je mehr also auf den Centner gingen. Diesen Vortheil gewährt das Mondglas in ungleich höherem Grade. Seit die Abgabe von Fensterglas durch Sir Robert Peel in dem genannten Jahre aufgehoben wurde, haben sich die Britten mit Macht auf die Einführung des gestreckten Glases geworfen. Walzenbläser, die man zu diesem Zwecke von Belgien kommen liefs, erhielten anfangs bis zu 7 L. St. Wochenlohn. —

Aufser der gröfseren Dünne hat das Mondglas noch den Vorzug einer viel gröfseren Glätte und eines viel höheren Glanzes seiner Oberfläche, weil diese mit keiner rauhen Unterlage, wie es bei dem Strecken der Fall ist, in Berührung kommt. Auch ist das Mondglas viel ebener und folglich viel mehr frei von Wellen, welche die durch das Glas gesehenen Gegenstände verzerrt erscheinen lassen. Dagegen wird das Mondglas durch seine Scheibenform sehr kostspielig. Weil die Mitte oder das Ochsenauge herausfällt, so lassen sich aus einer solchen Scheibe nur kleinere Tafeln schneiden, welche wegen des krummen Randes eine ziemliche Zahl halbmondförmiger Abfälle übrig lassen. Das Ochsenauge wird gewöhnlich zu Strafsenlaternen gebraucht; alles Uebrige dagegen

muss wieder eingeschmolzen werden. Bei dem gestreckten Glase fällt dagegen nur der Kopf der Walzen ab.

Das Spiegelglas.

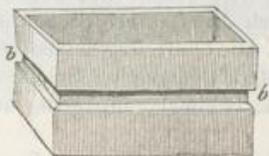
Die zu Eingang dieses Artikels erwähnten Glashütten in Sidon verfertigten zwar Spiegel aus einem undurchsichtigen schwarzen Glase, diese vermogten aber nicht die im Alterthume allgemein gebräuchlichen Metallspiegel zu verdrängen. Mit Blei belegte Glasspiegel werden zuerst von dem Franciskaner Joh. Peckham in seiner 1279 erschienenen »*Perspectiva communis*« erwähnt. Schon Porta und Garzoni reden im Anfange des 16. Jahrhunderts von einer Art Spiegel, nämlich von Glaskugeln, die mit Blei ausgegossen waren, und damals in Nürnberg fabrikmässig verfertigt wurden. Die Kunst der modernen Spiegelfabrikation, also die Kunst, ebene und mit Amalgam belegte Glasplatten zu machen, ist im 26. Jahrhundert von Venedig ausgegangen, kam von da 1765 nach Frankreich und wurde daselbst durch die Erfindung des Spiegelgusses von Abraham Thévarit (1688) zu ihrer jetzigen Vollkommenheit gebracht. Von Frankreich, nämlich von St. Gobin, ging sie nach England über, wo noch vor dem Schlusse des letzten Jahrhunderts die erste Spiegelgießerei zu Revenhead gegründet wurde.

Da diese Fabrikation in den verschiedenen Gießereien in Bezug auf das Technische in nichts Wesentlichem abweicht, so lassen wir statt einer allgemeinen Darstellung lieber die specielle Beschreibung der Spiegelhütte Revenhead bei St. Helene in Lancashire folgen. Diese Gießerei, welche an dem südlichen Rande des nordwestlichen großen Kohlenbeckens von England liegt, ist in mehreren Nebengebäuden und einem Haupthüttengebäude enthalten, welches durch seine großen Dimensionen bekannt ist. Es bildet ein Rechteck von 250' Länge und 70' Breite im Innern. Dieser ganze Raum ist von einem einzigen Dache überspannt, welches von Gurtbögen ohne alle Säulen getragen wird. Es werden nämlich die beiden Längsseiten von je sechs Kühlöfen gebildet, welche mit besondern Dächern versehen und dicht neben einander gereiht sind, und so eine Masse bilden, welche den Gurtbögen des Hauptdaches als Widerlage dienen. Die Mündungen der 12 Kühlöfen gehen in das Innere des Hüttenraumes, die Feuerung liegt zu beiden Seiten auferhalb. Den beiden langen Seiten parallel in der Mitte der Hütte stehen in einer Reihe die vier Hauptöfen, nämlich zwei Schmelz- und zwei Läuterungsöfen. Auf diese Art bleiben zu beiden Seiten schmale Gassen, aber von der Länge der Hütte frei, in welchen eine Eisenbahn sich befindet, auf deren Schienen der schwere Gießapparat vor den Kühlöfen hin und her bewegt wird. In dem Fundamente ist ein großer unterirdischer Canal angebracht, auf welchem die vier Hauptöfen stehen. Er dient zur Trockenerhaltung als Luftzufuhr und besonders als Aschenfall. Die Hauptöfen sind so gebaut, dass die Bänke genau in der Ebene des Fußbodens liegen. Der Rost, der sich durch die ganze Länge des Ofens erstreckt und zu beiden Seiten an zwei Schürlöchern endigt, scheidet den Aschenfall von der Pipe oder Feuergrube, welche bei der Heizung ziemlich bis zu gleicher Höhe mit den Bänken mit Kohlen gefüllt erhalten wird. Der Schmelzraum der Ofen bildet ein Rechteck, dessen kleine Seiten, welche die Schürlöcher enthalten, in ihrer ganzen Länge senkrecht sind, während die langen Seiten, woran die Häfen

stehen, oberhalb derselben zu einem Spitzbogen-Tonnengewölbe zusammengewölbt sind. Dieses Gewölbe ist so steil gehalten, dass dadurch das Einfallen von Glastropfen von der Decke vermieden ist. — Ueber jedem Hafen, deren sechs vorhanden sind, ist eine Arbeitsöffnung angebracht. Der obere Theil jedes Ofens, d. h. Alles, was über diesen Arbeitsöffnungen liegt, ist von einer Art Schornsteinbusen umfassen, welcher frei absteht und sich über dem Ofen zu einem Schornsteine zusammenzieht, der wenige Fufs über den Dachfirst endigt. Die Flammen und die Hitze, welche aus den Arbeitsöffnungen ausströmen, werden durch diesen Schornsteinbusen abgeführt, und dadurch eine sehr nützliche und nothwendige Ventilation bewirkt.

Die Schmelzöfen führen kegelförmige Häfen, unten eng und oben weit, welche von oben mit einer Art Kuppel bedeckt sind, und an deren Basis drei ziemlich grosse Löcher haben. Kuppel und Hafen sind aus einem Stücke gearbeitet und haben zusammen 60" Höhe und ungefähr 30" Durchmesser. Vermöge dieser Einrichtung sind sie von oben her geschützt (gegen bineinfallende Unreinigkeiten u. s. w.), während die Flamme doch frei von der Seite von drei verschiedenen Punkten aus Zutritt zu dem Innern hat.

Fig. 104.



Die Läuterungsöfen enthalten Wannen von der Einrichtung der Figur 104. Die Falze b dient zum Eingriff der Wannen derjenigen grossen Zangen, womit sie gefasst und gehoben werden. Sie sind bedeutend kleiner als die Häfen, und zwar in dem Verhältnisse, in welchem das Volumen des rohen Satzes abnimmt, wenn er

zu fertigem Glase zusammengeschmolzen ist. Jede Wanne fasst gerade so viel Glas, als man jedesmal zum Guss einer Spiegeltafel nöthig hat. Die Frontmauer des Ofens ist für jede Wanne mit einer kleinen Arbeitsöffnung und mit einem Aufbrechloch versehen, so dass man die Wanne bequem aus dem Ofen fahren kann. Da dieses bei jedem Guss geschieht, so sind diese Aufbrechlöcher nicht vermauert, sondern mit beweglichen Platten zugestellt.

Zur Heizung, welche durchweg mit Steinkohle geschieht, verwendet man eine Stückkohle mit langer Flamme, welche an Ort und Stelle 10 — 14 Schillinge per Tonne kostet. Man consumirt jährlich 16,000 Tonnen oder 358,000 Ctnr. zu dem beiläufigen Werthe von 8000 L. St., womit gegen 400,000 □' Glastafeln erzeugt werden.

Die Masse ist, wie in allen Spiegelfabriken Englands und den meisten auf dem Continente ein Natron-Kalkglas. Es wird theils aus Soda allein, theils mit Zusatz von Glaubersalz verschmolzen. — Obgleich die Potasche ein viel schöneres und besonders weisseres Glas liefert, so ist doch ihr Preis für die meisten Oertlichkeiten gegen den der Soda zu grofs.

In Ravenhead verschmilzt man ausschliesslich Soda, welche mit Sand und Kalkstein den Satz bildet. Die Soda ist calcinirte und zwar eine sehr reine und hochhaltige Sorte. Der wöchentliche Verbrauch ist 10 Tonnen, also wenigstens für 5000 L. St. jährlich.

Der Sand kommt von den Küstenstrichen aus der Nachbarschaft und wird auf der Hütte gewaschen. Er ist alsdann immer noch röthlich gelb und dem Anscheine nach nicht frei von Eisen.

Der Kalk ist nicht Kreide, sondern ein gewöhnlicher derber gelbgrauer Kalkstein von einer seltenen Reinheit. Er wird nicht vorher gebrannt, sondern zu Nuss- bis Ei-großen Stücken gepocht und dem Satze im natürlichen Zustande zugefügt.

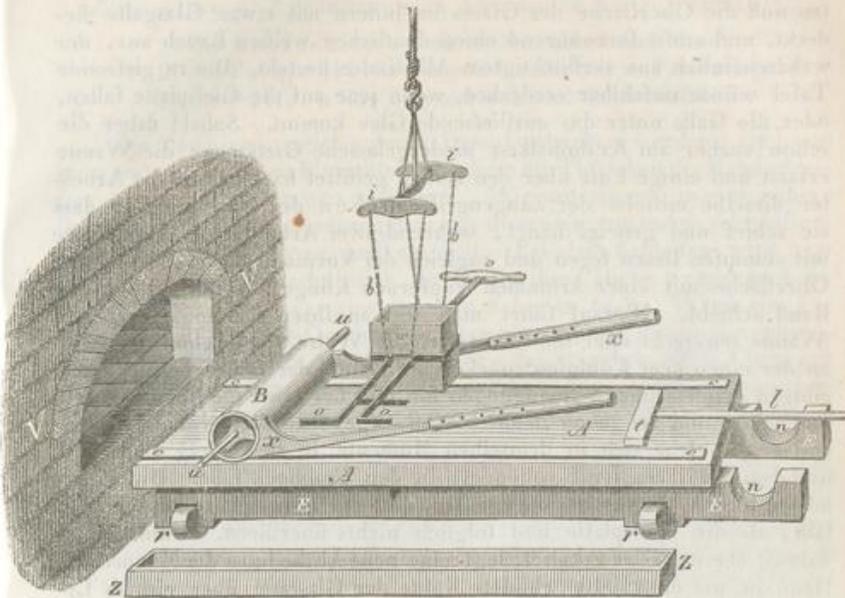
Da diese Fabrik nur ihre eigenen Glas-Abfälle verarbeitet, welche völlig rein und immer von gleicher Qualität sind, so brauchen die Glasbrocken, welche in Stücken von 4—5 □" zugesetzt werden, weder gewaschen noch sortirt zu werden.

Das Glas, welches man aus diesen Materialien erzeugt, hat einen ziemlich bemerklichen, unangenehm blaugrünen Farbenton und steht in dieser Beziehung hinter dem Fabrikate der meisten anderen Hütten, besonders derjenigen zurück, in welchen man Potasche verschmilzt. — Nach geschehener Schmelzung, welche 18 Stunden erfordert, schafft man die Glasmasse aus den Häfen der Schmelzöfen in die Wannen des nächsten Läuterofens mittelst großer kupferner Löffel, die an einem wenigstens 12 Fuß langen Stiele befestigt sind. Zur Handhabung eines solchen Löffels sind je drei Mann erforderlich; zwei davon halten irgend eine eiserne Stange, auf welcher der Löffel in der Gegend seines Schwerpunktes ruht; während ein dritter, gleichsam als Steuermann, am Ende des Stiels mittelst eines kleinen Quergriffs die Bewegungen zum Schöpfen und Entleeren ausführt. Sobald der Löffel gefüllt ist, begeben sich die drei Arbeiter im Geschwindschritt nach dem Läuterofen, um das Glas so wenig wie möglich erkalten zu lassen. Die Läuterungszeit beträgt etwa 6 Stunden, so dass man, da die Hütte ein doppeltes Schmelz-, Läuter- und Gießsystem umfasst, täglich zweimal, Morgens und Abends, gießen kann.

Die Form, worauf die Glastafeln gegossen werden, ist eine massive Metallplatte *A*, Fig. 105, deren Oberfläche auf der Hobelmaschine geebnet und geschliffen ist. Sie bildet die eine Fläche der Glastafel, die andere Fläche wird durch eine ebenfalls abgedrehte metallene Walze *B* geformt, welche das flüssige Glas auf der Platte *A* ausbreitet. Die Dicke der Glastafel wird durch die beweglichen Schienen *cc* bestimmt. In Ravenhead ist die Gießplatte von Gusseisen 8" stark und groß genug, dass man Glastafeln von 15' Länge und 8' Breite darauf gießen kann. Die bedeutende Stärke ist nothwendig, damit sich die Metallplatte durch die einseitige Erhitzung an ihrer Oberfläche nicht werfen kann. Es sind deren zwei vorhanden, für jede der vorhin erwähnten Eisenbahnen eine. Sie sind auf einem eisernen vierräderigen Gestell so aufgezogen, dass sie mit ihrer Länge die Eisenbahn kreuzen, völlig horizontal und zugleich mit der oberen gehobelten Fläche genau in einer Ebene mit der Sohle der Kühlöfen liegen. Wird daher die Gießplatte, wie unmittelbar vor dem Guss geschieht, vor das Mundloch des betreffenden Kühlofens gefahren, so stößt sie dicht an und bildet gleichsam nur eine Fortsetzung der Ofensohle; man kann also die fertige Glasplatte bequem, und was die Hauptsache ist, ohne wesentliche Verbiegung in den Ofen schieben. Die Walze ruht nicht wie in der Abbildung auf den Einschnitten *nn* des Gestells, sondern auf einem besonderen Gestelle oder Bock von gleicher Höhe mit der Gießplatte. Zur Handhabung der glühenden Wanne und zum Ausgießen derselben dient ein Krahn mit Zange (*o*, *b* und *i* in der Abbildung), welche ebenfalls auf einem Gestelle mit Rollen fortbewegt und an jedem Kühlöfen

zur Seite der Mündung mittelst in die Mauer eingelassener Ringe und Haken befestigt werden.

Fig. 105.



Zur Ausführung eines Gusses, d. h. zur Begießung der Gießtafel, zur Handhabung der Gießwanne und des Krans nebst Zubehör gehört eine Mannschaft von 15 Köpfen unter einem Obmanne. Diese sind, jeder für seine specielle Verrichtung, gleichsam militärisch eingeübt und verrichten diese so schwierige, als imposante Operation zugleich mit gewandter Kraft, mit schweigender Präcision, einem bewunderungswürdigen Ineinandergreifen, einer Sicherheit und besonders einer Schnelligkeit, welche jede Beschreibung überflügelt. Sie zerfällt: in das Ausfahren der Wanne aus dem Ofen und das Hinschaffen derselben zur Gießplatte; in das Reinigen der Platte und der Wanne; in den eigentlichen Guss und endlich in das Einbringen der fertigen Glastafel in den Kühlöfen.

Zu der ersten Verrichtung dient eine Wagenzange mit einem Maul von der Gestalt eines viereckigen Rahmens, welcher gerade in den Falz der Wanne passt — und eine Wagenschaufel, beide auf zweirädrigen Gestellen. Die eiserne Platte der Schaufel, worauf nachher die Wanne zu stehen kommt, geht vor den Rädern dicht über den Boden her.

Ist die Vorstellthür weggenommen, so wird die Wagenzange eingeführt, über die frei in der Oeffnung stehende Wanne herabgeschoben, geschlossen und die Wanne durch die Arbeiter, welche mit ihrem Gewichte auf die langen Hebelarme der Zangenschenkel drücken, von der Bank (an welche sie ziemlich fest angefrittet ist) losgebrochen und gelüftet. In diesem Augenblick unterfährt eine andere Abtheilung Arbeiter die schwebende Wanne mit der Wagenschaufel, welche in Bereitschaft stand, während zu gleicher Zeit die Zange loslässt. Die auf der Schaufel freistehende, weißglühende, eine enorme Hitze ausspeiende Wanne wird nunmehr in raschem Schritt nach der Gussplatte gefah-

ren, woselbst die Mannschaft und alles Andere zu ihrem Empfang und zunächst zu ihrer Reinigung bereit ist.

Die Wanne ist nämlich von Aussen mit anhängenden Unreinigkeiten und die Oberfläche des Glases im Innern mit etwas Glasgalle bedeckt, und stößt fortwährend einen deutlichen weissen Rauch aus, der wahrscheinlich aus verflüchtigtem Alkalisalze besteht. Die zu gießende Tafel würde unfehlbar verderben, wenn jene auf die Gießplatte fallen, oder die Galle unter das ausfließende Glas kommt. Sobald daher die schon vorher am Krahnbalken niedergelassene Gießzange die Wanne erfasst und einige Fufs über den Boden gelüftet hat, halten die Arbeiter dieselbe mittelst der Zangengriffe neben der Gießtafel, so dass sie schief und geneigt hängt, während zwei Arbeiter die Aussen Seite mit stumpfen Besen fegen und zugleich der Vormann die Galle von der Oberfläche mit einer krummen kupfernen Klinge sorgfältig über den Rand schiebt. Hierauf führt man die an ihren Ketten schwebende Wanne senkrecht über die Gießtafel; die Walze liegt schon bemannt an der einen dem Kühllofen zugekehrten Kante der Platte bereit; nach einigen pendelartigen Schwingungen hin und her wird die Wanne rasch umgekippt und der schon ziemlich zähflüssige Inhalt dicht vor die Walze entleert, welche sich in demselben Momente in Bewegung setzt und nachdem sie ihren Lauf vollendet, in den Tragbock fällt. Die Glasmenge in der Wanne ist so gegriffen, dass die Spiegelplatte kürzer ausfällt, als die Gießplatte und folglich nichts überfließt. Unmittelbar darauf, ehe das Glas erkaltet, legt eine neue Abtheilung der Mannschaft Hand an, um die zuletzt gebildete Kante der Glastafel über ein als Lineal aufgelegtes Stück Quadrateisen $1\frac{1}{2}$ oder 2 Zoll hoch aufzubiegen. Dieser aufgebogene Rand dient nämlich als Stützpunkt, um ein Eisen von der Gestalt eines Rechens ohne Zinken anzustemmen, und damit die mittlerweile hinreichend steif gewordene Glastafel in den Kühllofen zu schieben, was die Kraft von drei Mann erfordert. Die Sohle des Kühllofens ist mit Sand bestreut, dessen runde Körner als Reibungsrollen wirken und dadurch Verbiegungen und grobe Verletzungen der Oberfläche verhindern. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass die entleerte Wanne augenblicklich, ehe sie die Glühhitze verliert, in den Ofen zur neuen Läuterung zurückgefahren wird.

Jeder Kühllofen hat zwei Feuerungen und fasst drei Glastafeln; die Sohle hat die Gestalt eines großen Rechtecks, ist flach überwölbt und muss vor dem Guß mittelst seiner zwei Feuerungen, welche an einer und derselben schmalen Seite und auferhalb der Hütte liegen, genau bis auf die Temperatur der eben gegossenen Platte vorgeheizt seyn. Sobald die drei Platten darin placirt sind, werden alle Zugänge vermauert und das Glas einige Tage lang der freiwilligen Abkühlung überlassen. Man begreift nämlich, dass nur sehr gut gekühltes Glas den Angriff des Schleifsandes ertragen kann, ohne zu reißen.

Die ganze Operation, vom Ausfahren der Wanne an, bis zum Einschleichen der Platte in den Kühllofen, dauert nicht mehr als 5 bis 8 Minuten. Die rohen Glastafeln, sowie sie aus dem Kühllofen gefahren werden, zeigen nichts weniger, als die Glätte der beiden Metallflächen, von denen sie geformt sind. Sie haben ein welliges Ansehen, fast wie gehämmert, und lassen einen gegenüber befindlichen Gegenstand nur in sehr undeutlichen und sehr verzerrten Umrissen erkennen, wozu auch die bedeutende Stärke (von 5 Linien) das ihrige beiträgt.

Die Tafeln werden daher in die Beschneidezimmer gebracht, wo die Glaser mit Diamant und Lineal die wulstigen und unregelmäßigen Ränder abnehmen. Die beschnittenen Tafeln kommen sofort in die Schleiferei, wo sie drei Instanzen zu durchlaufen haben, nämlich:

- 1) das Raushschleifen durch Maschinen und Sand;
- 2) das Feinschleifen durch Handarbeit und Schmirgel;
- 3) das Poliren durch Maschinen und englisch Roth.

Die Maschinen, welche durch Dampf getrieben werden, sind von einer sehr sinnreichen Einrichtung, welche die Thätigkeit des Handschleifers in allen Einzelheiten nachahmt. Wir unterlassen, in eine nähere Beschreibung derselben einzugehen, da dieser Gegenstand zu sehr außerhalb des Gebietes dieses Artikels liegt. Bei dem Schleifen wird von jeder Glastafel durchschnittlich die Hälfte ihrer Dicke weggenommen; sie vermindert sich sogar zuweilen von 5 Linien zu 2. Wenn eine Fabrik jährlich 400,000 Quadratfuß Glas erzeugt, wie die in Ravenhead, so wiegen diese circa 16,000 Centner, davon gehen 8000 Ctnr. mit wenigstens 1300 Ctnr. Natron verloren; 1300 Ctnr. Natron entsprechen aber 2700 Ctnr. käuflicher calcinirter Soda, im Werth von wenigstens 1200 Pfd. St.

Es ist demnach außer allem Zweifel, dass durch Zugutmachen dieser Glasmasse von 8000 Ctnr., welche mit allen Unkosten des Schmelzens, Gießens und Schleifens behaftet ist, der Preis der Spiegel in einem Grade herabgedrückt werden kann, der auch den Absatz ungemein erweitern und auf den Vertrieb überhaupt vom entschiedensten Einfluss seyn muss. Nichts desto weniger lässt man in Ravenhead und so viel wir wissen, auch in den übrigen Spiegelgießereien, dieses werthvolle Material unbenutzt wegfließen, obgleich das Gemenge von Schleifmehl und Sand mit einem Zusatze von Soda und Kalk, wenn auch als ein Glas von geringerer Qualität zu Gut gemacht werden könnte.

Die polirten Glastafeln werden nun ein zweites Mal — und zwar nach Maafgabe der Fehler, welche erst durch die Politur zum Vorschein kommen und sichtbar werden — beschnitten. Ein großer Theil wird ohne Weiteres als Spiegelscheiben verkauft; alle zu eigentlichen Spiegeln bestimmten Tafeln müssen noch mit dem Beleg versehen werden. Dies geschieht auf dem Belegtische, einer Billard ähnlichen Tafel aus einer 5 Zoll starken, völlig eben geschliffenen Schieferplatte, welche in einem gusseisernen Rahmen so auf dem Untergestelle angebracht ist, dass sie vermittelst Charnieren und Gradbogen in einen beliebigen Winkel gestellt werden kann. Auf dieser Tafel wird das Staniol ausgebreitet, glatt gestrichen, anfangs mit wenig Quecksilber benetzt und dann so viel Quecksilber ausgegossen, als vermöge der Adhäsion auf dem Zinn stehen bleibt. Das Quecksilber bildet eine mehrere Linien hohe Schicht, auf welche die Spiegeltafel — wegen der stets unreinen Oberfläche des Metalls nicht flach aufgelegt werden darf. Die sorgfältig gereinigte Tafel wird vielmehr, die Kante voran, zwischen der Oberfläche des Quecksilbers und der Stanioltafel in schwach geneigter Stellung langsam vorgeschoben, und zwar so, dass die Kante stets unter dem Spiegel des Quecksilbers fortrückt, ohne aber das Staniol zu berühren. Ist die Tafel auf diese Weise aufgeschoben, so schwimmt sie auf dem überschüssigen Quecksilber, welches durch aufgelegte Gewichte und durch allmähliche Neigung der Belegtisch nach und nach beseitigt wird.

Zuletzt bleibt nur noch das gebildete Amalgam an dem fertigen Spiegel haften.

Die beschriebene Spiegelfabrik von Ravenhead unterscheidet sich von denen auf dem Continente am meisten durch die Qualität des Glases.

In mehreren Gießereien stehen die Schmelzhäfen und die Läu- rungswannen in einem und demselben Ofen neben einander. In der Spiegelgießerei zu St. Gobin in Frankreich sind die Gussplatten und Walzen von Bronze, also viel kostspieliger.

Neuerdings hat man versucht, den durch Arbeit und Quecksilber- verbrauch kostspieligen Amalgambeleg durch Versilberung der Silber- tafeln zu ersetzen. Nach dem Patente von Dreyton versetzt man eine Auflösung von salpetersaurem Silber (Höllenstein) mit Ammoniak (Sal- miakgeist) und fügt der filtrirten Flüssigkeit eine Auflösung von Cassiaöl in Weingeist¹⁾ zu; so erhält man die versilbernde Flüssigkeit. Sie hat die Eigenschaft, durch einen Zusatz der reducirenden Flüs- sigkeit — einer Lösung von 1 Maafstheil Gewürznelkenöl — ol. ca- ryophyllorum, in 3 Maafstheilen Weingeist — metallisches blankes Silber abzusetzen. Wie man sieht, besteht das Princip darin, dass die Fällung des metallischen Silbers ohne alle Gasentwicklung stattfindet. Die Ver- silberung geräth um so besser, je langsamer sie bewerkstelligt wird. Sie ist so dünn, dass der Quadratfuß nur 12 bis 18 Gran wiegt, woraus man ihre Wohlfeilheit begreifen wird. Bis jetzt ist es der neuen Me- thode nicht gelungen, den kostspieligeren Amalgambeleg zu verdrängen, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil die Versilberung besonders auf großen Flächen leicht fleckig ausfällt.

Die Analyse des Spiegelglases gab folgende Resultate:

Spiegelglas.

Analytiker:	Berthier.	Tassaert.	Dumas.		Berthier.	Peligot.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kieselerde	72,0	76,0	75,9	73,85	68,6	67,7
Kali . .	—	—	—	5,50	6,9	21,0
Natron .	17,0	17,0	17,5	12,05	8,1	—
Kalk . .	6,4	6,0	3,8	5,60	11,0	9,9
Bittererde	—	—	—	—	2,1	—
Manganoxy- dul . .	—	—	—	—	0,1	—
Thonerde	2,6	—	2,8	3,50	1,2	1,4
Eisenoxyd	1,9	1,0	—	—	0,2	—

Die fünfte Probe ist von einem venetianischen, Nro. 6 von einem geblasenen böhmischen, die übrigen von französischen Spiegeln.

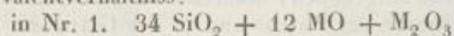
Daraus ergibt sich das Verhältniss des

¹⁾ Auf 1 Unze Höllenstein 3 Unzen Weingeist von 87 Proc. und 20—30 Tropfen Cassiaöl.

Sauerstoffs

Nr.	der Kiesel- erde.	zu dem der Metalloxyde MO.	zu dem der Metalloxyde M ₂ O ₃ .
1.	37,44	6,59	1,54
2.			
3.	39,46	5,55	1,30
4.	38,40	5,61	1,63
5.	35,76	7,19	0,65
6.			

und das Aequivalentverhältniss:



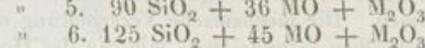
" 2.



" 4.



" 6.



II. Das bleihaltige Glas.

D. Das Krystallglas.

Für diejenigen Gegenstände des Luxus, welche sich durch hohen Glanz, starke Lichtbrechung und Farblosigkeit auszeichnen, wie Pokale, Karaffen, Flacons, Leuchter u. s. w. ist das Bleiglas ganz besonders durch diese Eigenschaften, sowie durch seine Weichheit (große Ritzbarkeit oder Schleifbarkeit) geeignet. Die Masse, welche dazu verwendet wird, heißt im engeren Sinne Krystallglas (bergkrystallartiges Glas), und wetteifert mit dem böhmischen Schleifglas, von welchem sie an Farblosigkeit und Härte, aber nicht an Lichtbrechungsvermögen und Leichtflüssigkeit übertroffen wird. Einmal mit der Natur des bleihaltigen Glases bekannt, war es leicht, die Bedingungen festzustellen, von denen seine Güte abhängt. Das kieselsaure Bleioxyd zeigt eine bemerkliche gelbe Färbung, wenn es als Bestandtheil eines Glases in einem gewissen Grade über das kieselsaure Alkali an Menge überwiegend wird; außerdem tritt der eigenthümliche blaugrüne Ton des kieselsauren Natrons in Verbindung mit Bleiglas viel stärker hervor. Da nun die Krystallwaaren, um in gehörigem Glanze zu erscheinen, fast immer geschliffen, und darum sehr massiv gearbeitet werden müssen, so hat man noch mehr Grund, jene Färbung zu vermeiden, und Krystallglas nur aus Bleioxyd, Kali und Kieselsäure zusammensetzen, und in dem Verhältnisse derselben gewisse Grenzen nicht zu überschreiten.

In England und in den Steinkohlendländern überhaupt ist das Krystallglas das Material für die gewöhnlichen Hausgeräthe und vertritt mithin das bleifreie Hohlglas. Es wird in England Flintglas genannt (von Flint, der Feuerstein). Das Material ist gesiebter und gewaschener weißer Sand (Feuerstein ist nicht mehr gebräuchlich), Mennige und diejenige bessere Sorte Potasche, welche auf dem englischen Markte Perlasche genannt wird. Als Entfärbungsmittel dienen Salpeter, Braunerstein und weißer Arsenik. Die meisten Sätze zu Krystallglas nähern

sich dem Verhältniss von 3 Thln. Sand, 2 Thln. Mennige und 1 Thl. Potasche, sind aber in jeder Hütte verschieden.

Die Eigenthümlichkeiten der Krystallglas-Fabrication beruhen auf der Leichtigkeit, mit der sich dieses Glas in dem Feuer, besonders in einer reducirenden Flamme braun färbt, wahrscheinlich durch Reduction von metallischem Blei in fein zertheiltem Zustande. Aus dieser Empfindlichkeit entspringt die Regel, das Bleiglas von der unmittelbaren Berührung mit der Flamme fern zu halten, und man bedient sich deshalb stets geschlossener Häfen. Den Schluss bildet eine Kuppel, welche nach der Seite zu mit einem Hals nach Art der Retorten versehen ist. Dieser kurze Hals ist gerade in die Arbeitsöffnung eingepasst und dadurch alle Communication mit dem Inneren der Häfen und dem Inneren des Ofens aufgehoben, während der Arbeiter doch leicht und bequem in das Innere des Hafens und zu der Glasmasse gelangen kann. Die Bedeckung des Hafens durch die Haube erschwert das Schmelzen, weil das Feuer nur durch die Hafenswände hindurch wirken kann, ungleichmäßig, so dass zum Fertigwerden des Bleiglasses, seiner großen Leichtigkeit ungeachtet, 48 Stunden gehören, Schmelzung und Läuterung zusammengenommen. Die mechanische Verarbeitung des Krystallglases geschieht nach denselben Grundsätzen, wie die des Hohlglases, vermittelt Blasen an der Pfeife, wobei das Aufwärmen nicht in der freien Flamme, sondern unter der Haube des Hafens geschieht. Ein wesentlicher Unterschied liegt jedoch in der häufigeren Anwendung der Formen, welche zuweilen ganz selbstständig auftreten. Da nämlich das meiste Bleiglas durch Schleifen verziert wird, so gewähren die Formen einen wichtigen Vortheil. Durch Anwendung derselben können die zu fertigenden Gegenstände schon in einer Gestalt erhalten werden, welche derjenigen sehr genähert ist, die sie durch den Schliff erhalten sollen. Man hat folglich nicht so viel Masse wegzuschleifen, als der Fall ist, wenn man die Gegenstände nur durch Blasen vorgebildet hat.

Bei der Zähflüssigkeit des Glases und seiner geringen Neigung, sich in die Conturen der Formen zu schmiegen, kann das Glas nicht schlechtweg in die Formen gegossen, sondern es muss mit Gewalt in dieselben gepresst werden. Sie sind metallene mehrtheilige Formen, welche durch Schrauben zusammengedrückt werden. Bei einfachen flachen Gegenständen, z. B. bei Tellern, ist die Form zweitheilig, und das in dieselbe gebrachte Glas wird zwischen den beiden Hälften mittelst Schrauben so stark gepresst, dass das Glas genau in alle Vertiefungen der Form tritt, und der überschüssige Theil aus den Fugen herausgedrückt wird. Hohle Gegenstände, z. B. eine Flasche, Fig. 106, werden an der Pfeife *g*, wie gewöhnlich vorbereitet, in die dreitheilige Form, Fig. 107, eingeführt, dann die Formtheile fest geschlossen und mit aller Kraft durch die Pfeife *g* Luft eingeblasen, bis das Glas in alle Winkel der Form eingetrieben ist, und endlich oben außerhalb derselben die sog. Haube *q* entsteht. Der Bauchtheil der Form besteht aus einem Stück *aa* mit dem Boden *e*. Der Hals besteht jedoch aus zwei Hälften, welche sich nach der Linie *z* durch das Charnier *d* öffnen lassen, soweit es die Stiften *c* auf dem Bügel *i* erlauben. In diesem Zustande wird das Glas an der Pfeife eingeführt, dann die beiden Hälften zugeklappt, und mittelst der Schraube *u* geschlossen. Die sog. Haube nebst der Pfeife, also alles oberhalb der Linie *x* befindliche Glas wird

weggeschliffen. In die Hülsen *h* werden hölzerne Handhaben zum Tragen der Form befestigt.

Fig. 106.

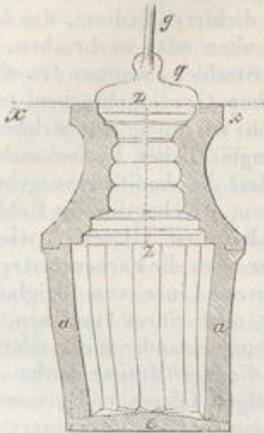
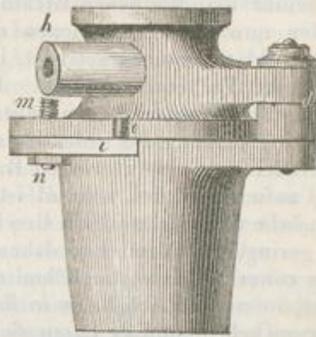


Fig. 107.



Solche in gravirten Formen geblasene, oder wie man sie gewöhnlich nennt, gepresste Waaren, kommen vielfach in den Handel. Da sich indessen, wie mehrfach bemerkt, das Glas schwer formt, und von der Gravirung des Metalls immer stumpfkantige Abdrücke liefert, deren Flächen nie eben, sondern schwachwellig sind, so sind diese gepressten Waaren stets trübe und ohne Ansehen. Will man ihnen daher das bekannte scharfkantige, ebenspiegelnde Ansehen ertheilen, wobei das Lichtbrechungsvermögen gehörig zum Vorschein kommt, so müssen sie geschliffen werden.

Diejenigen Glassorten, die sich dazu eignen und im größten Umfange dem Schliff unterworfen werden, sind der hier in Rede stehende Bleikrystall, und der bereits oben erwähnte bleifreie böhmische Krystall oder das böhmische Schleifglas.

Das allgemein übliche Werkzeug zum Schleifen oder Schneiden sind Scheiben von Eisen, Sandstein oder Kupfer, welche in einer Art Drehbank, der Schleifbank umlaufen, und an ihrem bald schneidigen, bald kantigen, bald abgerundetem Rande mit Sand mit Rauhschmirgel zum Feinschleifen versehen werden. Aehnliche Scheiben von Zinn, Holz oder Kork mit Bimstein oder Kolkothar dienen zum Poliren. Es versteht sich von selbst, dass man nicht allein Scheiben von mehrfach gestalteten Kanten, sondern auch allen möglichen Durchmesser von 8 bis 10 Zoll (bei $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke) abwärts nöthig hat. Zum Einschneiden von Namenszügen, Wappen, Zeichnungen etc. werden Kupferscheibchen von der Größe eines Pfennigstückes mit Schmirgel und Oel gebraucht; die feinsten Vertiefungen werden mit Kupferstiften geschnitten, die entweder spitz sind, oder in einen Knopf, oder in eine kleine Scheibe ausgehen. Man sieht leicht, dass sich bei der Arbeit die feinen, harten Körner des Schleifpulvers in das weiche Metall des Scheibenrandes eindrücken, und so eine Art Feile bilden, durch welche das Glas beim Umlaufen angegriffen wird.

E. Das optische Glas.

Die Anwendung des Glases zu Linsen, woraus die optischen Instrumente, also Mikroskope, Fernröhre, Daguerreotypen construirt werden, beruht auf seiner Eigenschaft, als ein dichteres Medium, das Licht von seiner ursprünglichen Richtung abzulenken oder zu brechen. Es werden nun die verschiedenen einfachen Strahlen, woraus der weiße Lichtstrahl zusammengesetzt ist, in ungleichem Grade gebrochen, es erfolgt eine Farbenzerstreuung. Bei Linsen aus Bleiglas, welche das größte Brechungsvermögen besitzen, ist unglücklicher Weise auch die Farbenzerstreuung am bedeutendsten, so dass die damit hervorgebrachten Bilder stets einen farbigen Rand besitzen, welcher für die Beobachtung außerordentlich störend ist. Bei bleifreien Gläsern, wie das böhmische Schleifglas ist die Brechung, aber auch die Farbenzerstreuung viel geringer. Wenn man daher eine convexe Linse von Bleiglas mit einer concaven Linse von böhmischem Glas, oder einem ähnlichen, combinirt, so werden sich beide in ihrer Wirkung einander mehr oder weniger aufheben, und es lassen sich leicht die Verhältnisse finden, bei welchen die Farbenzerstreuung des bleihaltigen Glases völlig compensirt, aber das Brechungsvermögen nur um ein Gewisses verringert ist. Eine solche Combination, welche also stets ein farbloses Bild giebt, heißt eine achromatische. In unserer deutschen optischen Kunstsprache heißt das bleihaltige Element: Flintglas, das bleifreie: Crown-glas. Beide Kunstausdrücke sind bekanntlich aus dem Englischen ins Deutsche übergegangen.

Die Herstellung von Crownglaslinsen hat keine besonderen Schwierigkeiten. Diese sind aber ungewöhnlich groß bei den Flintglaslinsen, insbesondere wenn sie, wie bei denjenigen Teleskopen, welche im Gegensatz zu den Spiegelteleskopen Refractoren genannt werden, einen Durchmesser von 1 Fuß und mehr haben müssen.

Die gewöhnlichen Fehler des Flintglases beruhen entweder auf einer Art Entglasung, welche leicht verhindert werden kann, oder auf der Gegenwart von kleinen Blasen und von Streifen und Wellen. Die Störungen, welche kleine Blasen hervorbringen — und größere kommen nicht wohl vor — sind wenig erheblich; dagegen sind die Streifen und Wellen als die eigentlichen Schwierigkeiten zu betrachten.

Alle bleihaltigen Gläser, am meisten das optische oder Flintglas, haben nämlich die Eigenschaft, sich bei anhaltendem, ruhigem Fluss in mehrere, verschieden zusammengesetzte Verbindungen oder Silicate zu scheiden, und zwar in der Art, dass die bleireichsten, welche die schwersten sind, den Boden einnehmen, während die bleiärmeren, und leichtesten sich an die Oberfläche begeben. Diese Schichten trennen sich nie scharf, mischen sich aber eben so wenig vollständig, selbst nicht nach lange fortgesetztem Schmelzen. Als man z. B. eine Probe Flintglas, welche 6 Zoll hoch im Hafen stand, 24 Stunden lang in ruhigem Fluss erhielt und dann erkalten liefs, so fand man das specif. Gewicht in je 10 Wägungen nach einander:

in der oberen Schicht:

3,38—3,30—3,28—3,21—3,15—3,73—3,85—3,81—3,31—3,30;

in der unteren Schicht:

4,04—3,77—3,85—3,52—3,80—4,63—4,74—4,75—3,99—3,74.

Man sieht daraus, dass nicht nur die unteren Schichten um $\frac{1}{3}$ dichter sind, als die oberen, sondern dass auch die einzelnen Schichten in sich sehr ungleich sind. Diese Trennung in Schichten wird durch den Umstand sehr befördert, dass die Temperatur am Boden des Hafens um $1000^{\circ}\text{C.} - 1200^{\circ}\text{C.}$ niedriger ist, als in der Mitte und an dem Rande. Da nun die richtige optische Wirkung der Linsengestalt schlechterdings auf die Voraussetzung eines vollständig homogenen Materials gegründet ist, so kann eine Linse, welche aus ungleich dichten Schichten besteht, die sich dem Auge als Wellen und Streifen darstellen, nur verzerrte und verschobene Bilder liefern. Will man dem Uebelstande durch Umrühren, durch Ueberschöpfen u. dgl., also dadurch begegnen, dass man die Schichten mechanisch zu mischen sucht, so bringt man wieder Blasen und Unreinigkeiten in die Masse, welche nur durch eine neue Läuterung entfernt werden können, wobei jene Schichten wieder Gelegenheit finden, sich mehr oder weniger von einander abzuseiden.

Je größer die lichtbrechende Kraft der Linse seyn soll, um so größer muss die Dichte (sie darf nicht wohl unter 3,1 seyn) und folglich um so größer der Bleigehalt seyn. Alsdann ist man aber den erwähnten Schwierigkeiten im höchsten Grade ausgesetzt.

Dass es Methoden geben muss, vermittelst welcher man jene Schwierigkeiten besiegen kann, beweisen die Leistungen mehrerer berühmter, praktischer Optiker; da dieselben aber aus leicht zu ermessenden Gründen ihre Methoden geheim hielten, so lässt sich nichts Bestimmtes darüber angeben.

Im Jahre 1824 ernannte die Society of Arts in London eine Commission unter Faraday, um einen sicheren Weg für die Flintglasbereitung auszumitteln. Die sehr umfassenden Versuche von Faraday führten zwar zu vielen nützlichen Kenntnissen über die Natur des Flintglases und seine Fehler, aber zu keinem praktischen Resultate. Nach seinem Vorschlage soll das Glas aus 1 Aeq. Borsäure, 1 Aeq. Kieselsäure und 3 Aeq. Bleioxyd in Platingefäßen zusammengeschmolzen werden. Dieses Glas hat ein specif. Gew. von 6,4 und einen Bleigehalt von 74 Proc. Bereits lange vor Faraday's Versuchen gelang es Fraunhofer in der optischen Anstalt zu Benedict Beuren bei München — aus welcher der berühmte Refractor der Sternwarte zu Dorpat mit einem Objectiv von 14" Durchmesser hervorgegangen — größere streifenfreie Gläser darzustellen; das Geheimniss seines Verfahrens ist nach seinem Tode an v. Utzschneider übergegangen. Die wesentlichsten Vervollkommnungen sind von Fraunhofer erst nach dem Jahre 1813 gemacht worden, nachdem ihn sein berühmter Schüler Guinand der Vater (aus Brennetz in der Schweiz) bereits verlassen hatte, um in Choisy-le-Roi bei Paris eine Werkstätte zu gründen, worin er zuerst seine wichtige Verbesserung anbrachte. Sie besteht in der Einführung eines Rührers aus Hafennasse, welcher ohne färbenden Einfluss auf das Glas, ein fortgesetztes Umrühren gestattet.

Die genannte Werkstätte ging nach der Hand an Guinand's Sohn und bald darnach durch Kauf an Bontemps über, welcher schon im Jahre 1828 Linsen von 132 bis 152 Linien Durchmesser geliefert hat, welche ebenso wie die Guinand'schen, zwar frei von Streifen, aber nicht ganz frei von Blasen sind. Seitdem, und zwar in den letzten Jahren, hat Guinand der Akademie der Wissenschaften in Paris ein von dem Astronomen Arago sehr warm bevorwortetes Verfahren

mitgetheilt, welches ihn angeblich in den Stand setzt, brauchbare Flintglaslinsen bis zu 1 Meter Durchmesser und zwar zu ungemein billigen Preisen zu liefern. Man hat aber seitdem von diesem Verfahren nichts wieder gehört, und es scheint demnach die Erfüllung dieser Versprechungen auf Schwierigkeiten gestossen zu seyn.

Das in dem Hafen erkaltete Flintglas löst sich in der Regel von der Wand los, und bildet so eine zusammenhängende, compacte Masse. Diese wird in zwei gegenüberstehenden Seiten angeschliffen, so dass man in das Innere hineinsehen kann. Auf diese Weise kann man sich in Bezug auf die Lage der Streifen orientiren, und hinreichend reine, homogene Stücke herausschneiden, was bei der großen Weichheit des Flintglases keine Schwierigkeit hat. Teleskoplinsen können ihrer Größe wegen nur wenige aus einem solchen Klumpen geschnitten werden. Dagegen liefert dasselbe eine große Zahl von Mikroskoplinsen, welche nur die Größe einer Erbse und weniger besitzen. Ja zuweilen hängt der Ruf eines Optikers nur von dem zufälligen Gelingen einer Flintglasmasse ab, welche ihm auf viele Jahre das Material zu solchen Mikroskoplinsen liefert.

Außer den Genannten haben sich noch Körner, Steinheil und Doebereiner Verdienste um die Flintglasbereitung erworben.

F. Der Strass.

Die Nachahmung der natürlichen Edelsteine mittelst Glasflüsse, welche an vielen Orten mit großer Ausdehnung betrieben wird, erfordert eine Glasmasse von der höchsten Reinheit und Farblosigkeit, von einem starken Lichtbrechungsvermögen und der Eigenschaft, die Farben mit möglichstem Glanz und Feuer wiederzugeben. Das Glas, welches diesen Anforderungen entspricht, führt den Namen seines Erfinders »Strass«, und wird aus Quarz, Borsäure, Mennige und besonders gereinigtem Kali (am besten mit durch Alkohol gereinigtem Aetzkali) zusammengeschmolzen. Donault-Wieland, der sich viel mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, giebt z. B. folgende Vorschriften:

	1.	2.	3.
Gemahlener Bergkrystall	100	—	100
Sand	—	100	—
Reine Mennige	156	—	154
Bleiweiß	—	171	—
Gereinigtes Aetzkali	54	32	56
Boraxsäure	7	9	6
Arsenige Säure	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$

Durch Zusammenschmelzen des farblosen Strasses mit färbenden Metallpräparaten erhält man Nachahmungen der verschiedenen Edelsteine: so des Topas mit Spiessglanzglas und Goldpurpur, oder mit Eisenoxyd; Rubin mit Goldpurpur; Smaragd mit Kupfer- oder Chromoxyd; Saphir mit Kobaltoxyd; Amethyst mit Kobaltoxyd und Goldpurpur; Beryll mit Spiessglanzglas und Kobaltoxyd; Granat mit Goldpurpur, Spiessglanzglas und Mangan etc.

Wir geben hier eine Uebersicht der Analysen der drei bleihaltigen Gläser:

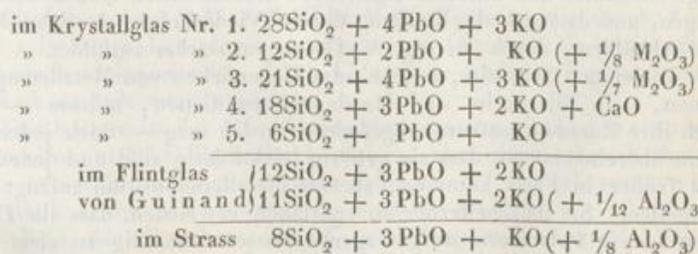
Analytiker:	Berthier.	Dumas	Faraday	Farad.	Dumas	Dumas		
Art des Glases.	Krystallglas.					Flintglas von Guinand.	Strass v. De-nault, Wien-land verfertigt.	
	1.	2.	3.	4.	5.			
Kieselerde	59,2	56,0	51,4	56,0	51,93	44,30	42,5	38,1
Kali . .	9,0	6,6	9,4	8,9	13,67	11,75	11,7	7,9
Kalk . .	—	—	—	2,6	—	—	0,5	—
Bleioxyd	28,2	34,4	37,4	32,5	33,28	43,05	43,5	53,0
Manganoxydul .	1,0	—	—	—	—	—	—	—
Thonerde	—	1,0	1,2	—	—	—	1,8	1,0
Eisenoxyd	0,4	—	0,8	Spur	—	—	—	—

1. Von London, zu optischen Instrumenten bestimmt. 2. Von Voneche in Belgien. 3. Von Newcastle. 4. Von unbekannter Herkunft. 5. Aus England.

Daraus das Verhältniss des Sauerstoffs:

	der Kiesel-erde.	zu dem der Metalloxyde MO.	zu dem der Metalloxyde M_2O_3 .
in Nr. 1.	30,78	3,76	0,12
» » 2.	29,12	3,58	0,46
» » 3.	26,72	4,26	0,56
» » 4.	29,12	4,57	—
» » 5.	27,00	4,69	—
im Guin.	23,03	5,06	—
Flintglas	22,10	5,23	0,84
im Strass	19,86	5,10	0,46

und das Aequivalentverhältniss:



Genau dieselbe Zusammensetzung, wie Dumas von dem Strass, fand neuerdings Erdmann von einer, als »imitation de diamant« von Austrich in Paris, auf der Messe in Leipzig verkauften Glascomposition.

G. Der Schmelz oder Email.

Emaillirte Arbeiten waren den alten Aegyptern bereits bekannt; genauere Angaben über Emaille und Emailfarben verdankt man Porta in seiner *Magia naturalis* und Bernard de Palissy, beide in der Mitte des 16 Jahrhunderts.

Email oder Schmelz heißen, allgemein genommen, gewisse, leichtflüssige, besonders bleihaltige Glasflüsse, welche zum Ueberziehen von anderen Gegenständen durch Schmelzung, insbesondere von metallenen gebraucht werden. Von der Art sind z. B. die Ueberzüge und Ausfüllungen bei Goldarbeiten, die Farbenverzierungen an Ordensdecorationen; ferner der Ueberzug und die Schrift der Uhrzifferblätter, endlich der Ueberzug der sog. emaillirten Kochgeschirre und mancher Thonwaren. In den ersten der genannten Fälle ist der Emailüberzug nur eine Farbenverzierung, oder, wie bei den Geschirren, eine schützende Decke gegen chemische Einwirkung; die Emailüberzüge sind, je nachdem man die Oberfläche der Gegenstände verdecken, oder sehen lassen will, bald durchsichtig, bald undurchsichtig. Demnach ist es schwierig, den Begriff von Email oder Schmelz abzugrenzen, und wenn auch die undurchsichtigen Emaille sich wesentlich unterscheiden, so sind doch die durchsichtigen von den gefärbten Gläsern oder Glasfarben genau genommen durch ihre Anwendung verschieden.

Das Emailliren ist eine uralte Kunst: sie hatte schon in früher Zeit in Venedig ihren Hauptsitz, und wird daselbst noch heut zu Tage in einer sehr hohen Vollkommenheit cultivirt.

Bei dem durchsichtigen Email sind alle Theile in vollständige Schmelzung gegangen, und er bildet eine Art von Krystallglas, mit verschiedenen Farben versehen. Der undurchsichtige oder opake Email enthält im Gegentheil gewisse Bestandtheile in Form eines fein zertheilten Niederschlages, gleichsam wie eine Trübung in einer sonst durchsichtigen glasigen Grundmasse schwebend. Solche Trübungen entstehen in einer Glasmasse theils schon beim Schmelzen, theils kommen sie im Augenblick des Erstarrens zum Vorschein. Von der letzten Art sind die meisten Emaille und künstlich undurchsichtig gemachten Gläser. Die Erscheinung, welche ihrer Bildung zum Grunde liegt, ist dieselbe, die man täglich bei den Löthrohrproben beobachtet. Jedermann weiß, dass viele Oxyde mit Borax vor dem Löthrohr zu einer Perle aufgelöst, anfangs ein klares und durchsichtiges, nach dem Erkalten trübes Glas erzeugen, und dass sich die Trübung durch Wiederholung des Schmelzens und Abkühlens, durch das sog. Anflattern stärker ausbildet.

Diejenigen Schmelze, welche zum Ueberziehen von Metallcompositionen, z. B. Bijouterie- und Messingwaren dienen, müssen — wie auch ihre Zusammensetzung abgeändert werden mag — doch jedenfalls darin übereinkommen, dass sie gehörig leichtflüssig sind und jedenfalls viel früher in Fluss kommen, als die Metallcomposition anfängt, zu schmelzen. Sie müssen ferner so vollständig erweichen, dass alle Theilchen der in Pulverform aufgetragenen Masse vollständig zu einer homogenen Masse verschmelzen, aber sie dürfen dabei keine dünnflüssige, sondern nur eine teigartige Consistenz annehmen, wenn sie einen gleichsigen, zusammenhängenden Ueberzug bilden sollen.

Findet das Gegentheil statt, so wird der Schmelz an einigen Stellen zusammenlaufen, während andere Stellen entblößt werden. Der

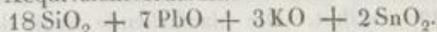
durchsichtige Email besteht immer aus viel Blei mit Kreide, Quarz, Borax, Salpeter etc., in Verhältnissen, welche nach dem Grade seiner Schmelzbarkeit und nach der Farbe, die er erhalten soll, vielfach abgeändert werden. Ausser der bereits erwähnten Verzierung der Bijouteriewaaren dienen diese Emaille auch noch zur Herstellung von kleinen Zierrathen, Kunstgegenständen, Schmuckwaaren, welche vor der Emaille- oder Glasbläserlampe dargestellt werden. Zu dem Ende wird der Email zuvor in dem Tiegel geschmolzen, und in dem ersten Falle zu Pulver zerrieben und mit einem passenden Vehikel aufgetragen, im zweiten Falle in dünne Stäbe oder Röhren ausgezogen, welche dann vor der Lampe verarbeitet werden.

Der weisse undurchsichtige Email, wie er zum Ueberziehen von Zifferblättern, geringen Fayencewaaren und dergleichen gebraucht wird, erhält seine charakteristische Eigenschaft, nämlich die weisse Trübung, welche ihn undurchsichtig macht, von dem Zinnoxid. Als Basis für die Composition dieses Emails dient allgemein eine Legirung von 1 Thl. Zinn mit 1—6 Thln. Blei, welche durch Calcination bei der dunklen Rothglühhitze in ein Oxydgemenge verwandelt wird, welches man je nach den Verhältnissen als eine bleiische Zinnasche oder als zinnhaltige Bleiasche ansprechen kann. Hierbei liegt die bekannte Erfahrung zum Grunde, nach welcher sich ein Gemisch aus Zinn und Blei in der Rothglühhitze und bei Luftzutritt ungleich leichter oxydirt — in Folge der Anziehung der entstehenden Zinnsäure zum Bleioxid — als die Metalle einzeln.

Der weisse Email enthielt in einer von Dumas analysirten Probe:

Kieseelerde	31,6	mit	16,43	Sauerstoff
Kali . . .	8,3	„	1,41	„
Bleioxid .	50,3	„	3,59	„
Zinnoxid .	9,8	„	2,09	„
	100,0			

woraus das Aequivalentverhältniss:



Insofern man sich immer nach den Erfordernissen richten muss, also nach dem Grade der Schmelzbarkeit, nach dem der Härte u. s. w. sind allgemein gültige Regeln nicht denkbar. Diese Metallasche wird mit Soda oder Potasche, Quarzmehl oder Sand in einem geeigneten Verhältnisse versetzt. Eine ähnliche Beschaffenheit, wie durch Zinnoxid soll dem Glase durch Antimonsäure (meistens als antimonium diaphoreticum angewandt), durch Chlorsilber und durch phosphorsaurer Kalk ertheilt werden können.

Der letztere ist der Hauptbestandtheil des sog. Beinglases, ein milchweisses nicht völlig undurchsichtiges, aber doch schwach durchscheinendes Glas, welches zu Lampenschirmen u. dgl. gebraucht wird. Man erhält es durch Versetzen von weissem Hohlglas mit 10 bis 30 Proc. Beiu- oder Knochenasche. Es ist anfangs vollkommen durchsichtig, und erhält seine milchige Trübheit erst durch das Aufwärmen; sie tritt um so stärker hervor, je öfter dies wiederholt wird. Solches Beinglas opalisirt und lässt das Licht einer Kerze oder Lampe mit rother Farbe durch.

Unter dem Namen »Reissteinglas« oder »böhmisches

„Achatglas“ wird gegenwärtig in Böhmen ein halbdurchscheinendes opalartiges sehr edles Glas gefertigt, welches dem durchgehenden Licht nicht den röthlichen Schein wie das Milchglas giebt, vielmehr eine durchscheinende Trübheit, wie ein Reiskorn besitzt, von vorzüglich angenehmem Effect. Peligot fand dasselbe zusammengesetzt aus:

Kieselerde . . .	80,9
Kali	17,6
Thonerde	} 0,8
Eisenoxyd, Spur	
Kalk	0,7
	100,0,

entsprechend $\text{KO} \cdot 7 \text{SiO}_2$, während das Wasserglas $\text{KO} \cdot 4 \text{SiO}_2$ und die Kieselfeuchtigkeit $\text{KO} \cdot \text{SiO}_2$ ist. — Das Reisglas ist das einzige zu Glaswaaren verarbeitete Glas von so einfacher Zusammensetzung. Seine Beständigkeit gegen Lösungsmittel, wahrscheinlich auch seine opalartige Beschaffenheit verdankt es dem sehr hohen Kieselerdegehalt.

Das Färben des Glases.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die ersten Producte der Glasbereitung mehr gefärbt als weiß waren. Aber auch die Kunst, bestimmte Farben absichtlich in Glas hervorzubringen, ist sehr früh bekannt geworden. — Schon dem Demokrit von Abdera (5. Jahrh. v. Chr.) wird die Kunst, Smaragdenachzuahmen, zugeschrieben und Theophrast (300 v. Chr.) erwähnt der Färbung des Glases durch Kupfer. Plinius sagt sehr bestimmt, dass das Glas in allen Farben, so wie Hyazinthe und Sapphire gefärbt werden könne. Es gebe auch ein Glas, welches durch und durch roth, aber undurchsichtig sey und »Haematimon« genannt werde ¹⁾. Kaiser Hadrian empfing mehrere Kelche von farbigem Glase von Aegyptischen Priestern zum Gescherk. Vermittelst der chemischen Analyse sind in antiken Glasproben Kupfer, Kobalt und Eisen nachgewiesen worden. Die Fertigung von Rubin-glas durch Gold wird erst im Zeitalter der Alchemisten, am frühesten von Libavius (1599) erwähnt. Die blaufärbende Kraft der Kobalterze ist zuerst mit Bestimmtheit von dem Glasmacher Christoph Schürer im Erzgebirge (16. Jahrhundert) entdeckt worden.

Die Eigenschaft der meisten schweren Metalloxyde, farbige Verbindungen mit der Kieselsäure einzugehen, die sich in jedem beliebigen Verhältnisse mit den gewöhnlichen Gläsern mischen lassen, giebt in eben so reichem Maasse Gelegenheit, die Ergebnisse der Wissenschaft durch Anwendung fruchtbar zu machen, als sie dem Künstler ein reiches Feld der trefflichsten Wirkungen gewährt, welche durch das optische Verhalten des Glases ausnehmend gehoben werden. Obgleich Gläser jeder Zusammensetzung gefärbt werden können, so hängt es doch in den einzelnen Fällen von dem Zweck der Arbeit und der Natur der Farbe ab, ob man ein bleifreies, oder die ihrer höheren Brechungs-fähigkeit wegen geeigneteren Bleigläser als Träger der Farben benutzt.

Entweder handelt es sich darum, die bereits besprochenen Waaren

¹⁾ Pettenkofer hat neuerdings die von ihm gemachte Wiedererfindung des Haematimon der Alten und ähnlicher Gläser angezeigt. Das Nähere seines Verfahrens ist zur Zeit nicht bekannt.

aus böhmischem Schleifglas oder Krystall mit Farben zu verzieren — gefärbte Gläser im engeren Sinne — was häufiger und leichter auf Krystall als bleifreiem Glase ausgeführt wird; oder die natürlichen Edelsteine, Gemmen und Cameen sollen durch Glas mit entsprechender Färbung nachgeahmt werden — die Glaspasten, wozu — wegen des nöthigen hohen Glanzes — nur Bleiglas gebraucht werden kann; oder endlich es handelt sich um wirkliche Glasmalerei, wo dann farbige Bleigläser, als Farben zubereitet, mit dem Pinsel aufgetragen und auf das bereits fertige Glas durch Schmelzen befestigt werden.

In allen diesen Fällen ist die Wirkung auf das durchgehende Licht, also auf durchsichtige Farben berechnet; das Gegentheil, also Wirkung, auf zurückgeworfenem Lichte beruhend, wie bei jedem gewöhnlichen Gemälde, findet bei dem Email Statt, worunter man undurchsichtige leichtflüssige Gläser versteht, welche ebenso wie die durchsichtigen, als Grund oder Farbe gebraucht werden können. Letzteres geschieht z. B. in umfassender Weise auf der Glasur der Porzellan- und Fayence-Geräthe.

Es ist hier nicht der Ort, in alle technische Einzelheiten einzugehen; wir beschränken uns daher auf die Anführung der einzelnen Glasfarben und ihrer Natur.

Gelb. Ein ins Braunrothe gehendes Gelb wird durch einen geringen Zusatz von Eisenoxyd erhalten. Ein reines Gelb, wie es am gewöhnlichsten vorkommt, erhält man mittelst Antimon oder Silber. Unter den Antimonpräparaten wählt man in der Regel das Spießglanzglas, oder das Antimonium diaphoreticum. Das Silber dagegen wird als Chlorsilber angewandt, und zwar in einer eigenthümlichen Weise, welche man Lasur nennt. Das Chlorsilber wird nämlich nicht bei dem Schmelzen des Glases zugesetzt, sondern die gelbe Farbe mittelst dieses Körpers erst auf den Glasgeräthen hervorgebracht, wenn diese vollständig vollendet, selbst geschliffen sind. Man bereitet zu dem Ende aus fein zertheiltem Chlorsilber und zerriebenem Pfeifenthon einen Teig, welcher auf die Oberfläche der betreffenden Gegenstände aufgetragen wird. Nachdem dieser Teig getrocknet ist, werden die Gegenstände einem bestimmten, sehr mälsigen Hitzgrade unter der Muffel ausgesetzt. Dieser Hitzgrad muss so regulirt werden, dass die Glasgeräthe zwar glühend werden, sich aber nicht durch Erweichung verbiegen. Alsdann kann die Thonmasse auf der Oberfläche des Glases nicht anschmelzen, sie kann vielmehr nach dem Erkalten vollständig abgeschabt und abgewaschen werden, wo dann die gelbe Farbe in vollem Glanze und Durchsichtigkeit zum Vorschein kommt. Das Silber zieht sich nämlich, wie man häufig bei chemischen Versuchen zu sehen Gelegenheit hat, auf diese Weise bis zu einer sehr geringen Tiefe in das Glas ein. Die Färbung mit Silber ist also immer eine oberflächliche und geht nie durch die Masse. Daraus erhellt, dass die Lasur theils von vornherein topisch angebracht, und nachträglich durch Schleifen topisch wieder weggenommen werden kann. — Auch das Titanoxyd und das Uranoxyd, welche neuerdings in der Porzellanmalerei gebraucht werden, geben Gelb, das letztere orange-gelb.

Roth. Ein wohlfeiles und häufig gebrauchtes Roth giebt das Eisenoxyd. Es wird je nach den betreffenden Umständen als reines Oxyd (durch Glühen von dem salpetersauren Salz) als Blutstein, als

Röthel oder Ocker angewandt. Das Roth des Eisens ist ohne Feuer und stets ins Braune ziehend, um so mehr, je stärker der Zusatz.

Prachtvolle rothe Farben, welche in der Glasmalerei eine wichtige Rolle spielen, erhält man durch Kupferoxydul und durch Gold. Das Erstere liefert ein Blutroth, das Gold mehrere Nüancen von Roth, beide vom höchsten Feuer und vom reinsten Ton.

Dass das Kupferoxydul als Glasfarbe schon den Alten bekannt war, beweisen die Glaspasten von der Villa des Tiberius auf der Insel Capri, worin man 6,7 Proc. davon gefunden hat. Das prachtvolle Roth der Kirchenfenster aus der Blüthezeit der Glasmalerei des Mittelalters ist ebenfalls Kupferoxydul. Später ging die Kenntniss seiner Anwendung mit dem Interesse für diesen Kunstzweig verloren, bis sie neuerdings mit dem Wiedererwachen desselben auf's Neue in's Leben gerufen wurde. Sehr viele Verdienste hat sich in dieser Beziehung Dr. Engelhard (1827) durch Lösung der, über diesen Gegenstand vom Berliner Gewerbe-Verein gestellten, Preisaufgabe erworben.

Das Kupferoxydul wird entweder besonders dargestellt durch Glühen von Kupferabschnitzeln, oder man benutzt den Kupferhammerschlag, welcher diese Oxydationsstufe vorzugsweise enthält. Das Kupferoxydul hat eine große Neigung, in Kupferoxyd überzugehen, welches das Glas nicht roth, sondern grasgrün färbt. Um dieser Umänderung, dem sog. Durchgehen des Glases zu begegnen, empfehlen alle Vorschriften die Hinweglassung von Oxydationsmitteln, und den Zusatz von reducirenden Stoffen, z. B. Kohle, R ss, faules Holz, rohen Weinstein, Eisenhammerschlag, Zinnoxidul u. dgl.

Die Anwendung des Goldes zum Glasfärben oder zu dem sog. Rubinglas, welches alle Töne vom Scharlach bis zum Karmin und Rosenroth liefert, ist zuerst von Kunkel ausgegangen, der sich dazu eines bereits vor ihm von A. Cassius entdeckten Präparates, des Goldpurpurs bediente. Man glaubte seitdem lange Zeit, dass das Gold in keiner anderen Verbindungsweise benutzt werden könnte. Neuerdings hat jedoch Dr. Fufs in einer, von dem Vereine des Gewerbefleisses in Preussen gekrönten Abhandlung bewiesen, dass sich das fragliche rothe Glas eben so gut erzeugen lässt, wenn man den Satz einfach mit einer Auflösung in Gold in Königswasser befeuchtet. Aehnliches geht aus älteren Angaben (von Neri und Libavius), so wie aus neueren (von Besseyre und Splittgerber) hervor, und wird vollends bestätigt durch das Verfahren der böhmischen und schlesischen Glashütten, welche die bloße Goldlösung anwenden, und selbst das noch von Dr. Fufs für nöthig gehaltene Zinnoxid weglassen. Auch ist es einleuchtend, dass der Goldpurpur nicht als solcher wirken kann, weil er bei der Hitze der Glasöfen, welche den Schmelzpunkt des grauen Gusseisens übersteigt, schwerlich unzersetzt bleibt. Auf der dem Grafen Schaffgotsch gehörigen Josephinenhütte bei Warmbrunn in Schlesien, welche unter der Direction von Pohl (wohl dem ersten jetzt lebenden Glashüttenmann) steht, wird das goldfarbige Glas nach folgender Vorschrift bereitet:

46 Thle. Quarz, 12 Thle. Borax, 12 Thle. Salpeter, 1 Thl. Mennige, 1 Thl. arsenige Säure; befeuchtet mit der Auflösung von 8 Dukaten in Königswasser.

Das Verhalten des mit Gold und des mit Kupferoxydul roth gefärbten Glases, so wie die davon abhängigen Manipulationen sind in

gleichem Grade merkwürdig und eigenthümlich, und zeigen eine höchst interessante Analogie. Beide Glasarten zeigen nach vollendeter und gelungener Schmelzung keine Spur von der rothen Farbe; sie haben im Gegentheile das Ansehen von gewöhnlichem Glas, sie sind durchsichtig und fast farblos, das Kupferglas mit einem Stich in's Grüne, das Goldglas mit einem Stich in's Topasgelbe oder Gelbgrüne. Werden diese Gläser ein zweites Mal erhitzt, wobei sie nicht einmal zu erweichen brauchen (schon die Temperatur einer Talglichtflamme ist hinreichend), so entwickelt sich plötzlich wie durch einen Zauberschlag jene prachtvolle rothe Farbe; dies geschieht mit demselben Erfolg, ob man das Glas in atmosphärischer Luft, in Sauerstoff oder in Kohlensäure anlaufen lässt, wie man sich über diese Farbenentwicklung in der Kunstsprache ausdrückt. Dass überhaupt die Umgebung der Atmosphäre keinen Einfluss ausübt, dass sie weder reducirend noch oxydirend einwirkt, beweist die Thatsache, dass z. B. das Kupferoxydulglas, wenn es ringsum mit gewöhnlichem Glas überzogen wird, gerade so anläuft, als wenn dies nicht der Fall wäre. Wird Goldglas auf eine Temperatur erhitzt, bei der es erweicht, so bildet es eine braunrothe, undurchsichtige, leberfarbige, emailartige Masse von schmutziger Farbe und ohne alles Feuer. Noch stärker erhitzt zum völligen Schmelzen wird es wieder farblos. Nach den gewöhnlichen Angaben soll es alsdann fähig seyn, dieselben Farbenveränderungen auf's Neue zu durchlaufen; doch gelang es H. Rose (der sich zuletzt und sehr gründlich mit diesem Gegenstande beschäftigt hat ¹⁾), nicht, im Knallgasgebläse geschmolzenes Goldglas wieder zum Anlaufen zu bringen.

Die unwahrscheinliche Ansicht von Splittgerber, wonach das Gold als kieselsaures Goldoxyd in dem Glas enthalten seyn soll, ist von Rose widerlegt worden. Er hat daran erinnert, dass das Goldoxyd sich weder auf nassem noch trockenem Wege mit Säuren verbindet, dass dagegen das Goldoxydul bestimmt ausgesprochene basische Eigenschaften hat, und viel beständiger in seinen Verbindungen ist. Die Annahme eines kieselsauren Goldoxyduls in dem Glase hat um so mehr für sich, als dasselbe eine so große Analogie mit dem kupferrothen Glase besitzt. Von dem Letzteren weiß man aber, dass es das Kupfer als Oxydul enthält, welches mit dem Goldoxyduls gleiche atomistische Zusammensetzung hat.

Die Erscheinung des Anlaufens bei beiden Gläsern ist ein noch völlig unerklärtes Räthsel. Nach einer Conjectur von Rose soll sie von der Ausscheidung von einem sehr kleinen Theile Oxydul, und das Leberigwerden von der Abscheidung metallischen Goldes herrühren. Aehnliches vermuthet er von dem Kupferoxydul.

Eine herrliche Amethystfarbe liefert das Mangan. Dazu dient allgemein und sehr gut der Braunstein. Es ist zu beachten, dass die Amethystfarbe nur dem Oxyd, nicht dem Oxydul zukommt, und dass folglich reducirende Einflüsse vermieden werden müssen.

Grün. Man hat drei Farbstoffe für Grün: das Eisenoxydul liefert ein Grün von wenig Feuer und wenig Reinheit, dagegen giebt das Kupferoxyd ein schönes Smaragdgrün. Die reinste und feurigste Farbe und zwar Grasgrün liefert das Chromoxyd. Vermöge

¹⁾ Pogg. Ann. LXXII, S. 556.

seiner großen Beständigkeit ist es in der Porzellanmalerei eine höchst werthvolle scharfe Feuerfarbe.

Blau. Man hat zwar nur einen einzigen Farbstoff (Kupferoxyd wird selten gebraucht), er liefert jedoch eine außerordentlich reine feurige und intensive Farbe. Dies ist das Kobaltoxyd. Seine färbende Kraft ist so stark, dass rein weißes Glas von $\frac{1}{1000}$ Kobaltoxyd noch merklich blau gefärbt wird. Bei feineren Arbeiten und in der Glasmalerei wendet man wirkliches, im Kleinen dargestelltes Kobaltoxyd an. Dagegen geschieht die Bereitung des Kobaltglases im Großen stets direct aus den Vererzungen des Kobalts, und zwar besonders des Glanz- und Speiskobalts auf dem sogenannten Blaufarbenwerke. Das blaue Kobaltglas, oder die Schmalte (siehe den Artikel) wird nämlich in sehr großem Maasstabe dargestellt, und zum Anstreichen, zum Bläuen des Papieres, der Wäsche etc. gebraucht.

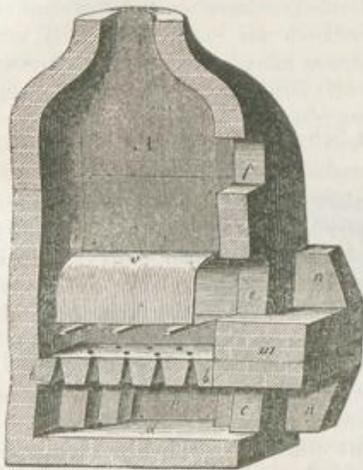
Schwarz wird in der Regel gemischt, und zwar aus denjenigen Farben, welche sich durch intensive Färbung auszeichnen; nämlich Braunstein, Eisenoxydul, Kobaltoxyd und Kupferoxydul. Je nachdem das Eine oder das Andere vorwaltet, zieht die Farbe mehr in's Graue, Blaue oder Braune. Ein schöneres Schwarz als durch diese Mischung, erhält man durch das Iridiumsesquioxid, das in der Porzellanmalerei eine Rolle spielt.

In ähnlicher Weise, wie bei dem Schwarz, können die verschiedenen Zwischenfarben gemischt werden. Hierbei entstehen entweder wirklich die zusammengesetzten Farben, wie z. B. Orange aus Gelb (durch Silber) und Roth (durch Eisen); oder es entstehen ganz neue Farben durch die Mischung, wie das Braun aus Braunstein und Eisenoxyd; oder die Wirkung des einen von beiden Agentien wird aufgehoben, so geben Mangan- und Kobaltoxyd eine indigblaue Farbe, frei von violett.

Bei der Darstellung von gefärbten Gläsern findet, wie bereits erwähnt worden, in der Regel ein einfacher Zusatz des Farbstoffes zum Glase statt. Weniger einfach ist dies in der Glasmalerei. Hierbei kommen drei wesentliche Dinge in Betracht: das zu bemalende Glas, die Farbe und der Fluss. Unter dem Fluss versteht man die Gesamtheit derjenigen Zusätze, welche dem färbenden Metallpräparate zugesetzt werden müssen, um damit ein Glas zu bilden. Beide, Farbe und Fluss, werden nämlich fein abgerieben und, innig gemengt, als ein zartes Pulver mittelst des Pinsels und eines passenden Vehikels, Wasser, Spicköl etc. auf das Glas aufgetragen. Wird das Ganze nunmehr erhitzt, so kommt das aufgetragene Gemenge zum Fluss und bildet eine durchsichtige Glasschicht, welche den gewünschten Farbeffect hervorbringt, und fest auf der bemalten Glasfläche haftet. Man sieht leicht ein, dass ein guter Erfolg dieser Arbeit nur dann gesichert ist, wenn man gewisse Grenzen der Schmelzung der Malerei — welche das Einbrennen heisst — auf- und abwärts nicht überschreitet. Bei zu schwacher Hitze werden die als Farbe dienenden Glasflüsse nur unvollkommen in Fluss gerathen, mithin nicht gehörig durchsichtig erscheinen, und zwar keinen oder einen mangelhaften Effect geben. Bei übertriebener Hitze würden sie zu dünnflüssig werden, in einander fließen, sich ausbreiten, über die Conturen austreten, und verwischte Bilder liefern; oder das zu bemalende Glas wird selbst durch die Hitze erweichen, die Farben einziehen, die Form verlieren u. s. w., Alles Fehler, welche nicht

mehr zu verbessern sind. Da überhaupt die Glasmalerei immer zuletzt, also auf die Glaswaaren aufgetragen wird, wenn diese gänzlich vollendet und sogar geschliffen sind, so dürfen diese bei dem Einbrennen nie mehr so heiß werden, dass man eine Veränderung der Form oder der Oberfläche zu besorgen hat. Es ist mithin unumgänglich nothwendig, der Farbe und dem zugehörigen Fluss eine solche Zusammensetzung zu geben, dass ihr Schmelzpunkt und der des zu bemalenden Glases möglichst weit aus einander liegen, und die

Fig. 108.



Farben bei einem Hitzgrade in Fluss kommen, bei welcher das bemalte Glas kaum oder noch gar nicht erweicht. Zum Einbrennen der Farben bedient man sich eines sogenannten Muffelofens Fig. 108. Der Rost *b* theilt den Ofen in zwei ungleiche Räume; *d* ist der Aschenfall mit der Oeffnung *c*. Der Heizraum *A* ist mit Holzkohlen oder Kohks angefüllt, welche durch *f* eingetragen werden. In dem unteren Drittel des Heizraumes ist die Muffel *v* angebracht. Sie ruht auf drei eisernen Querstäben, ist an dem hinteren Ende geschlossen, und mit dem vorderen, offenen Ende dicht in die Oeffnung *e* eingepasst. Auf diese Weise ist alle Communication zwischen dem Feuerraume *a* und dem

Inneren der Muffel und folglich das Eindringen von Kohlen, Asche etc., welche den Farben schaden würden, unmöglich. Die bemalten Gegenstände werden nach Maafgabe ihrer Form und Beschaffenheit in die Muffel eingesetzt und empfangen die Hitze nur mittelbar durch die Wände derselben. Während des Einbrennens ist die Oeffnung *e* geschlossen. Das Gesimse *m*, welches durch die Wangen *n* getragen wird, dient zur größeren Bequemlichkeit bei der Arbeit. Das Einbrennen ist vollendet, sobald die Farbe klar geschmolzen erscheint. Um das Eintreten dieses Zeitpunktes, und überhaupt den ganzen Verlauf mit Sicherheit beurtheilen zu können, werden sog. Wächter, d. h. Glasscherben mit eingesetzt, welche mit den nämlichen Farben bemalt sind, und von Zeit zu Zeit untersucht werden.

Einige besondere Glassorten, Glasverzierungen und Glasarbeiten.

Das Aventuringlas ist eine Nachahmung des gleichnamigen Minerals, welches zur Blüthezeit der venetianischen Glashütten in Venedig erfunden und zu Schmuckwaaren verarbeitet wurde. Nachmals ging diese Kunst verloren und die venetianischen Aventurinarbeiten sind sehr selten geworden. Neuerdings hat man sich jedoch viele Mühe gegeben, besonders in Frankreich, um die verlorene Kunst wieder aufzufinden, nachdem man das Wesen des Aventurins auf chemischem Wege ermittelt hatte. Auch sind diese Bestrebungen nicht ganz ohne Erfolg geblieben. Das Aventuringlas besteht aus einer durchsichtigen, rothbraunen, in dünnen Schichten gelben, sehr leichtflüssigen Grundmasse, in

welcher zahlreiche, gelbe metallglänzende Blättchen eingestreut sind, ungefähr wie der Glimmer im Granit. Unter dem Mikroskope erscheinen diese Blättchen als vollkommen undurchsichtige, regelmäßige drei- oder sechsseitige Tafeln von krystallinischer Structur. Wöhler erhielt im Mittel bei der Analyse von mehreren Proben:

Kieselerde (Spuren von Zinnoxid)	65,2
Phosphorsäure	1,5
Kupferoxyd	3,0
Eisenoxyd	6,5
Kalkerde	8,0
Bittererde	4,5
Natron	8,2
Kali	2,1
Spuren von Thonerde mit Schwefelsäure	—

99,0.

Durch Reduction eines Kupfersalzes mittelst phosphoriger oder schwefliger Säure, scheidet sich Kupfer in Blättchen von demselben Ansehen und derselben Krystallform ab; auch hat man ganz ähnliche Flimmer von metallischem Kupfer zuweilen in der Schlacke gefunden, welche beim Gaarmachen des Kupfers fallen. Es ist also kein Zweifel, dass jene Blättchen in dem Aventuringlase — welches seine charakteristische Beschaffenheit offenbar dem Kupfer verdankt — nichts anders, als krystallinische Abscheidungen dieses Metalles sind. Sie werden durch den Zusatz einer stark reducirenden Substanz (*Eisenoxydul*) hervorgebracht. *Fremy* und *Clément* erhielten wirklichen Aventurin, obgleich von ungenügender Qualität, indem sie 300 Th. Glas mit 40 Th. Kupferoxydul und 80 Th. Eisenhammerschlag zwölf Stunden lang schmolzen. Der Eisenhammerschlag geht in Oxyd über, während er das Kupfer reducirt.

Vergolden und Versilbern. Bei Gegenständen, welche mehr Schaustücke sind, pflegt man zuweilen nur Blattgold mittelst Kopalfirnis aufzukleben, sonst bedient man sich der viel dauerhaftern Muffelvergoldung, wie sie auf Porzellanwaaren üblich ist. Das Gold wird aus seiner Lösung in Königswasser mit Eisenvitriol gefällt, ausgewaschen und getrocknet. Man erhält auf diese Art bekanntlich das metallische Gold als ein zimmtbraunes mattes Pulver, welches mit etwas Fluss (entwässertem Borax oder Wismuthweiß) versetzt, mit verdicktem Terpenthinöl, Spicköl oder Gummivasser zart abgerieben, und mit dem Pinsel aufgetragen wird. Unter der Muffel verflüchtigt sich die organische Substanz oder verbrennt, und der Goldstaub wird durch den schmelzenden Fluss auf die Glasoberfläche fest gekittet. Die eingebrannte Vergoldung sieht gelbbraun und matt aus, und gewinnt erst durch Glätten mit dem Polirstein das bekannte Ansehen in Farbe und Glanz. Auf gleiche Weise erhält man Versilberungen. Platinüberzüge erhält man leicht, wenn man eine Glasfläche mit Elayplatinchlorür überstreicht und erhitzt (*Doebereiner*). Es schlägt sich alsdann ein blanker Metallspiegel auf die Oberfläche nieder.

Glasperlen. Unter den zahlreichen Erfindungen, welche man der venetianischen Glasindustrie des Mittelalters verdankt, sind die Spiegel, das Aventuringlas und andere bereits berührt worden. Dahin gehören aber auch die Stuckperlen aus Glas, so wie die nachher zu be-

schreibenden und die sog. Millefiori-Arbeiten. Die Stickperlen werden noch heut zu Tage auf der Insel Murano bei Venedig fabricirt. Sie gehören also nicht unter die verloren gegangenen Zweige der Glasmacherkunst, wie die reticulirten und Millefiorigläser, welche man neuerdings wieder erfunden hat.

Die kleinen Glasperlen zum Sticken sind ihrer Entstehung nach sehr kurze Abschnitte von dünnen Röhren, welche etwas kürzer sind, als ihr Durchmesser, und dadurch eine ringförmige Gestalt erhalten. Die scharfen Kanten, welche die Fäden der Stickerei sehr bald durchschneiden würden, werden dadurch abgerundet, dass man die Perlen in der Hitze erweicht. Da die Perlen von allen denkbaren Farben gebraucht werden, so schmilzt man Glas von allen Farben und Schattirungen (in Venedig bis zu 200 Nummern), und zieht daraus Röhren, welche gerade so dick und weit, wie die künftigen Perlen sind. Diese Röhren bringt man packetweise in eine Schneidebank und schneidet sie mittelst einer rauh scharfen Klinge (ähnlich wie Heckerling) in Stücke, welche etwas kürzer sind, als ihr Durchmesser. Um die scharfen Kanten abzurunden, müssen die Perlen so stark geglüht werden, dass sie erweichen. Damit sie jedoch nicht an einander kleben, so mengt man sie mit Thon- und Kohlenpulver und bringt das Gemenge in einen eisernen Cylinder, welcher langsam über dem Feuer gedreht wird. Die fertigen Perlen werden durch Sieben von dem Kohlen- und Thonstaub geschieden, dann mit Kleie geschüttelt, wodurch sie mehr Glanz erhalten, wieder gesiebt und endlich auf Fäden gereiht.

Diejenigen Glasperlen, welche die natürlichen Perlen nachahmen, sind ums Jahr 1656 aufgefunden. Sie sind kleine Glaskugeln, welche aus dünnen Röhren vor der Lampe geblasen, und auf der Innenseite mit einem perlfarbigen und perlgänzenden Ueberzug versehen werden. Dieser Ueberzug, die sog. Perlenessenz, ist eine mit Ammoniak und Hausenblase versetzte Infusion der Schuppen des Weisfisches. Ein Paternostermacher, Namens Jaquin, welcher zuerst beobachtete, dass die Schuppen ihren perlmutterartigen Ueberzug an das Wasser abgeben, ist der Erfinder dieser Essenz, von welcher jedes Mal ein Tröpfchen mittelst der Pipette in die Glasperle eingeführt, und durch Umschwenken ausgebreitet wird.

Ueberzieht man auf gleiche Weise die Perlen inwendig mit farbigem Wachs, so entstehen die Glaskorallen; überzieht man sie mit leichtflüssigen Metallgemischen, so entstehen spiegelnde Perlen.

Reticulirte Gläser und Millefiori-Arbeiten. Die Wiedererfindung und Ausbildung der verloren gewesenen Kunst verdankt man den Bemühungen Pohl's auf den Hütten des Grafen Schafgotsch in Böhmen.

Reticulirte Gläser nennt man solche Glaswaren, welche in ihrer Masse, z. B. in dem Fulse von Stengelgläsern, ein netzförmiges Gewebe eingeschlossen enthalten, welches aus kleinen Luftbläschen besteht, die in regelmäßige sich kreuzende Reihen geordnet sind. Damit man solche Verzierungen beliebig anbringen kann, hat man stets hohle Glaskegel oder kegelförmige Röhren vorräthig, welche eine solche netzförmige Anordnung bereits enthalten, und an passende Stellen der Arbeiten jedes Mal eingefügt werden können.

Demnach ist der Hauptgegenstand eigentlich nur die Anfertigung dieser Röhren, welche damit beginnt, dass man kleine enge Glasstäbchen

um eine Form herum zu einem Hohlcylinder zusammenstellt und in dieser Stellung nachher mit Glasmasse befestigt. Die Hohlcylinder werden nun angewärmt, bis die einzelnen Stäbchen an einander haften, und an der Pfeife zu einem Kegel verlängert und zugleich schraubenförmig gewunden; die Hälfte durch Drehung nach rechts, die andere Hälfte nach links. Dadurch, dass man nun je zwei Hohlkegel von entgegengesetzter Windung in einander schiebt, und bis zur gänzlichen Vereinigung anwärmt, wird jedesmal da, wo die Stängelchen sich kreuzen, ein Luftbläschen eingeschlossen, was natürlich sehr regelmäsig durch die ganze Masse geschieht, und das netzförmige Gewebe hervorbringt.

Das Wesen der Millefiorarbeiten besteht in einer symmetrischen Zusammenstellung verschiedenfarbiger Glasfäden, welche eben so wie in dem vorigen Falle in die Masse der verzierten Glaswaaren eingeschmolzen sind. Sie erscheinen dem Auge entweder als bunte, rankende, spiralartige Linien; oder es beruht der Effect nur darin, dass dem Auge der Querschnitt jener zusammengeordneten Fäden geboten wird, welcher Sterne, Blumen, und beliebige andere Figuren darstellt.

Zur Ausführung von Millefiorverzierungen hat man sog. Elemente vorräthig, nämlich einfache aber vollkommen fertige, derartige Anordnungen, welche dann jeder Zeit und an jeder beliebigen Arbeit angebracht und combinirt werden können. Die Herstellung der Elemente geschieht folgendermaassen.

Man verfertigt cylindrische Stäbe von verschiedenen Farben und heftet diese bündelweise zusammen, so dass beispielsweise einer den Mittelpunkt, und sechs im Kreise herumstehende die Peripherie bilden. Man füllt nun die Zwischenräume dieser Bündel solid mit einer je nach den Umständen farblosen oder dunkelfarbigem Glasmasse aus, welche den Grund bildet. (Dies ist eine schwierige, und zugleich umständliche Operation, weil keine Luftblasen bleiben dürfen.) Das Ganze ist nunmehr vermittelt der Grundmasse zu einem einzigen soliden Stab vereinigt, welcher alle einzelnen Theile, aber in kolossalem Maasstabe enthält. Sein Querschnitt enthält in einfarbigem Grund (um obiges Beispiel beizubehalten), sechs bunte Kreise im Ring und einen in der Mitte. Wird es nun bis zum Erweichen aufgewärmt, und bis zur Dicke einer Federspule ausgezogen, so wird sich im Querschnitt nichts ändern, als die Dimensionen; er wird sich verjüngen, die Unregelmäßigkeiten müssen für das Auge verschwinden, und die Zeichnungen werden mit unglaublicher Regelmäßigkeit und Schärfe hervortreten.

Statt einfarbiger Stäbe kann man zu diesen Elementen auch mehrfarbige nehmen, z. B. solche, die aus drei Bändern, einem weissen, rothen und blauen zusammengesetzt sind.

Werden die Elemente während des Ausziehens gedreht, so entstehen in einander geschachtelte Spiralen, welche wieder vielfacher Abänderung fähig sind. Endlich kann man durch Zusammenstellung dieser Elemente, wie Anfangs Elemente vom zweiten Grade erzeugen und so fort. Man wird nicht verkennen, dass in diesen Elementen und in ihrer Construction das Princip der Vervielfältigung enthalten ist; denn da alle Querschnitte gleiche Zeichnung geben, so kann diese Zeichnung so oft erhalten werden, als sich von einem Elemente Querabschnitte machen lassen. Werden in die Masse eines Glasgefäßes, z. B. eines Fla-

cons, ringsum solche Elementenabschnitte eingedrückt, so ist die Oberfläche nach dem Schliff mit den regelmässigsten Blumen, Sternen u. s. f. besät. Dies ist Millefiori im engeren Sinne. Man hat Elemente, deren Querschnitt jedes Mal ein Familienwappen darstellt, woraus man Hemdknöpfe etc. verfertigt. Die eigentlichen Millefioriarbeiten sind sehr kostspielig, weil in der Regel viele zu Grunde gehen; denn unter allen Glasmassen ist diese am wenigsten homogen und reifst daher am leichtesten. Die Scherben mit dem theuer gefärbten Glase sind jedesmal verloren, und können wegen der vielen Farben nicht mehr eingeschmolzen werden.

Filigran heissen die Glasarbeiten, welche in ihrer durchsichtigen Masse, weisse undurchsichtige Fäden aus Zinnoxid- oder Arsenikglas (Email) enthalten. Diese Fäden sind jederzeit sehr fein und gleichmässig, bald gerade und parallel, bald spiralförmig, bald zickzack u. s. f. Die Elemente dazu sind Emailstäbchen mit farblosen Glas überfangen. Sie werden an der innern Wand einer Form in regelmässiger Vertheilung aufgestellt, worin man einen Cylinder von farblosem Glas aufbläst. Da die Form und somit die Stäbe vorher erhitzt sind, so kleben sie an der Oberfläche des Cylinders fest und werden durch Bearbeitung auf dem Marbel vollständig in die Masse eingedrückt, während man diese zu einem Trinkglas etc. ausbläst. Befestigt man ein Stäbchen von Email und ein Stäbchen von durchsichtigem Glase neben einander und überfängt beide mit Glas der letzteren Art, so ist der Email nicht mehr in der Achse, sondern neben derselben und muss daher durch Torsion des Ganzen eine Spirale bilden. Wird diese Spirale abgeplattet, so bilden die Gänge derselben ein Zickzack.

Das Ueberfangen. Manche Farben, wie das Rubinroth durch Kupferoxydul, sind so auferordentlich intensiv, dass sie selbst bei geringen Zusätzen der färbenden Materie schon bei der Dicke einer Fensterscheibe anfangen, undurchsichtig zu werden. In diesem Falle hilft man sich mit dem sog. Ueberfangen, d. h. Ueberziehen von gewöhnlichem Glase mit einer dünnen Schicht des gefärbten Glases. Alles rothe Fensterglas der Kirchenfenster etc. ist auf diese Art gemacht. Das Ueberfangen geschieht ganz im ersten Anfange des Blasens der Cylinder. Es wird gewöhnlich angegeben, dass man den zum Aufblasen bestimmten Glasballon in einen Hafen mit rothem Glas tauche. Diese Meinung ist irrig; das rothe Glas wird vielmehr aufserhalb des Ofens aus freier Hand auf den Glasballen aufgezo-gen. Dasselbe kann, wie beim Fensterglas, mit jedem anderen Geräthe vorgenommen werden. Bei der verhältnissmässigen Dünne des Ueberfanges kann dieser stellenweise weggeschliffen werden, so dass die Farbe des Grundes zum Vorschein kommt. Dies ist eine der beliebtesten Verzierungen bei gefärbten und geschliffenen Waaren geworden.

Glasgespinnst. Die Dehnbarkeit des erweichten Glases ist so gross, dass es zu Fäden ausgezogen werden kann, welche dünner sind, als das dünnste Haar, ja so dünn, wie ein Coconfaden, so dass solche Glasfäden gebogen und wenn auch nicht einzeln, doch in Bündeln geknüpft werden können. Wenn man ein Stück Glas in der Löthrohrflamme weich erhält und den Anfang eines davon ausgezogenen Fadens auf einen Haspel befestigt, so kann man binnen kurzer Zeit einen Strang von Glasfäden spinnen, wenn man mit dem Aufhaspeln und dem Abschmelzen gehörig gleichen Schritt hält. Darin aber liegt eben die

Schwierigkeit. Häufig wird der Faden zu dünn und schmilzt ab; eben so häufig wird das Glas zu kalt, und der Faden zu dick oder gar knottig. Die Gewebe aus solchen Glasfäden besitzen einen prachtvollen Atlasglanz, welcher den der Seide weit hinter sich zurücklässt, und können viel leichter und dauerhafter in Farben dargestellt werden, als thierische oder vegetabilische Fasern. Sollen diese Gewebe nicht bloß vorübergehender Schmuck oder Zierrath, sondern auch ein wirklicher Kleidungsstoff werden, so müssen die einzelnen Fasern nicht nur außerordentlich dünn, sondern auch außerordentlich gleichmäßig seyn. Bei den gewöhnlichen Geweben brechen die Fäden sehr bald, und machen die Oberfläche stachelig. Neuerdings hat man in Frankreich die Stoffe aus Glasgespinnst wieder aufgenommen und auszubilden gesucht. So Olivi, Dubus-Bonnel, Vouillon u. A. Dubus ist es angeblich gelungen ein Glasgespinnst herzustellen, welches sich als Einschlag oder ganz auf dem Jacquard-Stuhle verweben lassen soll. Doch ist sein Verfahren nicht öffentlich bekannt geworden.

Incrustationen. Man sieht häufig geschliffene Krystallwaaren, welche an einer Facetta oder sonst passenden Stelle, mitten in der Glasmasse der Wand einen Kopf oder eine Figur en relief, scheinbar aus mattem Silber oder mattem Gold enthalte. Diese Kunst ist von einem böhmischen Glasmacher erfunden worden, als dieser zufällig einen ähnlichen Silberglanz auf dem filzigen Blatte eines Gewächses beobachtete, worauf ein Wassertropfen stand. Es gelang ihm, denselben Effect in Glas und zwar auf die folgende, noch jetzt gebräuchliche Weise hervorzubringen. Man fertigt zuerst einen flachen Abdruck der betreffenden Figur von Pfeifenthon oder Porzellanmasse, welche en bisquit gebrannt werden, also eine matte Oberfläche haben. Diese Abdrücke werden nun auf die dazu bestimmte Stelle des bereits geformten Gefäßes aufgedrückt, und dann mit einer Lage rothwarmen Glases derselben Gattung überzogen. Dieses Ueberziehen muss so geschehen, dass weder Luftblasen mit eingeschlossen werden, noch Rampen oder Wellen entstehen und erfordert eine bedeutende Geschicklichkeit. Nach dem Kühlen wird das Ganze geschliffen und polirt und dadurch der eingesetzte Abdruck in scharfen Umrissen sichtbar, welcher dann aufs Täuschendste das Ansehen von mattem Silber hat. Das Glas liegt nämlich nur dem Scheine nach dicht auf der Thonfläche und berührt in Wirklichkeit nur die hervorragenden Punkte dieser matten Fläche, so dass eine gleichmäßige und dünne Luftschicht mit eingeschlossen bleibt. Der Glanz der inneren Oberfläche des Glases giebt das silberartige Ansehen. Giebt man dem Glasüberzuge eine passende gelbe Farbe, so erhält er das Ansehen des matten Goldes. K.

Glasblasen. In diesem Artikel soll eine kurze Anleitung gegeben werden, wie man Glasröhren vor der Lampe zu behandeln hat, um dieselben zu biegen, aneinander zu löthen, zu Kugeln oder anderen Gefäßen aufzublasen, Operationen, die alle Chemiker oft vorzunehmen haben. Es kommt dabei vorzüglich in Betracht, die Lampe und das Gebläse, die Wahl des Glases und dessen Behandlung im Allgemeinen; zuletzt soll noch eine kurze Andeutung der Anfertigung der am häufigsten erforderlichen Gegenstände folgen¹⁾. Einige Uebung und die ge-

¹⁾ S. Anleitung zur Bearbeitung des Glases von Dr. Körner, Jena 1831, und

legentliche Beobachtung eines gewandten Glasbläfers, befähigen leicht zu der für die chemischen Zwecke nöthigen Geschicklichkeit.

Am gewöhnlichsten wendet man eine Lampe an, welche aus einem etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll hohen, 6—8 Zoll langen, 4 Zoll breiten ovalen Kästchen aus Weißblech besteht. An der schmalen Seite des in der Mitte getheilten und dort um ein Charnier von beiden Seiten aufklappbaren Deckels ist ein rundes, etwas mehr als Zoll großes Loch ausgeschnitten, was dem durch eine innerhalb des Kastens befindliche Tülle festgehaltenen Dochte den Durchgang gestattet. Das Kästchen wird ganz mit Oel gefüllt und der Reinlichkeit halber auf eine flache Schale von Weißblech gestellt. Talg giebt eine stärkere Hitze als Oel, wird daher auch von den eigentlichen Glasbläsern gewöhnlich benutzt, muss aber bei jedermaliger Anwendung erst geschmolzen werden und ist deshalb im Laboratorium sehr unbequem. Man hält die Lampe immer ziemlich gefüllt, weil, wenn der Docht das Oel mehr als einen halben Zoll hoch saugen muss, er rasch verkohlt und keine Hitze giebt. Der mehr als Zoll dicke Docht besteht aus neben einander liegenden, losen Baumwollenfäden, wie in den gläsernen Spirituslampen, und wird am besten dadurch zusammengehalten, dass man dieselben in einen cylindrischen geflochtenen Docht von etwas mehr als 1 Zoll Durchmesser einzieht. Man lässt den Docht ohngefähr einen halben Zoll über den Deckel herausstehen, erleichtert die Anzündung durch vorheriges Aufgießen von einigen Tropfen Terpentinöl, streicht die Mitte desselben gleichmäßig auseinander und leitet den Luftstrom durch die dadurch gebildete Rinne. Durch Beidrücken und Zurückschieben des Dochtes gelangt man leicht dahin, dass die ganze Flamme von dem horizontal eingeblasenen Luftstrom in dieselbe Richtung gelenkt wird und ohne Rauch verbrennt. Je nachdem man das Mundstück des Gebläses nur bis vor den Docht reichen lässt, oder mehr oder minder tief in denselben hineinrückt, erhält man eine größere und breitere oder schmalere und spitzere Flamme. Sind die Dochtfäden wohl geordnet, das Mundstück von der entsprechenden Weite, etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Linie Durchmesser, bei einem wenigstens 1 Zoll und etwas mehr dicken Dochte, so lässt sich jede Form und Art der Flamme leicht erhalten, nur hüte man sich bei dem Andrücken und Zurechtmachen des Dochtes, denselben zu zerzausen; mit einem verwirrten Dochte ist es unmöglich, rasch eine gute Flamme je nach Bedürfniss herzustellen. Ebenso lasse man das Mundstück, wenn man aufhört zu blasen, nie in der Flamme stecken, sonst setzt sich Ruß in demselben an, es verengt sich dadurch, und der Wind tritt matt und unregelmäßig aus der beschmutzten Röhre aus. Bedarf man eine sehr große Flamme, so muss man den Docht weiter herausziehen und ein weiter gebohrtes Mundstück aufsetzen, gewöhnlich ist es dann aber nöthig, weniger gepressten Wind anzuwenden, für sehr spitze Flammen kann man sich mit kurz brennendem Docht und engeren Mundstücken begnügen, muss dagegen den Wind stärker pressen. In den meisten Fällen wird man jedoch mit einem Blasrohre von oben angedeuteter Weite ausreichen und sich durch die Stellung desselben helfen können, um die nöthige Form und Art der Flamme zu erhalten. Das Mundstück wird am besten durch cylindrisches Bohren eines etwa 2 Linien

dicken Messingdrahtes gefertigt. Man hüte sich, dasselbe beim Reinigen etwa an der Spitze zu erweitern. Am billigsten und bequemsten ist es, dasselbe in ein Bleirohr einzustecken und dadurch beweglich mit dem Gebläse zu verbinden.

Als Gebläse wendet man gewöhnlich einen unter dem Tisch, worauf die Lampe steht, befestigten doppelten Blasebalg an, der mit dem Fulse getreten wird. Die obere Platte des Balges verbindet man auf allen vier Seiten mit gleichmäÙig gefaltetem Leder mit der feststehenden Mittelplatte; sie steigt daher, wenn der Balg mit Wind gefüllt wird, horizontal auf. $\frac{2}{3}$ des Raumes unter dem Tische werden dadurch fast vollständig als Windkasten benutzt. Durch Auflegen einiger Gewichtstücke erzielt man die nöthige Pressung. Die untere Balgplatte wird an der linken schmalen Tischseite vermittelst Charnieres an die mittlere feststehende befestigt und kann durch den an der rechten Seite hervortretenden längeren Arm eines gegen die herabfallende Seite der unteren Balgplatte drückenden Hebels mit dem Fuls leicht gehoben werden. Auch diese Platte muss beschwert seyn, damit sie, sobald der Druck des Fulses nachlässt, schnell herabsinkt. In der Mittelplatte befindet sich ein Loch, was mit einer mit Filz überzogenen Lederscheibe bedeckt ist und sich nach dem Windkasten hin öffnet, wenn der untere Theil des Balges gehoben wird, jedoch sich fest schließt, wenn der Druck von dieser Seite beim Herabgehen nachlässt. Ein ebenfalls sich nach innen öffnendes ähnliches Ventil sitzt in der unteren Balgplatte, um Luft beim Herabsinken der unteren Balghälfte eintreten zu lassen, sich aber zu schließen, wenn sie durch das Treten gehoben wird. Es ist gut, wenn der Balg etwa $1\frac{1}{2}$ Fuls breit, wenigstens 2 Fuls lang ist und der obere Windkasten sich bis zu 1 Fuls Höhe mindestens ausdehnen kann. Man darf dann sehr ruhig treten, was die Arbeit mit den Händen sehr erleichtert, und erhält einen gleichmäÙigen Luftstrom und somit eine gleichmäÙige Flamme. Das Windrohr befestigt man an der mittleren feststehenden Balgplatte und lässt es durch die Tischplatte hindurchtreten, wo man mittelst eines weichen Korkes das das Mundstück tragende Bleirohr einsetzt.

Statt der oben beschriebenen Lampe wendet man wohl auch solche mit doppeltem Luftzuge an; die innere und äußere Wand des Dochtträgers müssen dabei weiter wie bei den gewöhnlichen Berzelius'schen Spirituslampen von einander abstehen, damit man 4 bis 5 runde Dochte von abnehmendem Durchmesser in einander stecken und aufziehen kann. Es ist sehr leicht mit solchen Lampen, wenn man einmal ausprobiert hat, wie weit das Mundstück in die innere Röhre des Dochtalters hineinreichen muss, eine sehr weite Flamme zu erhalten, aber man kann die Form und Beschaffenheit der Lampe nicht so schnell und beliebig wechseln, wie bei der eben beschriebenen einfacheren. Zu einfachen Arbeiten, Biegen oder Ausziehen und Zuschmelzen von Röhren reicht oft schon die Hitze einer gewöhnlichen Berzelius'schen Spirituslampe, die man mit weit ausgeschraubtem Docht in gleicher Weise auf den Blastisch stellt, hin; zu gröÙeren Arbeiten ist Spiritus, weil er zu wenig Hitze giebt, ganz ungeeignet.

Man hat vielfache Vorschläge gemacht, die etwas groÙen Blastische durch kleinere und billigere Einrichtungen zu ersetzen. Häufig sind die sogenannten Anolipile (Bd. I. S. 96) empfohlen worden. Sie sind jedoch fast unbrauchbar zu nennen, da die Weingeistflamme, wie schon bemerkt, zu

wenig Hitze giebt, besonders aber, weil man die Beschaffenheit und Form der Flamme fast gar nicht in seiner Gewalt hat. Als Ersatz für den Blasbälg hat man vorgeschlagen, eine große Rindsblase an eine Mundstückröhre, welche eine Flamme, die an jeden Tisch geschraubt werden kann, trägt, zu befestigen, um die Blase ein Netz zu ziehen, an welches man Gewichte hängt, oder dieselbe mit den Knien zusammenzudrücken. Es ist mit der Blase ein zweites durch ein nach innen sich öffnendes Ventil verschlossenes Rohr verbunden, was dazu dient, von Zeit zu Zeit neue Luft einblasen zu können. Gute Arbeiten wird hiermit Niemand ausführen können und zum Nothbehelf dient ebenso vorthellhaft ein gewöhnliches in einem Retortenhalter festgeklemmtes Löthrohr, womit man aber weder größere Glasmengen hinreichend erhitzen noch andauernd arbeiten kann. Die Anwendung von Gasometern statt Blasbälgen ist sehr wenig zu empfehlen, da oft der Fall eintreten wird, dass sie gerade entleert sind, wenn man noch der Flamme bedarf, wodurch dann fast jedesmal die ganze Arbeit vernichtet wird.

Was die Wahl des Glases betrifft, so versteht es sich von selbst, dass ganz schwerschmelzbares, wie z. B. die böhmischen Verbrennungsröhren, welche reines Kaliglas sind, die Arbeit sehr erschwert, zum Theil ganz unmöglich macht, größere Kugeln und dergleichen aufzublasen; ebenso unangenehm ist aber auch manches leicht flüssige Glas, was leicht bis zum Abtropfen erweicht und bei nicht viel niedrigerer Temperatur ganz fest wird. Französisches Natronglas mit blassgrünlichem Bruch ist, wenn die Wandungen der zu verarbeitenden Röhren nicht gar zu dünn sind, am leichtesten zu behandeln. Es wird leicht weich und bleibt lange sehr zähe, so dass man es stark erhitzen kann, ohne es zu sehr zu erweichen und dann genügende Zeit behält, es außerhalb der Flamme zu bearbeiten. Bleigläser sind deshalb schwierig vor der Lampe zu behandeln, weil sich sehr leicht etwas Blei reducirt und die Masse schwarz färbt. Ist man gezwungen, solches Glas anzuwenden, so muss man mehr vor, als in der Flamme und möglichst kurze Zeit erhitzen. Verschiedene Glassorten darf man wo möglich nie zusammen verarbeiten. Röhren, die bei dem Durchsehen der Länge nach auf dem Bruch eine ungleiche Farbe zeigen, sind in der Regel nicht zusammen verarbeitbar. Sie dehnen sich ungleichmäßig aus und pflegen daher beim Erkalten ganz gewöhnlich an den Löthstellen zu springen. Die Röhren müssen von Sand, Staub, Feuchtigkeit und Fett vollkommen frei sein, wenn man guten Erfolg erzielen will. Sie dürfen weder Knötchen von Sand noch Blasen enthalten, und müssen rundum von gleicher Wandstärke seyn; aus zusammengefallenen, ovalen Röhren lassen sich keine regelmäßigen Arbeiten herstellen. Bei manchen schlecht bereiteten aus nicht genügend lang geschmolzenem Glase gefertigten Glasröhren entstehen, wenn man sie stark erhitzt, Massen von kleinen Bläschen, so dass sie ganz schwammartig auftreiben; diese sind natürlich ganz unbrauchbar.

Man bedarf bei der Verarbeitung, wie wir nachher sehen werden, vorzüglich zwei Arten von Flammen, einmal die sogenannte Stichflamme, welche man erhält, wenn das Mundstück etwas in den Docht hineingeschoben und ein mäfsig gepresster Wind angewandt wird; sie concentrirt ihre ganze Hitze auf einen kleinen Raum und wirkt dort sehr rasch; zweitens die rauschende Flamme, welche entsteht, wenn man das Mundstück nur bis an den Docht oder nicht einmal ganz so weit heranrückt,

es etwas höher richtet und möglichst gepressten Wind anwendet. Sie breitet sich weiter aus und hat ein ausgefasertes Ansehen; den eigenthümlichen Ton und die Farbe des vorderen Drittheiles, welches nicht mehr stark leuchtend, sondern durchscheinend gelbroth seyn muss, lernt man bald als entscheidende Kennzeichen für diese Flamme kennen, wenn sie ihren Zweck, eine große Glasmenge gut zu erhitzen, erfüllen soll.

Das zu verarbeitende Glas soll nie stärker, als es gerade nöthig ist, erhitzt werden. Je dicker die Wandstärke und je weiter das Kaliber der Röhre, desto vorsichtiger muss man dieselbe erwärmen durch anfänglich sehr rasches Bewegen über, dann vor und zuletzt in der Flamme. Es giebt Glasröhren, die selbst bei der größten Vorsicht kaum mit einiger Sicherheit sich erhitzen lassen, ohne zu springen. Bisweilen gelingt es, dieselben doch zu verarbeiten, wenn man sie vorher in der nicht angeblasenen Flamme recht stark berufen lässt. Auch das Abkühlen der gefertigten Gegenstände muss langsam geschehen, namentlich wenn verschieden dicke und weite Röhren zusammengelöthet worden sind. Auch hier kann man in besonders schwierigen Fällen das Berufen benutzen, wobei nur zu beachten, dass man den Gegenstand am besten noch glühend aus der angeblasenen Flamme in die ruhsend brennende bringt und so lange darin erhält, bis er stark geschwärzt ist. Berührung der noch warmen oder gar heißen Gegenstände mit metallenen Geräthschaften oder gar feuchten Körpern veranlasst fast unfehlbar ein Springen derselben; am besten legt man dieselben auf einige flache Holzkohlenstücke.

Soviel es irgend angeht, müssen alle zu bearbeitenden Gegenstände immer in der Flamme und zwar fortwährend in derselben Richtung langsam und gleichförmig gedreht werden, damit die Erhitzung allseitig möglichst gleichmäÙig vor sich gehe. Man hat sich davor zu hüten, dass die Flamme nicht in die Röhren spiele, namentlich wenn man nicht ganz in der äußersten Spitze der Flamme arbeitet, deren größte Hitze sich stets in dem vorderen Drittheile concentrirt.

Hat man Gegenstände aus vielen einzelnen Stücken zusammen zu setzen, so vollende man, so weit es angeht, einzelne Theile und setze diese erst dann aneinander. Muss man so kurze Stücke behandeln, dass man sie der Hitze halber nicht mit der Hand halten kann, so geht es meistens, dass man an dieselben eine andere Röhre oder einen Stab anschmilzt und nach vollendeter Arbeit wieder abschneidet. Dabei ist nur zu beobachten, dass wenn man die Gegenstände längere Zeit aus der Flamme nimmt oder die Ansatzstelle sonst erkalten lässt, ein Abspringen stets zu fürchten ist. Das Anfassen mit kleinen eisernen Zangen ist nur dann anzuwenden, wenn es gar nicht anders angeht, denn sie halten selten das Glas fest, veranlassen sehr leicht ein Zerspringen etc.

Das Zerschneiden der Glasröhren zu der erforderlichen Länge ist in den meisten Fällen sehr leicht. Sind die Röhren nicht über $\frac{1}{2}$ Zoll weit und nicht allzu dünnwandig, so darf man nur einen kleinen Querschnitt mit einer feinen scharfen dreikantigen englischen Feile machen und dann kräftig der Länge nach ziehen, um einen glatten rechtwinkligen Querbruch zu bewerkstelligen. Sind die Röhren sehr weit und sehr dick, oder sehr dünnwandig, so macht man ebenfalls nur einen kleinen Querschnitt mit der Feile und berührt das Ende desselben mit einer glühenden Draht- oder Thermometerrohrspitze oder mit einer

Sprengkohle. Den entstehenden Sprung kann man hierdurch leicht in der gewünschten Richtung weiter führen.

Die durch den Bruch entstandenen scharfen Ränder runden sich, wenn man sie in die Flamme bringt, bei regelmäßigem Drehen von selbst gleichmäßig ab. Man muss aber nur die Ränder selbst erhitzen, sonst zieht sich die Röhre zusammen. Regelmäßig abgeschmolzene Ränder geben der Röhre eine große Stärke, so dass man selbst in dünnwandige Röhren alsdann einen weichen Kork sehr fest einsetzen kann. Man wird deshalb selten eine Verstärkung des Randes durch Umlegen eines Glasfadens und inniges Anschmelzen desselben nöthig haben, zumal da eine solche Verbindung leicht wegen ungleicher Dicke Springen veranlasst. Will man den Rand erweitern, so geschieht dies am leichtesten durch Erhitzen des äußersten Endes der Röhre, bis es eben weich wird, und Aufweiten des erweichten Glases, indem man ein pfriemenförmiges Eisen hineinsteckt und in derselben Richtung, wie die Röhre, nur viel schneller dreht. Sollen die Ränder weiter umgelegt werden, so benutzt man besser einen kegelförmig zugespitzten Cylinder von Holzkohle statt des Eisens, jedenfalls muss man, nachdem die Form gegeben ist, das Glas nochmals bis zum Weichwerden erhitzen.

Das Biegen und Ausziehen der Glasröhren sind zwei Operationen, die fast täglich vorkommen. So einfach sie auf den ersten Augenblick erscheinen, so sind sie doch nur mit einiger Uebung unter allen Bedingungen gut auszuführen.

Was zuerst das Biegen betrifft, so lassen sich mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll weite Glasröhren, namentlich wenn die Wandungen dünn sind, nicht wohl über der Lampe schön biegen, man legt sie am besten in einen Ofen, wie man solche für die organische Analyse bedarf, oder zwischen ein Paar 6—8 Zoll von einander aufgestellte Backsteine und umgibt sie allseitig mit glühenden nicht zu kleinen Holzkohlen während man sie fortwährend dreht und etwas vor- und rückwärts schiebt. Es wird von einer gut gebogenen Röhre verlangt, dass weder die convexe Seite der Krümmung eingefallen sey, noch die concave Falten oder Runzeln zeige. Durch ganz schwaches Einblasen und Ziehen der Länge nach während des Biegens kann man sich einigermassen bei sehr dünnwandigen Röhren helfen. Sehr schön lassen sich von geübten Händen solche Röhren biegen, wenn man sie vorher mit feinem heißem Sand füllt. Starkwandige und nicht gar zu weite Röhren biegen sich leicht vor der Lampe. Man dreht sie und führt sie rasch in der Flamme hin und her, um den ganzen Theil, der zur Biegung kommt, auf einmal zu erhitzen; man hält die convexe Seite dabei etwas weniger heiß. Im Allgemeinen hat man darauf zu sehen, dass das Glas nicht heißer als nöthig wird, um sich ohne Anwendung von Kraft biegen zu lassen. Ist es nicht weich genug, so dass man Gewalt anwenden muss, so springt es meistens auf der convexen Seite, indem es dort rascher erkaltet. In den meisten Fällen hat man nicht zu vergessen, dass beide Schenkel und die Krümmung in einer Ebene liegen sollen.

Das Ausziehen der Röhren hat wenig Schwierigkeit, wenn nicht bestimmte Anforderungen gemacht werden. Man erhitzt unter stetem Umdrehen eine Stelle der Röhre auf allen Seiten gleichmäßig und zieht, nachdem man sie aus der Flamme genommen, unter fortwährend gleichmäßigem Drehen an beiden Enden. Erhitzt man nur einen möglichst schmalen Ring der Röhre mit der Stichelampe sehr

stark und zieht möglichst rasch aus, so bildet sich an beiden getrennten Theilen ein kurzer steiler Kegel, der in einem langen sehr dünnen Faden endet; erhitzt man weniger stark und zieht langsam, so bilden sich lange, nur allmählich sich verjüngende Spitzen. Sollen die Spitzen stark von Glas seyn, und die beiden Röhrenenden nicht getrennt, sondern die Röhre mit nicht allzusehr verminderter Wandstärke nur verjüngt werden, so erhitzt man nicht mit der Stichflamme, sondern in breitem rauschenden Feuer einen längeren Theil der Röhre und zieht langsam aus. Soll die Röhre äußerlich nur wenig oder gar nicht an Dicke verlieren, die innere Oeffnung aber verjüngt, die Wandstärke somit stark vermehrt werden, so staucht man das Glas, d. h. man schiebt bei fortwährend gleichmäßiger Umdrehung beider Enden dieselben ganz langsam fortwährend in dem Maasse gegen einander, als durch das heftige Feuer die ganz weiche Röhrenstelle ihren Durchmesser vermindert. Man kann dies bis zum Verschließen der Röhre fortsetzen. Drückt man zu rasch, so erhält man Wulste, die sich nur durch Aufblasen und Zusammenfallenlassen des erweiterten Theiles in der Flamme gleichmäßig zertheilen lassen. Soll man die Röhren in sehr lange Spitzen ausziehen und darf sich dabei die Wandstärke derselben stark vermindern, so erhitzt man ein möglichst langes Stück sehr heftig und zieht dann rasch aus unter fortwährendem Drehen und gelindem Einblasen in die auf einer Seite geschlossene Röhre. Je nachdem man schwächer oder stärker bläst und schneller oder langsamer auszieht, erhält man mehr oder minder rasch verjüngte Spitzen; man kann es auf diese Weise sogar dahin bringen, die Röhre fast von gleichbleibender Weite und nur verminderter Wandstärke zu erhalten; dies erfordert jedoch große Geschicklichkeit.

Soll schwer schmelzbares Glas zu einer langen Spitze ausgezogen werden und die Wände derselben stark bleiben, so muss das Ausziehen in der Flamme geschehen. Man richtet die Flamme etwa in einem Winkel von 60° gegen die Röhre und schiebt diese unter fortdauernd raschem Drehen gerade in dem Maasse nach, dass die Verjüngung durch Ziehen an dem zweiten Ende der Röhre in gewünschter Weise von Statten geht. Hat man die Röhre zu rasch nachgeschoben, so bleibt das Ausziehende zu dick, hat man zu langsam nachgeschoben und dadurch zu sehr erhitzt, so wird man leicht zu dünn ausziehen; es ist dann überaus schwierig, durch stellenweises Erhitzen und Ausziehen den Fehler auszugleichen. Zieht man recht rasch und erhitzt nur eine schmale Zone der Röhre in der Stichflamme, so erhält man dünne Fäden. Steht neben dem Blasetisch ein leichtlaufender Haspel, befestigt man das abgezogene Röhrenendchen rasch in einer kleinen Klammer oder mittelst eines daran gebundenen Fadens, der schon an dem Haspel sitzt, dreht diesen entsprechend rasch um und schiebt das heiße Röhrenende in dem Maasse in die spitze Stichflamme nach, dass immer nur wenig Glasmasse zum Ausziehen hinreichend erweicht ist, der ausgezogene Faden aber auch nicht Zeit behält, durch die Flamme abgeschmolzen zu werden, so kann man beliebig feine Fäden spinnen. Hat man Röhren zum Ausziehen gewählt, so bleiben die Fäden hohl, man mag sie noch so dünn spinnen; sind dagegen Glasstäbe verwandt worden, so sind die Fäden natürlich ebenfalls voll. Recht fein gesponnen ist das Glas, wie bekannt, so elastisch, dass es sich zu höchst brillanten Stoffen verweben lässt, namentlich zu gewebten Tapeten

hat es eine schöne Verwendung gefunden. Auch Perücken hat man davon gefertigt: diese lassen sich mit dem heißen Eisen kräuseln, wie Haare.

Um Röhren abzuschmelzen und zu verschließen, zieht man sie rasch zu einem kurzen Kegel, wie oben beschrieben, aus und erhitzt die äußerste Spitze desselben. Den kleinen vollen Knopf, der sich hier bildet, nimmt man durch Berühren mit einem glühenden Eisendraht oder einem heißen Glasstabe weg, und wiederholt dies Verfahren, bis nur noch ein ganz unbedeutendes Knötchen vorhanden ist. Am häufigsten wird ein halbkugliger Verschluss mit gleichmäßiger Wandstärke gewünscht, der den Wechsel der Temperatur am besten verträgt. Zu dem Zweck erhitzt man nach Hinwegnahme des Knötchens den ganzen Kegel und bläst gelinde in das Rohr, während man das verschlossene Ende gerade nach oben hält. Sollte der kugelförmige Boden noch nicht ganz gleichförmig seyn, so erhitzt man nochmals, indem man die Flamme vorzüglich gegen die Mitte des Bodens richtet, der sonst leicht etwas zu dick ausfällt, und bläst auf. Soll der Boden flach seyn, so drückt man den schwach rund aufgeblasenen, recht gleichmäßig erhitzten Boden auf eine eben geschnittene, horizontal liegende Holzkohle, bringt aber das Glas sogleich wieder in die Flamme und läßt es dann möglichst langsam erkalten, ohne es auf den Boden zu stellen. Soll er eingezogen seyn, wie bei den Weinflaschen, so kann man entweder mit einer eisernen Spitze, welche man in der Richtung der Axe der Röhre hält, den Boden hineinstoßen oder durch Saugen die Luft in dem Röhrechen verdünnen und dadurch das Einstülpen des Bodens bewirken.

Soll eine Kugel mit dünner Wandung an das Ende einer Röhre geblasen werden, so verschließt man dieselbe gleichmäßig, wie oben angegeben, erhitzt dann ein etwas längeres Stück derselben und treibt die erweichte Glasmasse, indem man die Röhre senkrecht in die Höhe hält und fortwährend dreht, durch Blasen zu der gewünschten Weite auf. Dabei ist zu bemerken, dass man das Glas nie weiter als zum Rothglühen zu erhitzen braucht, dass man im ersten Moment nicht zu heftig, sondern nur gelinde anfangend und immer steigend die Luft in die Röhre blasen und zusammenpressen darf. Soll eine größere oder dickwandigere Kugel an das Ende einer Röhre geblasen werden, so kann dies dadurch geschehen, dass man letztere zu einer längeren nicht allzu dünnen Spitze auszieht, dann einen breiteren, zunächstliegenden, noch nicht verjüngten Theil erhitzt, gelinde hineinbläst und die Spitze gegen die Röhre schiebt. Dadurch staucht man das Glas, erweitert etwas den Durchmesser der Röhre und verdickt die Wandung. Man fährt hiermit fort, bis man die nothwendige Glasmasse für die beabsichtigte Kugel angehäuft hat, erhitzt alsdann an der bereits stark verjüngten Stelle und entfernt durch einen raschen Zug die Spitze, nimmt das sich bildende Knötchen hinweg, bläst etwas auf, erhitzt jetzt die ganze gestauchte Glasmasse, vergrößert ihren inneren Durchmesser etwas und giebt ihr durch Einblasen eine kugelförmige Gestalt, worauf man die Kugel in der gewünschten Größe durch nochmaliges Erhitzen und genügendes Aufblasen vollendet.

Will man sich für die Destillation ganz kleiner Mengen geeignete kleine Retorten anfertigen, so verfährt man folgendermaßen: Man zieht eine nicht zu dünnwandige Röhre auf der einen Seite in eine lange

möglichst starke Spitze und, einige Linien davon entfernt, je nach der beabsichtigten Größe der Retorte zu einer ziemlich dünnen Spitze aus, erhitzt den unveränderten Theil der Röhre am stärksten nach der dünnen Spitze hin, und bläst, während die starke Spitze verschlossen und senkrecht nach unten gerichtet ist, Luft ein unter fortwährendem Drehen und gelindem Ziehen. Hierdurch erhält man eine eiförmige Erweiterung des erhitzten Röhrenstücks. Man erhitzt den kegelförmigen Theil der dicken Spitze zunächst an der Kugel und biegt unter gelindem Einblasen dieselbe spitzwinklig um, öffnet die stärkere Spitze, erhitzt dicht an der dünneren mit der Spitzflamme, zieht diese Spitze ab, nimmt das bleibende Knötchen hinweg und verfährt wie beim Verschließen jeder Röhre.

Auf ganz gleiche Weise, wie bei der Kugelbildung am Ende der Röhre, verfährt man, wenn solche in der Mitte der Röhren aufzublasen sind. Man verschließt die Röhre an einer Seite, erhitzt die betreffende Stelle hinreichend, und staucht, wenn nöthig, das Glas zusammen, wobei vor allem darauf zu sehen ist, dass man die beiden Röhrenenden stets gleich schnell und vollkommen um dieselbe Axe dreht, weil sich sonst der erweichte Glastheil verschiebt, an einer Stelle dicker wird, als an der anderen, und dann nur sehr schwierig zu einer gleichmäßigen Kugel aufzublasen ist. Während des Blasens hält man die Röhre horizontal und dreht sie ziemlich rasch; die nach unten gekehrte Glasmasse erkaltet nämlich immer viel rascher, als die nach oben gerichtete, und es würde sich daher ohne die drehende Bewegung vorzugsweise nur die obere Seite ausdehnen, somit die Kugel ganz schief werden. Ist die Masse des Glases, die man zu erweichen hat, groß, und soll eine weite Kugel aufgeblasen werden, so bläst man erst eine kleinere Kugel, bringt die dann wieder in die rauschende Flamme und dreht sie darin möglichst gleichmäßig um, so dass sie bei starker Hitze allmählig wieder zusammenfällt. Alle Sorgfalt ist hierbei darauf zu richten, dass man das erweichte Glas nicht verschiebe; wenn sich Falten bilden, muss man sie sogleich durch schwaches Einblasen zu glätten suchen. Eine dicke Glasmasse lässt sich nämlich nicht hinreichend erhitzen, um gleichmäßig aufgeblasen werden zu können. Aehnlich verfährt man, wenn etwa bei dem ersten Aufblasen die Kugel etwas schief geworden seyn sollte, man lässt sie nochmals zusammenfallen und bläst sie mit gehöriger Vorsicht von Neuem auf.

Sollen große und starke Kugeln mit engen Röhren versehen werden, so würde es sehr mühsam und schwierig seyn, so viel Glas durch Stauchen der Röhren zusammen zu bringen, als für die Kugeln erforderlich ist. Man löthet in diesem Fall ein dickeres und weiteres Glasrohr an die dünnen Röhrenenden und bläst daraus die Kugeln auf. Die dickere Glasröhre wird in der zweckmäßigen Länge an beiden Seiten zu langen nicht zu schwachen Spitzen ausgezogen, um daran sicher gehalten werden zu können. Man verschließt das äußerste Ende der einen Spitze, schneidet die andere rechtwinklig auf die Axe so ab, dass die Oeffnung gerade so weit wird, wie die der anzusetzenden engen Röhre, erhitzt die Ränder beider bis zum Weißglühen und bringt sie gerade gegen einander. Es ist vor allem darauf zu sehen, dass nicht durch zu langes Erhitzen oder durch zu festes Gegeneinanderdrücken sich an dieser Stelle zu viel Glas anhäufe, was nachher nur schwierig gleichmäßig vertheilt werden kann. Die zusammengelöthete Stelle erhitzt man stark, bläst sie ein wenig auf, lässt sie in der Flamme wieder zusammenfallen und wiederholt dies, bis

man die Löthstelle kaum mehr erkennen kann. Man verschliefst jetzt das äußerste Ende der angelötheten Röhre, schneidet die Spitze der weiteren Röhre ab und verfährt überhaupt gerade wie vorher angegeben. Dies alles führt man mit der Spitzflamme aus. Soll das eingelöthete cylindrische Röhrenstück zu einer Kugel aufgeblasen werden, so verändert man rasch das Feuer in eine breite rauschende Flamme, erhitzt nun die ganze Masse der eingelötheten Röhre und treibt es durch Einblasen unter fortwährend gleichmäßigem Drehen zu einer regelmäßigen Kugel auf. War die Röhre sehr dick von Glas und soll die Kugel groß werden, so gelingt dies nicht wohl durch einmaliges Erhitzen, sondern man bläst erst die Kugel etwas auf und vollendet sie, nachdem man die verdünnte Glasmasse nochmals recht stark und gleichmäßig erhitzt hat.

Das Zusammenlöthen weiter und enger Röhren in einer Längs-Axenrichtung hat wenig Schwierigkeit und gelingt bei einiger Uebung sehr bald vollkommen. Weit schwieriger ist die rechtwinklige Verbindung zweier Röhren herzustellen. Man muss zuerst die eine Röhre seitlich durchbohren. Dies geschieht, indem man den betreffenden Punkt durch die Spitze der Stichflamme stark erhitzt und dann in die an der einen Seite verschlossene Röhre einbläst, wodurch ein kleiner Kegel gebildet wird, dessen äußerstes Ende man der Flamme aussetzt und durch rasches Einblasen zu einer äußerst dünnen Blase auftreibt, die meist von selbst platzt oder sonst mit der Feile weggebrochen wird. Auch durch Berühren der erhitzten Stelle mit einem weißglühenden Glasstabe von passender Dicke und Ausziehen kann man auf der zu durchbohrenden Röhre einen kleinen Kegel bilden und diesen in obiger Weise oder durch Absprengen öffnen. Man hält nun die durchbohrte Röhre unter die Flamme, so dass eben der Rand des Kegels hineinragt, gleichzeitig bringt man den Rand der anzulöthenden Röhre, welche an ihrem anderen Ende verstopft und von gleichem Durchmesser, wie die Oeffnung des Kegels ist, von oben in die Flamme. Sobald beide Ränder weißglühen, setzt man sie aneinander und bläst ganz wenig auf. Da es nicht möglich ist, einen solchen Apparat gleichmäßig in der Flamme zu drehen, so muss man eine Stelle der Löthung nach der anderen erhitzen, gelinde aufreiben und wieder zusammenfallen lassen. Es muss dies sehr rasch geschehen, damit kein Punkt der Löthung zu viel abkühlen kann; zuletzt erhitzt man das Ganze so gleichmäßig als möglich, — aber nur so weit, dass das Glas eben anfängt, weich zu werden, ohne zusammen zu fallen — in der breiten Flamme und lässt möglichst langsam abkühlen. Die nöthige Uebung in dieser Arbeit befähigt zur Anfertigung sehr vieler höchst bequemer Apparate. Man kann auf diese Weise an gewöhnliche Proberöhrchen seitlich eine Röhre ansetzen, durch die obere Oeffnung einen Thermometer einführen, und mit diesem Apparat Destillationen bei bekanntem Hitzgrade oder Siedepunkts-Bestimmungen mit vollkommener Genauigkeit, selbst mit sehr kleinen Mengen von Flüssigkeiten ausführen.

Zum Schlusse erwähnen wir noch der Zusammenlöthung weiter Röhren mit engen in der Weise, dass die engere Röhre ein Stück in die weitere hineinragt. Man erhitzt die anzulöthende Stelle der engeren Röhre stark und drückt die beiden Röhrentheile so gegen einander, dass hierdurch ein Wulst entsteht, die weitere Röhre wird alsdann durch Ausziehen verjüngt, und an der Stelle des Kegels abgeschnitten, dass man eine auf den Wulst der engen Röhre passende Oeffnung erhält. Nun

schiebt man die weite Röhre auf die enge bis nahe an den Wulst, bringt diese Stelle in starkes Feuer und drückt, sobald der Rand der weiten und der Wulst der engen Röhre weißglühend sind, beide gegen einander. Durch gelindes Aufblasen und Zusammenfallenlassen verbindet man dieselben sicher.

Wer sich durch Uebung in den oben beschriebenen Manipulationen einige Geschicklichkeit erworben hat, wird leicht im Stande seyn, auch alle anderen, dem Chemiker vorkommenden, Arbeiten in Glas auszuführen.

V.

Glasbohren. Das Bohren und Durchlöchern des Glases ist eine dem Chemiker nicht selten vorkommende Manipulation. Früher führte man dies stets mit Drillbohrern aus, deren Spitze aus Diamant besteht, die aber theuer und nicht für die größeren Dimensionen passend zu haben sind. Jetzt hat man gelernt, mit gewöhnlichen Drillbohrern aus hartem Stahl oder mit spitzangeschliffenen dreikantigen Feilen, die man in die Spindel der Drehbank oder den Drillbohrer einsetzt, so rasch wie in Messing Löcher zu bohren, ohne dabei die Werkzeuge besonders rasch abzunutzen. Man muss dieselben nur stets mit durch Stehen an der Luft dick gewordenem Terpentinöl oder mit solchem, in dem man etwas Campher aufgelöst hat, befeuchten. Frisch destillirtes Terpentinöl hat zwar viel mehr Wirkung, als wenn man den Bohrer nur mit Wasser befeuchtet; aber beide hindern nur einigermassen das Springen, ganz und gar nicht das Abnutzen der Bohrer, die fast augenblicklich stumpf werden. Um das leicht stattfindende Aussplittern des Glases im Augenblicke des Durchdringens des Bohrers zu vermeiden, ist es zweckmäßig, von beiden Seiten in das Glas einzubohren, so dass sich die Löcher in der Mitte des Glases treffen.

Mit immer größeren Bohrern oder mit feinen Feilen, die man ebenfalls mit dickem Terpentinöl fortwährend befeuchtet, lassen sich die Löcher leicht erweitern, und von beliebiger Form erhalten. Auf dieselbe Weise kann man mit Schraubenpatrizen Schraubengänge einschneiden; man muss zuerst eine kleinere, dann etwas stärkere nehmen. Drei von zunehmender Stärke sind meist ausreichend.

Hat man sehr weite Löcher zu bohren, so muss man Schmirgel und eine kupferne Röhre anwenden, und auf diese Weise eine Platte herauschneiden.

V.

Glaselektricität s. Elektricität. Bd. II. S. 817.

Glaserz, eine ältere aber noch jetzt sehr gebräuchliche Benennung für Silberglanz (s. d.). In ältester Zeit bezeichnete der Bergmann das Silber-Hornerz (s. d.) mit diesem Namen, bei welchem sich derselbe, wegen des Glanzes und der Pellucidität dieses Erzes, eher rechtfertigen lässt, als bei ersterem. Vielleicht ist die Benennung Glaserz in Bezug auf den Silberglanz aus Glanzerz entstanden, oder man hat jene beiden, durch geringe Härte, hohes spec. Gew. und hohen Silbergehalt ausgezeichneten Mineralien zuweilen mit einander verwechselt; was besonders dadurch leicht geschehen konnte, dass das Silberhornerz nicht selten mit einem, von seiner theilweisen Zersetzung herrührenden Ueberzuge von Silber oder Schwefelsilber vorkommt.

Th. S.

Glasfeuchtigkeit des Auges, *humor vitreus, corpus vitreum*, ist eine das hintere Segment des Augapfels ausfüllende Flüssigkeit, welche sich in den Maschen einer durchsichtigen structurlosen Haut, der *membrana hyaloidea* eingeschlossen findet. Frisch aus dem Auge genommen, stellt sie eine gallertartige, vollkommen klare Masse dar, aus der keine Feuchtigkeit ausfließt. Legt man dieselbe auf Leinwand und zerquetscht sie, so werden die Maschen der *m. hyaloidea* gesprengt und die Flüssigkeit fließt durch, während auf dem Leinen ein äußerst zartes membranöses Gebilde zurückbleibt. Die durchgepresste Flüssigkeit ist alkalisch, hat einen salzigen Geschmack und enthält so wenig Eiweiß, dass sie beim Erhitzen nur opalisirend wird. Beim Verdunsten hinterlässt sie 0,016 eines farblosen Rückstandes, woraus Alkohol von 0,84 Kochsalz mit einer geringen Spur extractiver Materie auflöst; Wasser nimmt von dem Rückstande nur wenig auf. Der wässrige Auszug wird durch Gerbsäure nicht gefällt, aber von Oxalsäure schwach getrübt. Kohlensaures und phosphorsaures Alkali ist nicht darin vorhanden. Was in Wasser unlöslich zurückbleibt, ist coagulirtes Albumin. In 100 Thln. der Flüssigkeit fand Berzelius: Kochsalz 1,42, in Wasser lösliche Substanz 0,02, Albumin 0,16, Wasser 98,40.

Nach Millon¹⁾ ist in der Glasfeuchtigkeit von Menschen und Hunden eine bedeutende Quantität Harnstoff (30—40 Proc. des festen Rückstandes) enthalten. Unter krankhaften Verhältnissen wird die Glasfeuchtigkeit zuweilen verändert. *Lassaigue* fand bei einem blinden Pferde in derselben einen gelben Farbstoff und 8 Proc. Albumin. Bei Verkalkung der Linse und Jynchysis fand *Frerichs* 3,70 Proc. Albumin.

Glasflüsse s. Glas. Seite 580.

F.

Glasgalle s. Glas. Seite 521.

Glaskopf s. Brauneisenstein. Bd. I. S. 930.

Glasmacherseife i. e. Braunstein, vergl. Glas. S. 529.

Glasmalerei s. Glas. Seite 577 und 580.

Glaspasten s. Glas. Seite 577.

Glasperlen s. Glas. Seite 582.

Glassprengen. Das Absprengen von Theilen runder Glasgefäße, z. B. Retortenhälsen u. dgl. gelingt nicht leicht mit dem Schneidediamant, der, wie bekannt, zum Zerschneiden ebener Glasplatten fast allein Anwendung findet, sondern wird viel leichter erreicht durch momentan Erhitzen der Stellen, die getrennt werden sollen. Man bedient sich dazu verschiedener Mittel. Um Retorten- und Kolbenhälse abzusprennen, findet man häufig in den Laboratorien eiserne Ringe von verschiedener Weite. Man wählt einen aus, der gerade auf die abzusprennende Stelle des Halses passt, bringt ihn zum Glühen und schiebt ihn auf; nach etwa $\frac{1}{2}$ Minute nimmt man ihn ab, und berührt die erhitze Stelle mit einem nassen Holze, worauf das Glas mit Heftigkeit zerspringt. Bisweilen empfiehlt man, einen dicken baumwollenen Faden fest um die abzusprennende Stelle zu binden, ihn mit Terpentinöl zu befeuchten und dasselbe anzuzünden; dieses Verfahren ist aber sehr unsicher, besser

¹⁾ Compt. rend. 17 Janv. 1848.

gelingt noch das Absprengeu, wenn man die abzusprengende Stelle von beiden Seiten durch Umbinden von starkem Papier bezeichnet und in dem gelassenen Zwischenraume einen starken Bindfaden umschlingt, den zwei Hände an seinen Enden fassen und straff gespannt so lange rasch hin und her ziehen, bis er durch die Reibung so stark erhitzt ist, dass er zu rauchen beginnt und abreißt. Rasches Aufgießen eines Tropfen Wassers bewirkt dann das Absprengeu des Glases sogleich.

Das bequemste und sicherste Mittel von allen aber, besonders für nicht zu dickes Glas, ist die Sprengkohle. Man schneidet mit einer scharfen, dreikantigen Feile einen etwas tiefen Schnitt an einer passenden Stelle ein, und berührt diese mit der an ihrer Spitze glühenden Sprengkohle (s. d.), wodurch sehr bald ein kleiner Sprung entsteht, den man dadurch, dass man die Sprengkohle langsam unter fortwährendem Anblasen in der beabsichtigten Richtung weiter auf dem Glase fortführt, nach jedem Punkte leiten kann. Es ist auf diese Weise nicht nur leicht, einen Kolbenhals an jeder beliebigen Stelle abzusprengen, sondern auch aus Kolben Schaaln auszusprengen oder sich aus kleinen Kolben mit langem Halse gläserne Löffel herzustellen, indem man die eine Hälfte des Bauches in vertikaler Richtung absprengt etc. Es ist zweckmäßig, sich die Richtung des Sprunges durch einen aufgezeichneten feinen Strich vorzuzeichnen. Nach dem Gebrauch löscht man die Sprengkohle durch Einstecken in feinen trockenem Sand aus.

Am schwierigsten ist es, dicke Glasstücke, wie solche z. B. als Träger der Elektrisirmaschine benutzt werden, richtig abzusprengen. Es gelingt am leichtesten und vollkommen sicher, wenn man mit einer mit dickem Terpentinöl befeuchteten Feile rundherum eine Furche einfeilt, die so weit ist, dass ein schwach mit Terpentinöl befeuchteter Schwefelfaden darin Platz hat. Man zündet diesen an, dreht den horizontal gehaltenen Glasstab fortwährend um, bis der Faden ganz ausgebrannt ist und gießt dann sogleich ein Glas voll eben bereiteter kalter Kochsalzlösung darüber. Der Bruch erfolgt genau nach der eingefeilten Furche und mit ebener Fläche.

V.

Glasthränen s. Glas. S. 522.

Glasur (franz.: *Glaçure*; *enduit vitreux*; *verniz*; *couverte*. Engl. *glaze*). Glasuren heißen die Ueberzüge aus einer glasartigen Masse, welche die glänzende Oberfläche der Thonwaaren bilden. Die Töpferwaaren sind, wenn ihre Masse bei mäßigen Hitzgraden gebrannt ist, porös und rauh, oder doch matt, wenn ihre Masse hart gebrannt, insbesondere wenn sie mit einem Glasbildenden Gemengtheil, einem sog. Fluss versetzt ist, so sind sie zwar nicht porös, aber doch rauh. Der Zweck jener glasartigen Ueberzüge ist nun, an die Stelle der rauhen und porösen Oberfläche eine spiegelglatte und dichte zu setzen und dadurch das Durchdringen der Flüssigkeit durch die Masse, das rauhe und matte Ansehen, sowie das leichte Schmutzen und die schwierige Reinigung zu heben. Es versteht sich von selbst, dass die Eigenschaften und die Zusammensetzung dieser Glasuren sich jedesmal nach den Eigenschaften und der Beschaffenheit der Masse richten muss, welche damit überzogen werden soll. Manches gemeine Töpfergeschirr z. B., oder Fayence schmelzen bei einer Temperatur, bei welcher die Glasur des ächten Porzellans noch weit davon

entfernt ist, zu erweichen, schon zu einer Schlacke zusammen; aber auch umgekehrt wird die gemeine Töpferglasuren auf Porzellan, bei der Temperatur, wo dieses gaar wird, schon längst zerflossen und von der Masse eingesaugt seyn. Da mit andern Worten diese Glasuren durch Aufschmelzen befestigt werden, so muss ihr Schmelzpunkt mit der Temperatur im Einklang stehen, bei welcher sich die Masse gaar brennt. Bei den Geschirren mit erdiger, poröser Masse ist natürlich der Unterschied in der Natur und in dem physikalischen Zustande zwischen der letzteren und der Glasuren sehr bedeutend. Sie müssen sich daher unter demselben Einflusse auch mehr oder weniger verschieden verhalten. So werden beide unter dem Einflusse der Wärme in verschiedenem Grade ausgedehnt; es bekommt die Masse eine Tendenz, sich gleichsam unter der Glasuren vorbeizuschleichen, wodurch diese abgeschuppt wird; oder eine Tendenz, die Glasuren auseinander zu ziehen, wodurch diese nach allen Richtungen feine Sprünge (sog. Haarrisse) zieht. Dadurch werden die Geschirre undicht, und der Zweck der Glasuren ist verfehlt. Es ist daher ein anderes wichtiges Erforderniss, dass man den Glasuren diejenige Zusammensetzung zu geben sucht, welche ihnen — innerhalb der bei der Fabrikation und im praktischen Leben vorkommenden Temperaturunterschiede — eine mit der Masse gleiche Ausdehnung sichert. Bei dem gemeinen Töpferzeug und der Fayence ist diese Bedingung mit sehr grosen, bei dem Steinzeug dagegen und dem Porzellan, bei welchem die Masse glasig und geflossen ist, mit nur sehr unbedeutenden Schwierigkeiten verknüpft. So weit es die bereits erwähnten Rücksichten zulassen, wird man der Glasuren stets eine so grosse Härte ertheilen, als immer möglich ist, damit sie der natürlichen Abnutzung gehörig widersteht. Also bei Tellern z. B. darf eine gute Glasuren durch Messer und Gabel nicht geritzt werden.

Nicht blos die Brauchbarkeit und Güte, sondern auch das Ansehen und die Schönheit der Waaren werden durch die Glasuren bedingt. Dies hängt zum Theil von dem Grade ihrer Schmelzbarkeit ab. Ist nämlich die Glasuren zu leichtflüssig, so schmilzt sie viel früher, als die Gaare der Masse eintritt; alsdann läuft sie theils ab, theils wird sie von der Masse aufgesaugt. Ist sie dagegen zu strengflüssig, so verschwendet man entweder unnöthig Feuer oder die Masse selbst erweicht, oder endlich die Glasuren erscheint unvollkommen geflossen. Es kann daher allein durch den richtigen Schmelzpunkt der Glasuren dahin gebracht werden, dass sie als eine vollkommen geschmolzene, eben spiegelnde, glatt geflossene Schicht von gleichmässiger Dicke aus dem Feuer kommt, welche, ohne in die Masse eingedrungen zu seyn, doch fest auf deren Oberfläche haftet. Neben dem Grade der Schmelzbarkeit kommt aber auch die Farbe der Glasuren in Betracht, wobei die Farbe der Geschirrmasse zunächst maassgebend ist. Entweder sollen die Geschirre die unveränderte Farbe der Masse zeigen; alsdann muss die Glasuren farblos und undurchsichtig seyn, — so bei dem Porzellan, den meisten Sorten Steinzeug, sowie den feineren Sorten Fayence, — oder man will die Farbe der Masse modificiren; alsdann bekommt die Glasuren eine entsprechende Farbe, — so wird der gelbliche Ton mancher Fayencearten durch einen bläulichen Ton der Glasuren maskirt, — oder man will die Farbe der Masse gänzlich verdecken; alsdann muss die Glasuren undurchsichtig seyn; — in einigen Fällen tritt sie dann in die Kategorie des Emails. So pflegt man der ockerfarbigen Masse der ganz geringen

Fayencesorten, durch Glasiren mit weißem Email, das Ansehen der feinen weißen Sorten zu geben. In anderen Fällen ist die Glasur kein wahrer Email, sondern nur ein bis zur Undurchsichtigkeit gefärbtes Glas; so unter anderem bei dem braunen Fayence, und den braunen Ofenkacheln; — oder endlich man nimmt auf die Farbe keine besondere Rücksicht, und sucht nur eine im Uebrigen gute Beschaffenheit mit möglichster Wohlfeilheit zu verbinden, wie es bei dem gemeinen Töpferzeuge in der Regel der Fall ist.

Sollen die fertigen Geschirre noch mit Farben verziert, d. h. bemalt, oder gedruckt werden, so ist es nicht selten nöthig, bei der Zusammensetzung der Glasur diesen Umstand in der Weise zu berücksichtigen, dass ihre Bestandtheile mit denen der Farbe chemisch verträglich sind.

Wie man sieht, sind die Umstände, welche die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Glasur bedingen, und folglich auch die Glasuren selbst sehr mannichfaltig. Sie lassen sich aber unter folgende drei Kategorien bringen.

1) Erdglasuren (*couvertes*), sind durchsichtige Gläser aus Erden (Thonerde) und Alkalien, ohne schwere Metalloxyde geschmolzen. Sie sind strengflüssig und schmelzen bei derselben Temperatur, bei welcher die Masse die Gaare erlangt (Glasur des ächten Porzellans und einiger Sorten Steinzeug).

2) Bleiglasuren (*vernis*), im Wesentlichen durchsichtige, bleihaltige, leichtflüssige Gläser, theils mit, theils ohne Erden und Alkali. Sie schmelzen in der Regel bei einer Temperatur, welche gewöhnlich niedriger ist, als diejenige, bei der sich die Masse gaar brennt. (Ordinäres Töpferzeug und feine Fayence).

3) Emailglasuren (*émailes*), undurchsichtige, theils zinnoxydhaltige, weiße, theils dunkelgefärbte Bleigläser. Schmelzpunkt wie vorher. (Die geringen Fayencesorten).

Bei weitem in der Mehrzahl der Fälle enthält die Glasurmasse, so wie sie auf die Geschirre aufgetragen wird, bereits sämtliche Bestandtheile, welche ihr als einem Glasflusse zukommen. Diese Bestandtheile werden alsdann alle oder nur zum Theil vor dem Auftragen zu einem solchen Glasflusse zusammen geschmolzen. Zuweilen enthält die Glasur nur die Basen, welche dann aus der Geschirrmasse selbst die zu einem Glasflusse nöthige Kieselerde aufnehmen. — Je dicker die Glasur aufgetragen wird, um so mehr wird sie als selbstständige Masse auftreten, und ihre Eigenthümlichkeiten geltend machen; um so schwerer werden daher die bereits erwähnten Fehler und Uebelstände zu vermeiden seyn, und um so schwerer wird es fallen, dieselbe als eine gleichmäßige Schicht von gelungenem Flusse zu erhalten. Es gehört darum zum wesentlichen Begriff der Glasuren, dass sie stets im Verhältniss der Wandstärke der Thonwaaren sehr dünne Ueberzüge bilden; sie wechseln jedoch von der Dicke eines starken Kartenblattes bis zur Dünne eines bloßen Anfluges.

Am frühesten kommen glasierte Geschirre in Asien vor, so das ächte, glasierte Porzellan bei den Chinesen. In Europa sind sie erst in dem klassischen Alterthum aufgetaucht.

Bei der Beurtheilung der Töpferwaaren sind zwei Hauptgesichtspunkte zu unterscheiden: die Vervollkommnung der chemischen und

physikalischen Beschaffenheit der Masse, also die Zweckmäßigkeit oder Brauchbarkeit, und die ästhetische Seite, so weit sich diese in Form und Farbenverzerrungen kund giebt. Es ist ein hervorragender Zug in der Geschichte der Töpferei, dass sich diese älteste aller Industrien nach jenen beiden Richtungen hin in sehr ungleichem Schritte entwickelt hat. Während der hochausgebildete Kunstsinne des Alterthums, seiner geringen mechanischen Hilfsmittel ungeachtet, die Form der Töpferwaaren zu einer unübertroffenen Vollendung und Reinheit des Geschmacks ausgebildet hat, die unserer modernen Industrie noch immer als Muster und Vorbild dient; so steht doch das Alterthum in dem rein Technischen der modernen Zeit bei weitem nach. Wie die zahlreichen Ueberreste beweisen, so verstanden zwar die griechischen Töpfer, so wie die Erben ihrer Kunst in Italien, die Masse der Gefäße auch auf einen hohen Grad der mechanischen Reinheit und Homogenität zu bringen; aber sie waren Kinder in der Pyrotechnik, und höchst unerfahren in chemischen Dingen. Die antiken Gefäße sind deswegen stets, im Vergleich mit den modernen Töpferwaaren, so ungemein schwach gebrannt, dass sie den gegenwärtigen Anforderungen des Hausgebrauches, wegen ihrer Weichheit und Durchdringlichkeit, in keiner Weise entsprechen. Technisch genommen gehören alle antiken Gefäße ohne Ausnahme zur Klasse der ordinären Töpferwaaren, d. h. sie sind auf dem Bruch erdig, porös, locker und stets gefährdt. Die Verbesserung dieser Fehler durch eine passende Glasur war den Alten zwar nicht unbekannt, aber solche Ueberzüge kommen verhältnissmäßig selten, und niemals als eigentliche Glasuren, sondern nur als dünner Anflug oder Lüstre vor. Ein solcher Lüstre findet sich unter anderen bei denjenigen antiken Thonwaaren römischen Ursprungs, welche bei den Antiquaren unter dem Namen »terra sigillata« bekannt, und durch ihre eigene hochrothe Siegellackfarbe und Feinheit der Masse ausgezeichnet sind. Es hat große Schwierigkeiten, diesen dünnen Ueberzug zum Behuf der Untersuchung sauber abzulösen. Das nachstehende Resultat ist wirklich nur auf einem Umwege erhalten worden, indem man die bekannte Zusammensetzung der Geschirrmasse von der Zusammensetzung der unreinen Glasur abzog. Auf diese Art fand

Buisson:

	Geschirrmasse.	Unrein. Lüstre.	Rein. Lüstre.
Kieselerde . . .	56,0	59,0	64,0
Thonerde . . .	25,0	1,0	—
Eisenoxyd . . .	7,0	4,0	11,0
Kalk . . .	9,0	10,0	—
Bittererde . . .	2,0	2,3	—
Natron . . .	—	—	20,0

Diejenigen Gefäße, welche sich in dem ehemaligen Großgriechenland vorfinden, und gewöhnlich etrusische genannt werden, sind ebenfalls mit einem Lüstre glasirt, welcher theils eine röthliche, häufig aber auch eine schwarze Farbe besitzt. Wenn man auf dem Bruchstücke eines derartigen schwarz glasirten Gefäßes ein Stückchen trocknes Aetzkali schmilzt, so wird die Glasur auf diesem Flecke aufgelöst, aber ein großer Theil, besonders in der nächsten Umgegend, splittert sich ab, und kann auf diese Weise unter Wasser gesammelt und rein erhalten werden. Diese Schuppen sind äußerst dünn, ziemlich dicht und erscheinen unter dem Mikroskope mehr durchscheinend, als

durchsichtig. Sie werden von dem Magnete angezogen, sind vor dem Löthrohre so gut wie unschmelzbar, werden aber in einer Boraxperle, obwohl mit Schwierigkeit, aufgelöst. Die Strengflüssigkeit ist übrigens an verschiedenen Stellen sehr verschieden und beruht augenscheinlich nur in dem Verluste von Alkali, welchen die Oberfläche der Gefäße im Laufe der Jahrhunderte durch Wetter und Feuchtigkeit erlitten haben. Werden jene Lüstreschuppen einem starken Glühfeuer ausgesetzt, so geht ihre dunkle Farbe vollkommen in Roth über. Dies geschieht nicht, wenn der Luftzutritt abgeschlossen, wenn die Probe z. B. in Kohle eingebettet ist, woraus mit Bestimmtheit hervorgeht, dass solche Gefäße nur in einem Reductionsfeuer gebrannt seyn müssen. Salvétat hat zwei Proben von solchem schwarzen Lüstre untersucht; er fand:

Kieselerde .	46,3	50,0
Thonerde .	11,9	nicht bestimmt
Eisenoxyd .	16,7	17,0
Kalk .	5,7	} nicht bestimmt
Bittererde .	2,3	
Alkali .	17,1	—
Kupfer .	—	Spur.

Die Bestandtheile, von welchem die Farbe im Wesentlichen abhängt, sind neben dem Eisen gewöhnlich noch Mangan, woraus sich das Verhalten im Feuer hinreichend erklärt.

Bleihaltige Glasuren kommen im Orient erst mit dem 9. Jahrhundert, und zwar bei der emaillirten Fayence der Araber vor, von welchen wir diese Kunst von Spanien aus über Italien erhalten haben. In Europa datirt die bleihaltige Glasur aus dem 12. Jahrhundert; sie wurde nach den Annales dominicarum von Colmer, von einem elsässischem »figulus Stezstatt« a. a. O. »Stelestadius« genannt, († 1283) erfunden.

Die bleihaltigen Glasuren sind zuerst bei der gemeinen Töpferwaare, wie sie noch jetzt fabricirt wird, in Anwendung gekommen. Eine dritte Epoche in der Kunst, zu glasiren, datirt von dem Aufkommen der emaillirten (arabischen) Fayence in Europa, welche schon am Ende des 14. und Anfange des 15. Jahrhunderts Gegenstand einer blühenden Industrie in Italien war. Ein vierter Wendepunkt trat mit der Erfindung des ächten Porzellans durch Boetticher und Schirnhaus 1709 ein. Bei weitem den größten Einfluss, und bei weitem die vielfältigsten Verbesserungen hatte der Umschwung der englischen Töpferei in seinem Gefolge, welchen diese Industrie dem berühmten Josiah Wedgwood (1730—1795) verdankt. Man kann diesen Zeitpunkt der Vervollkommnung der feinen Fayence und der Einführung des feinen Steinzeugs als die fünfte und letzte Periode betrachten.

Zusammensetzung der Glasuren.

1) **Aechtes Porzellan.** Die Masse des Porzellans besteht bekanntlich aus Kaolin, Feldspath, öfters auch Kalk und gemahlener Porzellanscherben. Diese Mischung ist von der Art, dass sie sich und zwar bei einer sehr hohen Temperatur mit glasigem Bruch gaar brennt, indem die feldspathigen Theile mit dem Kalk in anfangendem Fluss kommen. Die Güte des Porzellans und seine Vorzüge bestehen nun vorzugsweise darin, dass die Glasur eine analoge und mit dem geflossenen Theile im

Innern gleichartige Zusammensetzung hat, und deswegen auf's Innigste mit der Masse verbunden ist, und gleichzeitig mit der Gaare der Masse zum Fluss kömmt. In der That ist bei dem Porzellan die Glaser am wenigsten verschiedenartig von der Masse; es ist kein plötzlicher Uebergang vorhanden von einer glasigen zu einer erdigen Schicht. Die Glaser haftet daher überall an gleichartigen Theilen, sie ist bei ihrem hohen Schmelzpunkt so zusammengesetzt, dass sie ein Glas von ziemlich bedeutender Härte bildet.

In Meissen besteht die Glaser aus

calciniertem Quarz . . .	37
calc. Kaolin v. Sedlitz	37
Kalk von Pirna . . .	17,5
Porzellanscherben . . .	8,5

100

In Wien besteht die Glaser aus gleichen Theilen Quarz und gemahlten Porzellanscherben mit einem Zusatz von $\frac{2}{5}$ bis $\frac{3}{4}$ vom Gewichte des Quarzes an Dolomit von Mariazell in Steiermark.

Das Berliner Porzellan empfängt eine Glaser aus:

Kaolin von Morl . . .	31
Quarzsand	43
Gyps	14
Porzellanscherben . . .	12

100

In der Porzellanfabrik zu Fürstenberg im Braunschweigischen setzt man die Glaser aus

Quarz	43
Kaolinthon	43
Flussspath	14

100

zusammen. Die Anwendung des Flussspathes ist eine Ausnahme, welche sonst nicht wieder vorkommt.

In der Porzellanfabrik von Petersburg wird die Glaser zusammengemischt aus:

Kaolin	1
Quarz	2
Feldspath	12
Porzellanscherben	1
Kreide	2

18

In Sèvres bei Paris ist die Glaser eine reine Feldspathglaser und besteht aus gemahltem Pegmatit, einem aus Quarz und Feldspath zusammengesetzten Gestein. Dieses Gestein ist, in Handstücken betrachtet, ziemlich ungleich gemengt, so dass das Eine bald überwiegend aus Quarzkrystallen, das Andere überwiegend aus Feldspathkrystallen besteht. Wenn man es dagegen in Masse ins Auge fasst, wie es z. B. in Sèvres geschieht, wo Tausende von Kilogrammen jährlich gemahlen und geschlemmt werden, so sind die Mischungsverhältnisse sehr gleich. In der That geben die Proben des geschlemmten Gesteins, wie sie

jährlich gemacht werden, mit ganz geringen Abweichungen dieselbe chemische Zusammensetzung, also eine Zusammensetzung, welche nichts anderes ist, als diejenige des ursprünglichen Gesteins, welches sich durch Krystallisation in Quarz und Feldspath geschieden hat. Das Mittel aus den Analysen von Berthier, Laurent, Malaguti, Marignac, Salvétat aus den Jahren 1826, 1839, 1841 und 1842:

Kieselerde	73,86
Thonerde	16,96
Kali	7,40
Kalk, Bittererde, Wasser und Verlust	1,78

100

welches der Zusammensetzung $2 (KO \cdot SiO_3) + Al_2O_3 \cdot 3 SiO_3$ oder $2 (2 KO \cdot 3 SiO_2) + 2 Al_2O_3 \cdot 9 SiO_2$ entspricht.

2) Fritteporzellan. Diese Masse, welche zwischen Thon- und Glaswaaren den Uebergang bildet, ist in Deutschland nicht mehr gebräuchlich, sie wird dagegen noch in Frankreich, am meisten aber in England fabricirt. Beide bestehen aus einer thonigen Grundmasse, versetzt mit einer Glasfritte als Fluss. Sie unterscheiden sich aber wesentlich darin, dass in Frankreich die Fritte ausschließlich aus Alkali und Quarzsand zusammengesetzt wird, während in England ein bedeutender Zusatz von Knochenasche oder phosphorsaurem Kalk hinzukommt, ein Fall, der sich bei keiner anderen Geschirrmasse wiederholt. Die viel größere Leichtflüssigkeit lässt eine harte Glaser, wie die des ächten Porzellans in keiner Weise zu; sie ist im Gegentheil stets weich und bleihaltig, wie folgende Beispiele zeigen:

	1.	2.
Kaolin	20	—
Quarzsand	17	16
Borax	19	4
Mennige	23	28
Salpeter	—	1
Flintglas	11,5	—
krystallisirte Soda	6,5	—
Zinnoxid	2,5	—
Kobaltoxyd	1	Kleinigkeit.

100,5

Nr. 1 ist die Glaser eines Fritteporzellans aus der Fabrik von Thompson in Glasgow, Nr. 2 aus der Fabrik von St. Amand (Depart. du Nord) in Frankreich. Die Glasuren dieser Gattung sind übrigens sehr großen Abweichungen unterworfen, theils in den Mengeverhältnissen, theils in der Art der Bestandtheile. So findet man oft den Kaolin durch Feldspath, die Soda durch Potasche, die Mennige durch Bleiweiß ersetzt, auch findet man oft Kreide unter den Bestandtheilen u. s. f. —

3) Das feine Steinzeug. Die Beschaffenheit seiner Masse reiht diese Thonwaaren zunächst an das ächte Porzellan; sie besteht, wie dieses, aus einer Grundlage von Thon (in der Regel aus einem Gemenge von plastischem Thon und Kaolin) und einem feldspathigen Gemengtheil als Fluss, aber mit dem Unterschiede, dass der Fluss stets einen viel größeren Gewichtstheil der Masse, ungefähr die Hälfte, aus-

macht, als bei dem Porzellan. Mehrere Arten neigen übrigens zu dem anderen Extrem und lehnen sich an die feineren Sorten des Fayence an. Bekanntlich wird diese Art der Thonwaaren in der höchsten Vollkommenheit in England fabricirt, wo sie „stone ware“ heist. In der Mehrzahl der Fälle erhält die Waare gar keine Glasur; in anderen Fällen wird diese auf einem indirecten, weiter unten zu beschreibendem Wege angebracht; zuweilen endlich geschieht dies auf dieselbe Weise, wie bei dem Porzellan und Fayence. Ueber die Zusammensetzung geben folgende Beispiele Aufschluss:

Krystallglas .	51	Feldspath .	35	Mennige .	84
Quarzsand .	7	Quarzsand .	25	Kieselerde .	14
Feldspath .	17	Mennige .	20	Braunstein .	2
Schwerspath .	25	Potasche .	5		
	100	Borax .	15		100
			100		

Auch hier sind bleihaltige Glasuren nothwendig und bloße Erdalkaliglasuren aus demselben Grunde unmöglich, wie bei dem Fritteporzellan.

4) Das gemeine Steinzeug. Die Masse desselben, welche einen großen Theil der zum Hausgebrauche dienenden Geschirre liefert, ist im gaaren Zustande auf dem Bruch ebenfalls dicht, zusammen gesintert, nicht porös, so dass Flüssigkeiten niemals in das Gefüge derselben eindringen können. Sie ist eine bloße Thonmasse, und zwar plastischer Thon oder eine reinere Sorte Töpferthon, mit so viel Cement (Sand, oder gemahlener Scherben derselben Gattung) versetzt, als nothwendig, um die sehr beträchtliche Schwindung jener Thonsorten auf einen erträglichen Grad zu ermäßigen. Die Masse verdankt folglich ihre Undurchdringlichkeit nicht einem zugesetzten Flusse, sondern erhält diese Eigenschaft nur in Folge einer so intensiven und so lange fortgesetzten Einwirkung des Feuers, dass jene Sinterung des Thones erfolgt. Solche Geschirre vertragen den Temperaturwechsel sehr schlecht, und sind deshalb zum Kochen untauglich, aber vortreflich, wo es auf eine besondere Reinhaltung und eine gewisse chemische Beständigkeit der Masse, oder auf eine beträchtliche Stärke ankommt. Daher ihre Anwendung zu Mineralwasserkrügen, zu Gefäßen zum Einmachen der Früchte in Essig oder Salz, zu Milchtöpfen und zu Gefäßen für den chemischen und Fabrik-Gebrauch etc. Bei der natürlichen Dichte dieser Waaren ist eine Glasur nicht gerade nothwendig, sie dient mehr zur Hebung des Ansehens, als der Brauchbarkeit, und bleibt nicht selten gänzlich weg. Wo sie angewandt wird, ist sie bei weitem am häufigsten ein bloßer Anflug oder Lüste, welcher nach einer unten zu beschreibenden Methode durch Kochsalz hervorgebracht wird. Weniger häufig ist eine eigentliche Glasur. Die Wohlfeilheit dieser Waaren schließt übrigens alle kostspieligen Materialien und Methoden von vornherein aus, und da die Masse ohnehin niemals weiß ist, da es mithin auf Farblosigkeit nicht ankommt, so wählt man, wo es sich um eine eigentliche Glasur handelt, stets solche natürliche und künstliche mineralische Massen, wie sie sich gerade in der Nähe darbieten, wenn sie nur geeignet sind, bei dem entsprechenden Temperaturgrade einen glasigen Fluss zu bilden. Dahin gehören manche vulkanische Gesteine, Laven, eisenschüssiger Mergel etc. Am gewöhnlichsten aber braucht man die Schlacken der Eisenhütten. Eine solche Schlacke, welche in

den Steinzeugtöpfereien von Tresgny en Puissaye (Depart. de l'Yonne) als Glasur gebraucht wird, fand Berthier aus:

Kieselerde . . .	56
Thonerde . . .	7
Kalk	21
Bittererde . . .	1
Eisenoxyd . . .	12
Manganoxyd . . .	3

100

zusammengesetzt. Die Glasur der berühmten Bunzlauer Geschirre (Schlesien), der Merseburger, der Oltinger etc. ist ebenfalls ein Gemisch von gepulverter Frischschlacke mit gepulverter Hohofenschlacke.

Die Massen, worauf sich die bisjetzt erwähnten Glasuren beziehen, haben einen Hauptcharakter gemeinschaftlich, nämlich die Dichtigkeit oder Abwesenheit der Porosität. Die Masse aller übrigen Thonwaaren, deren Glasuren in Folgendem beschrieben werden soll, sind porös und von mehr oder weniger lockerem Gefüge. Masse und Glasur sind also hier durchaus ungleichartig, woraus für die Herstellung einer guten Glasur viel bedeutendere Schwierigkeiten erwachsen; denn der Fabrikant findet sich hier zwischen den mannichfachsten Anforderungen, ja zum Theil sich einander widersprechenden Bedingungen eingeengt, welche ihre Lösung nur durch lange Erfahrung gefunden haben.

5) Die feine Fayence. Die Masse der zu dieser Abtheilung gehörigen Thonwaaren besteht im Wesentlichen aus plastischem Thon. Je nachdem dieser mit gemahlenem Quarz oder Feuerstein, mit Kaolin oder Pegmatit, also feldspathigen Gemengtheilen, oder mehreren derselben zu gleicher Zeit versetzt wird, entstehen die verschiedenen Unterarten, welche mit den Namen »Fayence, Steingut, Halbporzellan, Wedgewood, earthen ware, iron stone, cream colour, Fayence fine etc.« bei den verschiedenen Nationen unterschieden werden. Die Gemengtheile aller dieser Unterarten sind von der Art, dass sich die Massen vollkommen, oder doch beinahe weifs brennen. Die Farbe der Masse braucht deshalb niemals maskirt zu werden; sie erhalten stets eine durchsichtige farblose Glasur, so dass die Farbe der Geschirre jedesmal die durch die Glasur hindurch gesehene Farbe der Masse ist. Dagegen verhalten sich diese Unterarten sehr verschieden im Feuer; einige sind schmelzbar und verlangen einen niederen, manche sind strengflüssig, oder gar nicht schmelzbar und vertragen einen höheren Hitzgrad beim Brande; so dass die Glasur nach dem jedesmaligen Verhalten eingerichtet werden muss. Zuweilen ergibt sich, dass eine sonst passende Glasur beim Schmelzen zu wenig Adhäsion an die Masse besitzt, und ist aus diesem Grunde unbrauchbar. Endlich kann eine Glasur sich vollkommen gutartig zur Masse selbst verhalten, aber für die Annahme der Farben, womit diese Geschirre in grosser Ausdehnung gedruckt werden, ungeeignet seyn. Daher die zahllosen Abänderungen in der Zusammensetzung der Glasur, nach der jedesmaligen Natur und Bestimmung dieser Thonwaaren. Die Bestandtheile der Glasuren werden in der Regel vorher für sich zu einem Glase geschmolzen, welches dann zu einem zarten Pulver gemahlen und in diesem Zustande als eine dünne Schlempe aufgetragen wird. Diese Gläser als Massen betrachtet, sind nicht farblos; die feineren sind blassgrün, die mittleren Sorten mehr grasgrün,

und die geringeren Sorten sogar dunkelolivengrün. Bei der Dünne der Schichten, wie sie die Glasuren auf den Geschirren bilden, verschwinden übrigens diese Farbentöne vollkommen.

Das Material für die Fayenceglasur ist Feldspath, der viel aus Amerika eingeführt wird, oft ersetzt durch den sog. cornish stone, ferner: Feuerstein, Sand, Schwerspath, Soda, Tinkal, Natronsalpeter, Borsäure, Krystallglas, Mennige, Bleiglätte, Bleiweifs (Zinnoxid), Smalte. Der cornish stone ist ein verwitterter Pegmatit, eine aus Feldspath und Quarz gemengte Felsart, welcher sich in Cornwallis findet, und in den englischen Töpfereien eine große Rolle spielt. In diesem Lande besteht die Glasur jedesmal aus einer Fritte, d. h. einem aus dem größeren Theil der Ingredienzien geschmolzenen Glase und dem Reste derselben, welche unter Wasser zusammengemahlen werden. Folgende Vorschriften als Beispiele werden dies anschaulicher machen:

Fritten.

	1.	2.	3.
Cornish stone . . .	61	15	29
Feuerstein od. Quarz . . .	—	33	16
Schwerspath	23	—	—
Soda	12	—	12
Salpeter	2	—	—
Borax	2	—	16
Mennige	—	—	23
Bleiweifs	—	48	—
Krystallglas	—	4	—
Zinnoxid	—	—	4
	100	100	100

Glasuren.

	1.	2.	3.
Cornish stone	—	16	31
Feuerstein	10	9	—
Bleiweifs	35	40	13
Mennige	44	—	—
Krystallglas	—	9	—
Fritte	11	26	56
Smalte	—	$\frac{1}{1000}$	—
	100	100	100

Die Glasur Nr. 1 (nach St. A mans) ist für Waaren, die zur Malerei bestimmt sind; Nr. 2 (nach Aikin) und Nr. 3 für Druckwaaren. Wie man sieht, ist die Masse dieser Glasuren ein sehr zusammengesetztes Glas, aus Kieselerde, Borsäure, Thonerde, Bleioxyd und Natron, als wesentlichen Bestandtheilen zusammengesetzt. Man hat dabei im Allgemeinen den Zweck, vermittelt des Bleizusatzes die erforderliche Leichtflüssigkeit hervorzubringen, während man zu gleicher Zeit vermittelt des Feldspathes oder der Thonerde derjenigen Weichheit und Leichtritzbarkeit zu begegnen sucht, welche den blofsen Blei-Alkaligläsern sonst eigen ist. Noch muss hervorgehoben werden, dass die Fritten in der Regel ohne Blei geschmolzen werden, welches vielmehr erst

bei dem Mahlen, als Mennige oder Bleiweiß zugesetzt wird. Die Fritte und Glasur zu einer weissen earthen ware sind neuerdings von Couper analysirt worden. Er fand:

	Die Fritte.	Das fertige Glasurmehl.
Kieselerde . . .	55,98 . . .	43,66
Kalk . . .	2,52 . . .	0,52
Thonerde	10,38 . . .	9,56
Eisenoxydul }		
Borax . . .	31,12 . . .	20,08
kohlens. Kalk	— . . .	10,88
kohlens. Blei	— . . .	15,19
	100	99,89

Specif. Gewicht = 2,345.

Bei den nicht weissen, farbigen Waaren besteht die Glasur immer wieder aus denselben Ingredienzien, und nur mit denjenigen Zusätzen versehen, welche etwa die Farbe erheischt:

Die Glasur der sog. Buckingham ware besitzt einen schönen bräunlichen Metallglanz; die Glasur der gewöhnlichen schwarzen Waare ist glänzend schwarz. Beide bestehen aus Cornish stone, Feuerstein, Braunstein und Thonschlamm, aber in verschiedenen Verhältnissen.

Die Glasur der feineren schwarzen Waaren, der sog. Aegyptian ware ist eine schöne, reich gefärbte Glasur aus Feuerstein, Cornish stone, Mennige und Braunstein.

Die gelbe Fayence, sog. Cane ware, ist eine strohgelbe Masse mit farbloser Glasur aus Feuerstein, Cornish stone und Mennige.

Wir lassen noch einige Vorschriften folgen, welche die Mischung für die Glasur im Ganzen angeben:

	1	2.	3.	4.
Cornish stone . . .	40 . . .	42 . . .	23 . . .	28
Feuerstein . . .	— . . .	— . . .	12 . . .	16
Mennige . . .	23 . . .	26 . . .	— . . .	—
Bleiweiß . . .	— . . .	— . . .	48 . . .	30
Krystallglas . . .	— . . .	— . . .	17 . . .	—
Borax . . .	23 . . .	21 . . .	— . . .	—
Soda, krystallisirt	14 . . .	11 . . .	— . . .	16
Kohlensaurer Kalk	— . . .	— . . .	— . . .	4
Borsäure . . .	— . . .	— . . .	— . . .	6
Smalte . . .	$\frac{1}{1000}$. . .	$\frac{1}{1000}$. . .	— . . .	—
	100	100	100	100

Nr. 1 ist für weisse Waare nach Aikin; Nr. 2 ist eine härtere Glasur zu einer feuersteinhaltigen Masse nach Bastenaire; Nr. 3 Glasur zu cream colour; Nr. 4 für Waare zu blauem Druck, beide nach Shaw.

Alle jene Vorschriften sind englische. Die Güte dieser Glasuren, soweit sie von der grösseren oder geringeren Reinheit und Farblosigkeit abhängen, sind durch die Auswahl reinerer oder unreinerer Ingredienzien bedingt, je nachdem es der Preis erlaubt. So wendet man bald toscanische Borsäure, bald raffinierten Borax, bald gemeinen Tinkal, statt Mennige die unreinere Silberglätte oder das reinere Bleiweiß an.

Folgendes ist das Beispiel einer Vorschrift zu einer französischen feinen Fayence, der sog. terre de pipe française (nach Bastenaire):

Quarzsand . . .	36
Mennige . . .	45
Soda	17
Salpeter	2
Smalte	$\frac{1}{1000}$
	<hr/>
	100

Es ist eine völlige Unmöglichkeit, selbst bei den reinsten Thon-sorten eine absolut weisse Masse zu erzielen. Die Farbe ist stets mehr milchweiss, zuweilen ganz milchweiss, also mit einem leichten Stich ins Gelbe behaftet. Der allgemein übliche Zusatz von Smalte hat nun die Bedeutung, diesen gelben Ton — ähnlich wie bei dem Bläuen der Wäsche — durch einen entsprechenden bläulichen Ton der Glasur zu einem unmerklichen Grün gleichsam zu neutralisiren. Es ist ein gewöhnlicher Fehler geringerer Waaren dieser Gattung, besonders der deutschen, dass diese blaue Färbung der Glasur übertrieben wird, wie man an den einspringenden Ecken und überhaupt an allen Stellen sehen kann, wo sie etwas zusammenläuft, oder dickere Schichten bildet.

6) Die gemeine emailirte Fayence. Die Masse dieser Geschirrgattung ist, um sie allgemein zu bezeichnen, ein Gemenge von Töpferthon oder plastischem Thon, einem Mergel (Thon mit kohlen-saurem Kalk) und Quarz oder Quarzsand. Der Unterscheidungs-charakter dieser Massen ist ihr Gehalt an 15—25 Proc. Kalk, welcher bei der verhältnissmässig niederen Brenntemperatur seine Kohlensäure nur unvollständig verliert, so dass etwa 6—10 Proc. derselben zurück-bleiben. Daher unterscheidet sich die gemeine gaar gebrannte Fayence empirisch durch ihre Eigenschaft, mit Säuren lebhaft aufzubrausen. Solche Waaren vertragen den Temperaturwechsel schlecht; sie haben ein lockeres erdiges Gefüge und eine stark gelbe Farbe, welche durch eine undurchsichtige Glasur, also einen Email (siehe Art. Glas) verdeckt werden müssen. Die gelbe Farbe rührt von 2—4 Proc. Eisen-oxyd her. Dieses Letztere mit dem bedeutenden Kalkgehalte ist die Ursache, warum alle derartigen Massen in stärkeren Feuersgraden zu einer Schlacke zusammenschmelzen, und folglich bei einer mässigen Temperatur gebrannt werden müssen. Mithin muss auch der Email ein sehr leichtflüssiger seyn, damit er schon bei einer Temperatur in Fluss kommt, welche hinreichend unter dem Schmelzpunkte der Masse liegt.

Die gewöhnlich und häufiger vorkommende weisse Waare ist mit einem aus Alkali, Blei und Kieselerde zusammengesetzten Email glasirt, welcher, wie der Email der Uhrzifferblätter, mit Zinnoxid weiss und undurchsichtig gemacht ist. Der emailbildende Metallkalk wird allge-mein durch Calcination einer Legirung von Zinn und Blei und zwar ganz nach den in dem Art. Glas unter Email erwähnten Grundsätzen bereitet. Je nachdem man den Bleigehalt vermehrt oder vermindert, wird der Email weicher und leichtflüssiger, oder härter und streng-flüssiger, wie die beiden nachstehenden Beispiele (nach Bastenaire) zeigen:

Metallkalk.

	1.	2.
Zinnoxid	23	18
Bleioxid	77	82
	100	100

Email.

	1.	2.
Metallkalk (Nr.1)	45	45
gewaschener Quarzsand	45	45
Mennige	2	—
Kochsalz	5	7
Soda von Alicante	3	3
	100	100

Jene Ingredienzien werden vor der Anwendung in dem Brennofen selbst, in einer besonderen, dazu vorhandenen Vertiefung zusammengeschmolzen. Sie bilden so den rohen Email, welcher zuweilen missfarbig, sogar schwärzlich aussieht, sich aber doch auf den Geschirren weiß brennt. Er muss zu diesem Zweck, wie alle eigentlichen Glasuren vorher fein gemahlen werden. Man pflegt diesen Email häufig durch Zusatz von einigen Procenten Antimonoxyd gelb, von Kupferoxyd grün, von Kobaltoxyd blau, von Braunstein violett etc. zu färben.

Eine andere im Handel vorkommende Sorte Fayence hat eine leberbraune, undurchsichtige Glasur von sehr angenehmen Farbenton. Von der Art sind z. B. die bekannten Geschirre, worin die Strafsburger Gänseleberpasteten versendet werden. Dieser braune Email wird in mittleren Zahlen aus:

	1.	2.
Mennige	52	53
Braunstein	7	5
Mehl von rothen Ziegeln	41	42
	100	100

zusammengesetzt.

Nr. 1 ist leichtflüssiger, Nr. 2 strengflüssiger. Diese Ingredienzien werden ohne vorhergegangene Schmelzung einfach mit Wasser gemahlen und aufgetragen, so dass die Emailbildung erst mit dem Einbrennen erfolgt.

7) Das gemeine Töpferzeug. Inso fern diese Gattung die Bestimmung hat, zu Zwecken der Haushaltung und der Kochkunst, insbesondere den unbemittelten, armen Klassen zu dienen, so ist hier die Wohlfeilheit die vornehmste Rücksicht. Dieser Umstand hat zur Folge, dass je nach der Oertlichkeit sehr verschiedene Thonsorten, und zwar vorzugsweise diejenigen gebraucht werden, die nicht mit einer kostspieligen Förderung verknüpft sind: daher die überwiegende Benutzung von Töpferthon und Thonmergel, wo nicht Thone besserer Gattung, wie an manchen Orten, wohlfeil zur Hand sind. Die Thone werden, wenn dies nicht von Natur der Fall ist, mit hinreichend Sand versetzt, um die Schwindung zu vermindern. Durch die Wahl des rohen Materials ist die Masse dieser Geschirre fast immer kalk- und eben so häufig eisenoxydhaltig. Sie ist daher niemals weiß, in wenigen

Fällen blassgelb, in der großen Mehrzahl der Fälle dagegen rostfarbig oder braunroth, also stets missfarbig. Insofern es hier auf das Ansehen und die Farbe nicht ankommt, berücksichtigt man auch die Wohlfeilheit mehr, als die Farbe der Glaser. Die Glaser der gemeinen Töpferwaaren ist nie ein Email, sondern stets durchsichtig und zwar theils zufällig, theils absichtlich gefärbt, je nachdem die Farbe der Grundmasse maskirt werden soll oder nicht. Weil diese Geschirre eben so sehr wegen der Schmelzbarkeit ihrer Masse, als wegen der Verminderung der Productionskosten bei schwachem Feuer gebrannt werden, so muss die Glaser durchaus von entsprechender Leichtflüssigkeit seyn.

Schon seit Jahrhunderten ist bei den Töpfern für diese Zwecke eine Glaser üblich, welche im Wesentlichen ein Thonerde-Bleiglas ist. Sie wird wenigstens bei uns in Deutschland nach herkömmlicher Weise aus Bleiglanz (von den Töpfern »Glasererz« genannt) und Lehm zusammengesetzt. Diese Materialien werden entweder von den Töpfern selbst auf den sog. Glasmöhlen, (einer Art Handmöhlen mit Steinen von ähnlicher Construction, wie die Getreidemöhlen) ohne vorhergegangene Fritung oder Schmelzung fein gemahlen und gemengt, oder schon vollkommen zubereitet aus dem Handel bezogen. Das Verhältniss von Glasererz und Lehm wird je nach den Umständen und Bedürfniss abgeändert, so dass sich schwer etwas Bestimmtes darüber sagen lässt.

Man sieht leicht, dass der Bleiglanz bei dem Einbrennen zuerst durch Röstung zersetzt wird, wobei sich neben Bleioxyd Salze dieses Oxyds mit den Säuren des Schwefels bilden, welche nachher von der Kieselsäure ausgetrieben werden. Eine solche Glaser ist wegen des Eisengehaltes in dem Lehm immer gefärbt. Sie kann annähernd farblos erhalten werden, wenn statt des Lehmes reiner Sand genommen wird. Der Bleiglanz wird häufig, wie es z. B. in Frankreich gebräuchlich ist, durch Mennige oder Bleiglätte ersetzt. Auch pflegt man die Glaseren beider Art, so weit dies wohlfeil geschehen kann, zu färben und zwar: Blau mit Zaffer, Grün mit Kupferasche, Gelb mit rohem Spiesglanz, Roth mit Eisen, Braun und Schwarz mit Braunstein und Eisen in verschiedenen Verhältnissen.

Hier einige Beispiele zu farbigen Glaseren:

Aus der Umgegend von Paris.

	Gelb	Braun	Grün
Mennige	70	64	65
plast. Thon von Venvres .	16	15	16
Quarzsand von Belleville .	14	15	16
Braunstein	—	6	—
Kupferhammerschlag . . .	—	—	3
	100	100	100

Sonstige Vorschriften.

Blau	Grün	Meergrün
12 Pfd. Glätte	9 Pfd. Glätte	12 Pfd. Glätte
9 » Kieselsand	5 » Kieselsand	9 » Kieselsand
4 » Kochsalz	2 » Kochsalz	4½ » Sand
1½ » Smalte	20 Loth Kupferasche	1 » Kupferasche
		½ » Smalte.

Roth	Hellroth	Schwarz
12 Pfd. Glätte	12 Pfd. Glätte	15 Pfd. Glätte
9 " Kieselerde	8 " Sand	10 " Kieselsand
2 " Eisenvitriol	3 " Schwefelantimon	4 " Braunstein
	2 " Eisenvitriol	1/2 " Kupferasche
Gelb	Hochgelb	
12 Pfd. Glätte	10 Pfd. Glätte	12 Pfd. Glätte
6 " Sand	5 1/2 " Sand	9 " Sand
1 1/2 " Schwefelantim.	2 " Schwefelantim.	1 1/2 " Braunstein
	1 " Hammerschlag	8 Loth Kupferasche.

Seit fast 600 Jahren bedient man sich in den Haushaltungen der bleiglasirten Geschirre, ohne dass sich ein bemerkenswerther nachtheiliger Einfluss des Bleies auf die Gesundheit gezeigt hätte, was schwerlich ausgeblieben seyn würde, wenn auf diesem Wege eine Bleivergiftung mehr als ausnahmsweise möglich wäre. Dessen ungeachtet hat man in den letzten Jahren sich vielfach warnend über die Schädlichkeit der Bleiglasuren geäußert und bleifreie Glasuren theils beantragt, theils in Vorschlag gebracht. Die Discussionen über diesen Punkt, welche sowohl mit der Feder, als auch mit dem Experimente geführt wurden, haben nun ergeben, dass eine Glasur an Speisen und Flüssigkeiten nur dann Blei abgibt, wenn sie unvollkommen gebrannt war. Als man bei einem Versuche in den zu probirenden Geschirren längere Zeit hindurch Essig kochte, so fand sich, dass diejenigen, welche von den Töpfern als »hart gebrannt« und »zu hart gebrannt« angesprochen wurden, nicht die leiseste Spur von Blei abgaben. Unter den »gut gebrannten« war dies bei Einigen der Fall, bei Anderen nicht, während der Essig, der in den »schlecht gebrannten« gekocht war, jedesmal einen Bleigehalt zu erkennen gab. Trotzdem, dass das Kochen der sauren Flüssigkeit in diesen Gefäßen viele Stunden gedauert hat, was in der Haushaltung so gut wie nie oder doch nur selten vorkommt, ist die Quantität des aufgenommenen Bleioxyds immer sehr unerheblich gewesen. Außerdem findet die Aufnahme von Blei nur bei dem ersten Gebrauch Statt, denn die pflanzensauren Flüssigkeiten nehmen nur das freie, oder von der Kieselerde schwach gebundene Bleioxyd auf, welches sehr bald erschöpft ist. Bei dem Vorschlage, die bleihaltigen Glasuren durch bleifreie zu ersetzen, hat man zum Theil übersehen, dass letztere an vielen Orten seit langen Jahren wirklich im Gebrauche sind; so an einigen Orten Sachsens, in Bischofswerda, Pulsnitz, Kamens etc., wo man einen leicht schmelzbaren Töpferthon ohne weiteren Zusatz als Glasur anwendet. Ebenso fertigt man nach den Mittheilungen von Hugo Reinsch zu Kirchlamitz in Bayern ein treffliches Töpfergeschirr, dessen Masse sich sehr strengflüssig verhält und Temperaturwechsel so gut, wie die Schmelztiegel, erträgt. Diese Geschirre, womit das nördliche Bayern, die kleinen sächsischen Staaten, Reufs etc. versehen werden, sind mit einer Hohl-ofenschlacke glasirt. Letztere ist theils flaschengrün, durchsichtig, aber voll Luftblasen, theils hell- bis dunkelblau ins Graue gehend. Sie ist härter als Glas, giebt am Stahle Funken, kann aber von Säuren nicht unmittelbar aufgeschlossen werden. Bei der chemischen Zerlegung fand Reinsch:

	Sauerstoff		
Kieselerde . . .	65,00		33,70 der Kieselerde
Kalk	12,35	3,53	} 7,36 der Basen MO
Bittererde . . .	2,56	0,99	
Kali	2,00	0,34	
Eisenoxydul . .	5,00	1,50	} 5,06 der Basen M ₂ O ₃
Thonerde	8,00	3,73	
Manganoxyd . .	4,45	1,33	
	99,36		

was der Formel $4(MO \cdot SiO_3) + M_2O_3 \cdot 3SiO_3$ oder $4(2MO \cdot 3SiO_2) + 2M_2O_3 \cdot 9SiO_2$ entspricht. Diese Glasur erscheint nach dem Einbrennen schön dunkelgelb, hart und frei von Blasen. Die Anwendung solcher Glasuren, wie in den genannten Orten Sachsens und Baierns, beruht auf dem doppelten Zufall, dass dort den Töpfern ein ziemlich strengflüssiger Thon für die Masse zu Gebote steht, und auf der anderen Seite ein Material für die Glasur zur Hand ist, dessen Schmelzbarkeit mit der Beschaffenheit der Masse gerade in richtigem Verhältnisse steht. In der That ist jener Töpferthon und die Hohofenschlacke um ein Namhaftes strengflüssiger, als die gemeine Bleiglasur, und darum für die Mehrzahl der Oertlichkeiten, wo man mit Thonarten von jener Qualität nicht begünstigt ist, unmöglich. Reinsch bemerkt selbst, dass zur Glasur derjenigen Geschirre, welche in die kälteren Theile des Ofens kommen, die Hohofenschlacke mit mehr oder weniger Bleiglasur versetzt wird.

Eine andere Art bleifreier Glasuren, wie die der Gebrüder Hardtmuth in Wien, die von Feilner in Berlin, von Niesmann in Leipzig und Fuchs in München vorgeschlagene, theilen diese Fehler nicht; sie sind im Gegentheil für Geschirrmassen von jedem Grade der Schmelzbarkeit geeignet.

Feilner		Fuchs	
Soda	35	Glas	24 2
Quarzsand . . .	65	gemahlener Quarz . . .	24 2
Niesmann		weißer plast. Thon . . .	2 1
Salpeter	4	Borax	6 —
Potasche	4	Potasche	— 2
Kochsalz	8	Salpeter	— 2
Glas	3	Kochsalz	1 1

Gebr. Hardtmuth

Feldspath . . .	25
Lehm	25
Borax	50
	100

Durch Vermehrung oder Verminderung der alkalischen Bestandtheile dieser Glasuren kann man jene Vorschriften zwar jedem gegebenen Falle anpassen; sie stehen jedoch mit einer anderen nicht minder strengen Anforderung, nämlich mit der Wohltheilheit im Widerspruch. Dasselbe gilt für die von Seibel vorgeschlagene Glasur von Fuchs'schem Wasserglas mit einem Zusatz von Kalk, welches sich außerdem als unzweckmäfsig erwiesen hat. Eine allgemeine Verdrängung der Bleiglasuren ist

also auf der einen Seite weder durch gesundheitspolizeiliche Rücksichten geboten, noch scheint sie auf der anderen Seite wirklich ausführbar zu seyn.

Die Backsteine, Ziegel und Thonplatten, welche die Reihe der Thonwaaren nach unten schliessen, besitzen in der Regel gar keine Glasur. Unter den Backsteinen oder Mauerziegeln bilden die sog. Klinkern die einzige Ausnahme; aber auch bei diesen ist die Glasur nur eine scheinbare und nur das Resultat einer oberflächlichen Verschlackung der Thonmasse selbst. Bei den Dach-Ziegeln dagegen ist in manchen Gegenden, wie in Holland, Frankreich (Dijon, Rheims) etc. eine wahre Glasur üblich, welche dieselbe ist, wie bei dem gemeinen Töpfergeschirr; ebenso bei den Platten aus gebranntem Thon, welche in Frankreich so sehr häufig zum Belegen der Fußböden gebraucht werden.

Das Auftragen der Glasur.

In der bestehenden Praxis der Töpferei giebt es zwei sehr verschiedene Wege, um die Oberfläche einer Thonwaare mit Glasur zu überziehen: 1) den gewöhnlichen, wo die Glasur in Substanz mit allen Ingredienzien aufgetragen und dann aufgebrannt wird; 2) durch Verflüchtigung, wo die Glasur bildenden Bestandtheile der Geschirrmasse erst im Feuer und zwar durch Verdampfung zugeführt werden.

Bei dem gewöhnlichen Verfahren sind wieder zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem die Glasur nass oder trocken aufgetragen wird. In jedem Falle wird vorausgesetzt, dass die Glasur vorher in ein unfehlbar feines, vollkommen homogenes Pulver verwandelt ist. Bei dem nassen Auftragen wird die Glasur nass, d. h. mit Wasser. — bei dem trockenen Auftragen trocken gemahlen.

Da die mit Wasser gemahlene Glasur zwar eine gleichmäßige, aber kurze und wenig bindende Schlempe bildet, und außerdem Vehikel, wie Firnis, Leim oder Gummilösung zu theuer und ungeeignet sind, so sieht man leicht ein, dass eine solche Schlempe nicht wie Oelfarbe mit dem Pinsel aufgetragen werden kann, ohne Unebenheiten und Ungleichmäßigkeit in der Dicke hervorzubringen. In der That sind die beiden in der Praxis üblichen Methoden, nämlich das Glasiren durch Eintauchen und das Glasiren durch Begießen oder Schwenken bei weitem einfacher, leichter auszuführen, zweckentsprechender und weniger Zeit raubend. Die größte Schwierigkeit liegt darin, dass die Glasur an allen Punkten eine Schicht von möglichst gleicher Dicke bildet.

1) Glasiren durch Eintauchen ist die wohl am häufigsten gebrauchte Methode. Sie erheischt denjenigen Grad von Porosität der Geschirrmasse, bei welchem dieselben eine Flüssigkeit mit Begierde einsaugen; zu gleicher Zeit müssen aber die einzelnen Theilchen dieser Masse so viel Zusammenhang besitzen, dass sie von dem Wasser nicht mehr aufgeweicht oder aufgeschlemmt, und folglich die Form und Oberfläche der Waaren dadurch nicht mehr verändert oder zerstört werden. Bekanntlich verliert der Thon durch bloßes Trocknen an der Luft seine Aufschleimbarkeit keineswegs, und erweicht durch Eintauchen in Wasser, wenn auch nicht augenblicklich, doch oberflächlich in kurzer Zeit. Um daher die Thonwaaren in jenen Zustand zu versetzen, welcher den beiden Bedingungen zugleich entspricht, ist es (bis auf wenige Ausnahmen) nothwendig, sie vorher zu brennen. Dieser Brand ist bei porösen Geschirren, die durch Eintauchen glasirt werden, wie die Fayencearten der wirk-

liche Gaarbrand. Unglasirte, gaargebrannte Geschirre der Art heißen „Biscuit“. Diese letztere Benennung, welche wörtlich etwas 2 mal Gebranntes bezeichnet, ist sehr unpassend, weil sich das Biscuit als die einmal gebrannte Waare dadurch von der fertigen Waare unterscheidet, welche 2 Mal gebrannt wird. Das ächte Porzellan wird zum Behuf des Glasirens ausdrücklich einem besonderen schwachen Brand, dem sogen. „Verglühen“ unterworfen. Er reicht eben hin, um der Masse die Erweichbarkeit in Wasser zu benehmen, ist aber unzureichend, den Fluss zu schmelzen, so dass die Waaren stark porös bleiben.

Bei dem Glasiren hat man also auf der einen Seite die verglühten Waaren, auf der anderen Seite die gemahlene Glasur dünnflüssig, etwa wie Kalkmilch, und gleichmäfsig mit Wasser angemacht. Wird ein solches Geschirr in die Glasurbrühe eingetaucht, so wird ein Theil des Wassers rasch von der porösen Masse aufgesaugt, und das in dem aufgesaugten Wasser vertheilt gewesene Glasurmehl wird, wie ein Niederschlag auf dem Filter, auf der Oberfläche zurückbleiben, anhaften, und sich daselbst als eine gleichmäfsige Schicht verdichten. Die saugende Kraft, d. h. die Porosität ist an allen Theilen der Masse gleich; die Gleichheit der Glasurschicht wird mithin nur davon abhängen, dass alle Theile derselben gleich lange in der Glasurbrühe eingetaucht bleiben. Es ist daher unverletzliche Regel, die Waaren so durch die Glasurbrühe durchzunehmen, dass der beim Eintauchen vorangegangene Theil auch beim Herausnehmen vorangeht und umgekehrt. Die Quantität, also die Dicke der abgesetzten Glasurschicht, hängt von der Consistenz der Glasurbrühe und der Zeit des Eintauchens ab. Diese Umstände geben dem Arbeiter nach einiger Uebung das Mittel an die Hand, die Dicke der Glasur auf das Genaueste zu reguliren, nur lässt sich nicht verhindern, dass dieselbe nicht in den einspringenden Winkeln wegen der gröfseren Adhäsion etwas zusammenrinnt.

Die Glasurbrühe hat das Bestreben, sich in der Ruhe abzusetzen. Dies wird zwar bei der Arbeit durch die Bewegung des Eintauchens selbst, aber nicht vollständig genug verhindert. So kann es kommen, dass z. B. von einem Stofse Teller die letzten in einer dünneren Brühe, also schlechter glasirt sind, als die ersteren. Dieser Uebelstand tritt um so leichter ein, je höher die herrschende Temperatur ist. Eine Glasurbrühe, die bei 20° C. 4 $\frac{1}{3}$ Stunden braucht, um sich vollständig abzusetzen, bedarf dazu bei 65° C. nur 3 Stunden; dieselbe Brühe bedurfte, als man dem Wasser $\frac{3}{7}$ Essig zusetzte, 6 Stunden, bei einem Zusatz von $\frac{1}{22}$ arabisches Gummi 8 Stunden. Die Wirkung des Gummi ist leicht zu verstehen, dagegen ist diejenige des Essigs, von welcher man in den Porzellan-Fabriken wirklich Gebrauch macht, einigermaßen räthselhaft. — Bei dem Eintauchen der Waaren bleiben natürlich diejenigen Stellen, an welchen der Arbeiter anfasst, ohne Glasur, und andere, welche davon frei bleiben sollen, wie die Füfse, womit die Waaren aufruben, — weil diese sonst bei dem Brande an der Unterlage festkleben würden — werden damit versehen. Aus diesen Gründen ist jedesmal eine Nachbesserung nothwendig, wobei bald Glasur weggenommen, bald nachgetragen wird, das sog. Retouchiren. Wünscht man aus besonderen Gründen die Glasur an einer Stelle dünner, als an den übrigen, so muss die Stelle vor dem Eintauchen befeuchtet werden. Soll eine Stelle gänzlich von Glasur frei bleiben, so überzieht man dieselbe mit Wachs oder Talg, oder verfährt wie gewöhnlich, und nimmt die Glasur an den be-

treffenden Stellen durch Schaben oder Bürsten weg. Das Nachtragen von Glasur geschieht jedesmal mit dem Pinsel und erfordert Geschicklichkeit.

Durch Eintauchen wird das ächte Porzellan, die feine Fayence und ein großer Theil des gemeinen Töpferzeugs glasirt.

2) Glasiren durch Begießen und Schwenken. Wenn man in dem Fall ist, eine Geschirrmasse glasiren zu müssen, welche keine Porosität mehr besitzt und ihr Absorbionsvermögen bereits eingebüßt hat, so würde die Methode des Eintauchens natürlich nicht mehr fruchten. Man verfährt alsdann gerade so, wie bei denjenigen Waaren, welche noch ungebrannt sind, und bei welchen man befürchten muss, dass sie in einem Ueberschuss von Wasser zu viel aufweichen; man glasirt sie durch Begießen.

Zu dem Ende hat man die Glasurbrühe von viel mehr Consistenz, wenigstens so dick, wie Rahm, in einem besonderen Gefäße zur Hand, und gießt davon in oder auf die zu glasirenden Waaren, indem man sie durch eine besondere, eigenthümliche Bewegung und durch Schwenken überall auszubreiten sucht. Den Rest lässt man ablaufen; dieß muss aber unter einem gewissen Stofs oder Ruck geschehen, damit kein Wulst zurückbleibt. Die Nacharbeiten bleiben natürlich dieselben und werden geradeso ausgeführt, wie in dem vorrigen Falle.

Diese Art zu glasiren ist bei dem gemeinen Töpferzeug und bei manchen Gattungen des gemeinen Steinzeugs die gewöhnliche; sie kommt außerdem auch vor bei dem Fritteporzellan. Bei den zwei erst genannten Arten, besonders dem ordinären Steinzeug, ist die Methode des

3) Glasirens durch Bestäuben nicht minder gebräuchlich. Wenn man nämlich ein zweifaches Brennen als zu kostspielig ungehen will, und doch auf der anderen Seite die bloß getrockneten Geschirre eine Verbiegung oder sonst einen Schaden durch das gewöhnliche Glasiren befürchten lassen, so beutelt oder pudert man über die frisch geformten, noch feuchten Waaren gepulverte Mennige, oder auch gepulverte Glasur; es bleibt alsdann eine Schicht davon auf der feuchten Oberfläche haften, und zwar von ziemlich gleichmäßiger Dicke, wenn man dasjenige entfernt, was nicht wirklich anhaftet und sich in den Vertiefungen oder sonst etwa angehäuft hat. Aus Rücksicht für die Gesundheit der Arbeiter sollte man diesen Weg wo möglich ganz verlassen; denn der in die Lunge eindringende feine Bleistaub ist sehr nachtheilig.

4) Glasiren durch Verflüchtigen. Davon wird in zwei Fällen der Töpferei Anwendung gemacht, nämlich bei einigen Sorten des feinen englischen Steinzeugs und bei dem ordinären Steinzeug aller Nationen. Es geschieht jedoch in beiden Fällen auf ganz verschiedene Weise.

Das englische feine Steinzeug sowohl, wie das ordinäre in allen Ländern erhalten keine so substantiösen Glasuren, wie das Porzellan oder Fayence, sondern nur außerordentlich dünne glasige Ueberzüge. In beiden Fällen wird auch die Glasur nicht, wie oben beschrieben worden, aufgetragen, sie wird vielmehr beim Brande erst erzeugt und in demselben Feuer fertig. Die feinen Steinzeugwaaren, von denen hier die Rede ist, werden nicht im freien Feuer, sondern in Kapseln eingesetzt. Die fragliche Methode des Glasirens besteht nun darin, dass man die innere Fläche dieser Kapseln mit einer Glasur aus:

Kochsalz	67
Potasche	28
Bleioxyd	5
	<hr/>
	100

stark glasirt. Im Verlaufe des Brandes verflüchtigt sich auf der einen Seite ein Theil des Alkalis und Bleies, auf welche auf der anderen Seite die Kieselerde der glühenden Geschirrmasse eine starke Anziehung ausübt. Die Folge ist, dass sich beide zu jener dünnen Glasschicht verbinden. Dieser Prozess heisst in seiner ursprünglichen Heimath, in England »smearing«, und findet im Allgemeinen eine nur beschränkte Anwendung. Die große Dünne des dadurch erzielten Ueberzuges gewährt indessen den Vortheil, dass bei Gegenständen mit Formverzierung, erhabenen Arbeiten u. s. f., die Contur, die Feinheit und Richtigkeit der Zeichnung nicht beeinträchtigt wird, wie es jede dickere Glasur unvermeidlich thut. Man kann daher das smearing als eine Art von Politur betrachten.

Der zweite hierher gehörige Fall ist die in der ganzen Welt und seit alten Zeiten übliche Salzglasur des ordinären Steinzeugs. Bekanntlich werden diese Waaren durchaus ohne Kapsel und offen gebrannt, so dass sie frei vom Feuer getroffen werden. Der Feuersgrad, den diese Geschirre empfangen, ist sehr hoch, und die Glasur findet erst gegen Ende des Brandes Statt, nachdem der Inhalt des Ofens auf das Maximum der Glühhitze gekommen ist, wobei das Feuer, wo nicht gerade unterbrochen, doch sehr mäsig geschürt wird. Ist der Ofen endlich in dem richtigen Stadium und Zustande, so werfen die Arbeiter Kochsalz in seine verschiedenen Zugänge. Bei stehenden Oefen sind dies die Feuerungen allein, bei liegenden Oefen eine Anzahl in dem Gewölbe angebrachter Oeffnungen. Nach dem Einbringen des Kochsalzes werden die Oeffnungen eine Zeit lang geschlossen, worauf dieselbe Operation, also das Einbringen der zweiten Hälfte Kochsalz erfolgt. Da das Kochsalz sich schon in der Rothglühhitze verflüchtigt, so wird das Innere des Ofens alsbald mit dem Dampfe desselben angefüllt, der dann mit der Kieselerde an der Oberfläche der Geschirre in Wechselwirkung tritt. Die Kieselerde zersetzt nämlich das Kochsalz bei Gegenwart von Wasserdampf, welcher in diesem Falle reichlich durch die Verbrennung geliefert wird — in Salzsäure und in Natron, womit sie sich verbindet. Die Glasur, welche sich bildet, ist mithin ein Glas aus Kieselerde, Thonerde und Natron.

Der Einsatz eines Ofens von mittlerer Größe erfordert etwa 80 bis 100 Pfd. Kochsalz; dass davon aber nur ein kleiner Theil wirklich nutzbar wird, beweist schon die große Dünne der Glasur und der Umstand, dass die Salzsäure in der Regel durch den Geruch nicht bemerklich wird, und folglich sehr spärlich auftritt. Es versteht sich von selbst, dass das Salz zu diesem Zwecke nicht rein zu seyn braucht; doch ist es schwer, den Grund anzugeben, warum manche unreine Sorten von den Töpfern vorgezogen werden. Wird nach der beschriebenen Weise verfahren, so ist diese dünne Glasur so gut wie farblos, und die Geschirre erscheinen dann in der natürlichen Farbe ihrer Masse, in einem unreinen, bald bläulichen, bald bräunlichen Grau, bald wirklich braun. Gewisse Steinzeugarten unterscheiden sich durch ihre ungleiche Farbe, welche auf der einen Seite ein dunkler, fast kastanienbrauner Ton ist, auf der entgegengesetzten Seite in ein viel blässer Graubraun übergeht. Diese Färbung ist nicht die natürliche der Thonmasse, sondern eine künstliche,

welche dadurch hervorgebracht wird, dass man unmittelbar nach dem Eintragen des Kochsalzes Birkenrinde in das Feuer wirft, oder ähnliche Stoffe, welche einen starken Rauch entwickeln.

Busson fand durch Analyse in einer Probe von englischem salzglasirten Geschirr:

Kieselerde	. 62
Thonerde	. 24
Kalk	. 2
Eisenoxyd	. 1
Natron	. 8
(Verlust)	. 3
	<hr/> 100

Diese große Quantität Natron kann nicht allein von der Glasur herühren, sie hat vielleicht ihren Grund darin, wenn sie nicht überhaupt auf einem Irrthume beruht, dass viel unzersetztes Kochsalz in die Masse eindringt. Dies beweist wenigstens die bekannte Erfahrung, dass die Geschirre bei zu starker Anwendung von Salz, oder bei zu schwachem Brande, sich nachher mit Auswitterungen von Kochsalz bedecken. —

Noch muss bemerkt werden, dass sich bei dieser Methode die Glasur eben so vollständig im Innern der Gefäße ausbildet, als auf der äußeren Oberfläche.

Das Einbrennen der Glasur.

Im Allgemeinen sind zwei Fälle möglich. Entweder verträgt die Glasur diejenige Temperatur, bei welcher die Masse gaar gebrannt werden muss, oder sie erfordert eine geringere Temperatur. In dem ersten Falle können die Waaren in einem einzigen Brande gaar gebrannt und glasirt werden; im anderen Falle werden sie zuerst gaar gebrannt und in einem besonderen Feuer glasirt. Doch treten, was das erstere betrifft, durch die Umstände Modificationen ein. In einem einzigen Brande werden die meisten Gattungen von feinem und ordinärem Steinzeug und von der ordinären Töpferwaare fertig gemacht. Auch ist dieses, streng genommen, bei dem ächten Porzellan der Fall. Es wird zwar jedes Stück glasirt Porzellan zweimal in den Ofen eingesetzt; aber der erste Einsatz geschieht nur in die oberen Etagen des Porzellanofens, wo die Waaren verhältnissmäßig eine sehr mäßige Hitze empfangen, und zwar lediglich zu dem Zwecke, die Geschirre zum Auftragen der Glasur geschickt zu machen; dies ist das sog. Verglühen. — Bei dem zweiten oder eigentlichen Brande wird zu gleicher Zeit die Masse gaar gebrannt und die Glasur aufgeschmolzen.

Ein zweifacher Brand findet bei dem Fritteporzellan, allen Fayencearten, sowie bei einigen Sorten Steinzeug Statt. Die unglasirten Waaren werden zuerst gaar gebrannt. In diesem Zustande, wo sie Biscuits heißen, und den sie nicht mehr verändern, sind sie porös und vollkommen geschickt, durch den Process des Eintauchens mit Glasur versehen zu werden. Diese Glasur wird in dem zweiten Brande auf die bereits gaare Waare aufgeschmolzen und zwar bei einer viel schwächeren Hitze, als die des Biscuitbrandes. Beide Brände werden sehr häufig in verschiedenen Oefen vorgenommen, geschehen aber noch öfter in einem einzigen Ofen und alsdann in der Weise, dass man die unteren Regionen desselben, wo die Temperatur bis zu 140° Wedgwood geht, zum

Biscuitbrand, die oberen Regionen dagegen, deren Temperatur selten 809 Wedgwood erreicht, zum Glasurbrande benutzt.

Von den Fehlern der Glasur.

Als eine der Grundbedingungen des Gelingens ist bereits oben eine gewisse Affinität zwischen der Geschirrmasse und der Glasur erwähnt worden. Diese Affinität bedingt sowohl das feste Anhaften, als auch die gleichmäßige Ausbreitung der Glasur, und ist für eine und dieselbe Glasur, bei verschiedenen Geschirrmassen sehr ungleich. Man weiß z. B., dass die gute und gleichmäßige Befestigung des Emails bei der ordinären Fayence bestimmt durch die Gegenwart des Kalks in der Masse bedingt ist. Ist dieser Grad von Affinität nicht vorhanden, so zieht sich die Glasur, anstatt sich auszubreiten, an einzelnen Stellen zusammen und bildet flache Tropfen und Unebenheiten. Findet das Gegentheil statt, ist die Affinität zu groß, so wird besonders bei etwas starkem Feuer die Glasur von der Masse eingesaugt. Sie verschwindet alsdann beinahe völlig von der Oberfläche, welche dadurch rau und gleichsam trocken erscheint, statt eben zu spiegeln.

Eine zweite Bedingung ist die, dass der Schmelzbarkeitsgrad der Glasur der Beschaffenheit der Masse richtig angepasst und der geeignete Feuersgrad beim Einbrennen getroffen wird. Ist die Glasur, wie man sagt, zu hart, d. h. strengflüssig, so breitet sie sich nicht gehörig aus, erhält keinen, oder nur mangelhaften Glanz und bedeckt sich mit zahlreichen kleinen Löchern oder Poren. Sie gleicht alsdann im Ansehen den Eierschalen. Derselbe Fehler entsteht durch zu schwaches Feuer.

Zu starkes Feuer oder zu große Weichheit der Glasur bewirkt, dass dieselbe entweder abfließt, oder eingesaugt wird.

Die dritte Bedingung, nämlich eine gleiche Ausdehnungsfähigkeit der Masse und der Glasur ist ebenfalls zu Eingang dieses Artikels besprochen worden. Durch den Mangel einer derartigen Uebereinstimmung entstehen die sog. Haarrisse, und wenn sie größer ist, Abschuppen und Losspringen der Glasur.

Zuweilen bewirkt die Neigung des Alkalis und des Bleis, sich zu verflüchtigen, und die Neigung der Thonmassen in der Umgebung, z. B. der Kapselwände, solche Dämpfe aufzunehmen, ein Misslingen der Glasur, dessen Folgen dieselben sind, wie die des Aufsaugens. Um diesem Uebel zu begegnen, ist es öfter nöthig, die Kapseln von Innen zu glaziren.

Bei dem starken Zuge der Töpferöfen wird der größte Theil der Asche und andere Unreinigkeiten aus dem Feuerbeerd mit fortgerissen. Bei ordinären Waaren nimmt man darauf keine Rücksicht, um so weniger, als sie meistens gefärbt sind. Hingegen bei den edleren Waaren und besonders bei den weißen, wie bei dem Porzellan, Fayence etc. ist dieser Umstand durchaus Gefahr bringend, am meisten beim Steinkohlenfeuer; wenn nämlich die Glasur im Schmelzen ist, so kleben die angefliegenen Unreinigkeiten an der Oberfläche fest und bilden schmutzige Punkte und Erhöhungen. Aus diesem Grunde ist es so sehr nothwendig, die Waaren beim Brennen in besondere Thongefäße oder Kapseln einzuschließen.

Eine eigenthümliche Erscheinung, welche hierher zu gehören scheint, deren Ursache man aber bis jetzt nicht erklären kann, ist die punktirte Beschaffenheit der Glasur. Dieser Fehler ist nicht häufig, aber bis jetzt

bei Glasuren aller Art, bleibaltigen und bleifreien, beobachtet worden. Die Glasur erscheint alsdann mit einer Menge zahlloser schwarzer Punkte bedeckt. Es ist sogar vorgekommen, dass eine wohlgelungene fertig gebrannte Glasur in diesen Fehler erst beim Einbrennen von Farben in der Muffel verfiel. Dagegen ist es aber auch vorgekommen, dass er durch einen zweiten Brand verschwindet.

Bei heftigem Feuer kann es sich ereignen, dass in Folge einer chemischen Einwirkung der Glasur auf die Masse eine Gasentwicklung Platz greift, und die erstere blasig ausfällt. K.

Glasererz s. Alquifoux. Bd. I. S. 269.

Glauberit s. Brogniartit. Bd. I. S. 958.

Glaubersalz s. schwefelsaures Natron.

Glaucen nennt Völkel den weifsgrauen Körper, welcher beim Erhitzen des Schwefelcyanammoniums oder des Melamins bis 310°—320°C. unter Ammoniakentwicklung gebildet wird. Derselbe hat nach ihm die Formel: C_4N_3H , und unterscheidet sich vom Melamin durch 1 Aeq. Ammoniak, welches er weniger enthält. In höherer Temperatur wird daz Glaucen zerstört, indem es in die gasförmigen Producte Cyan, Cyanwasserstoffsäure und Stickstoff zerfällt. Siehe Ammoniumsulphocyanür im Supplement. H. K.

Glaucin. Eine organische Basis, welche sich in dem Kraute von *Glaucium luteum*, einer zu den Papaveraceen gehörigen Pflanze findet. Ihre Zusammensetzung ist noch nicht ermittelt.

Man presst dies Kraut, von Wurzeln und Blumen wohl gesondert, aus und fällt den Saft mit essigsauerm Blei. Man entfernt darauf den Ueberschuss des Bleies mit Schwefelwasserstoff, filtrirt, neutralisirt die Flüssigkeit und schlägt mit Eichenrindendecoct nieder. Der gewaschene und noch feuchte Niederschlag wird in gelinder Wärme mit Kalkhydrat und Alkohol behandelt. Aus der alkoholischen Lösung entfernt man den Kalk durch Kohlensäure und lässt verdunsten. Der Rückstand wird durch ein wenig Wasser von einer braunfärbenden Substanz befreit und aus heissem Wasser umkrystallisirt. Die Reinigung gelingt auch durch Fällen der Auflösung mit Bleizucker im Ueberschuss, Fällen mit Schwefelwasserstoff und Digeriren der Flüssigkeit mit dem Schwefelblei. Letzteres zieht man mit heissem Wasser aus und schlägt aus der Lösung das Glaucin mit Ammoniak nieder.

Aus der wässerigen Auflösung scheidet sich das Glaucin bei freiwilliger Verdunstung in weissen, perlmutterglänzenden, schuppigen Krystallen ab. Von Thierkohle wird es aus der Auflösung niedergeschlagen, weshalb man diese nicht zu seiner Reinigung anwenden kann. Aus Aether erhält man es als terpeninartige Masse, ebenso durch Fällen seiner Salze mit Ammoniak, wobei es erst flockig ist, sich nachher zusammenballt, braun und dem Jalappenharz ähnlich wird. Es schmilzt schon unter dem Siedpunkte des Wassers wie Oel; in höherer Temperatur wird es ohne vorhergehende Sublimation zerstört. Es schmeckt bitter, sehr scharf, reagirt deutlich alkalisch, wird im Sonnenlichte röthlich. Mit Säuren bildet es neutrale, brennend scharfe, weisse Salze. In warmer Chlorwasserstoffsäure löst es sich auf, beim Erkalten erstarrt die Auflösung butterartig, unter der Loupe glänzende Nadeln

zeigend. Diese lassen sich durch Pressen zwischen Leinwand von einem rothfärbenden Stoffe reinigen.

Die mit stark verdünnter Schwefelsäure bereitete Lösung des Glaucins schieft beim freiwilligen Verdunsten in glänzenden Krystallen an, die man durch Abspülen mit ein wenig Aether und Alkohol von überschüssiger Schwefelsäure und einer rothen Substanz reinigt. Concentrirte Säure färbt das Glaucin in der Hitze ohne Entwicklung von schwefliger Säure schön indigviolet. Dieser blaue Körper ist in Wasser mit pfirsichrother Farbe löslich (Probst). Wp.

Glauciumsäure, identisch mit Fumarsäure, findet sich in dem Kraute von *Glaucium luteum*. Aus dem ausgepressten Saft schlägt man das Glaucin mit Ammoniak nieder, neutralisirt mit Salpetersäure und fällt nun mit salpetersaurem Blei. Aus dem Niederschlage wird die Säure mit Schwefelwasserstoff abgeschieden. Fällt man mit basisch-essigsäurem Blei, so fällt mit der Säure auch Gummi und eine braune humusartige Substanz nieder (Probst). Wp.

Glaucomelansäure, Zersetzungsproduct der Ellagsäure (s. d.), von Wöhler und Merklein entdeckt; sie bildet sich, wenn man eine Auflösung der letzteren in nicht zu starker Kalilauge der Luft aussetzt. Sie wird dabei allmählich fast blutroth, dann wieder heller und auf der Oberfläche bilden sich sehr feine, fast schwarze Krystalle von glaucomelansaurem Kali, welche zu Boden fallen. Bei längerer Berührung mit der Luft scheiden sich durch die Einwirkung der Kohlensäure auch Krystalle von ellagsaurem Kali ab. Jenes schwarze Krystallpulver wäscht man auf dem Filter zuerst mit etwas Kalilauge, dann mit kaltem Wasser aus; von heißem Wasser wird es in Menge aufgelöst, zugleich aber auch ganz zersetzt, denn man erhält beim Erkalten statt dessen ellagsaures Kali. Ebenso scheidet Salzsäure beim Erwärmen reine Ellagsäure daraus ab. In Alkohol ist es unlöslich. Beim Erhitzen in einer Glasröhre giebt es Wasser und verkohlt sich, ohne im Mindesten empyreumatisches Producte zu entwickeln. Es enthält 16,72—16,96 Proc. Wasser, vielleicht noch etwas mehr, da es schon bei gewöhnlicher Temperatur anfängt, Wasser zu verlieren.

Das bei 120° C. getrocknete Salz hat die Zusammensetzung: $\text{KO} \cdot \text{C}_{12}\text{H}_2\text{O}_6$. Vergleicht man diese Formel mit der der Ellagsäure $= \text{C}_{14}\text{H}_2\text{O}_7$, so ergibt sich, dass bei der Bildung von Glaucomelansäure eine gewisse Menge Kohlenstoff durch den Sauerstoff der Luft muss weggenommen seyn. In welcher Verbindung derselbe austritt, ob als Kohlensäure, Oxalsäure oder in einer andern organischen Säure, liefs sich nicht ermitteln, eben so wenig, wie die Glaucomelansäure beim Erhitzen mit Salzsäure oder Wasser wieder in Ellagsäure zurückgeht.

Für die Bildung des schwarzen Salzes scheint es nöthig, dass die Kalilauge weder zu stark noch zu schwach ist, wenigstens erleidet es in beiden Fällen eine weitere Veränderung, wobei die Ellagsäure so ganz verschwindet, dass sie nachher weder durch Kohlensäure noch Salzsäure abgeschieden werden kann. In der braunen alkalischen Lösung findet sich nun Kohlensäure, Oxalsäure und eine andere Säure, die sich nach Neutralisation mit Essigsäure, und Entfernung der Oxalsäure durch ein Kalksalz, mit essigsäurem Blei niederschlagen lässt. — Die Darstellung der Glaucomelansäure gelingt nicht besser (als an der Luft) bei Anwendung

von reinem Sauerstoff, von Chlor, Jod, Jodsäure, Stickoxydgas, dagegen bildet sie sich leicht, wenn man ellagsaures Kali mit unterchlorigsaurem Kali übergießt, ist aber dann nicht krystallinisch und ausnehmend veränderlich. Wp.

Glaucopierin, eine organische Base von unbekannter Zusammensetzung, welche sich nebst einer anderen, dem Chelerythrin, das auch in *Chelidonium majus* enthalten ist, in der Wurzel, nicht aber im Kraute von *Glaucium luteum* findet.

Man zieht das Wurzelpulver in der Realschen Presse mit essigsäurem Wasser aus und fällt mit Ammoniak im Ueberschuss zuvörderst das Chelerythrin. Die alkalische Flüssigkeit wird wieder mit Essigsäure neutralisirt und darauf ein Eichenrindendecoct zugesetzt. Den erhaltenen Niederschlag behandelt man mit Kalkhydrat und Alkohol, entfernt den mit aufgenommenen Kalk durch Kohlensäure, verdunstet, zieht mit Aether aus, lässt wieder verdunsten und behandelt den Rückstand mit wenig Aether. Es bleibt reines Glaucopierin zurück, welches aus Wasser unkrystallisirt wird.

Das Glaucopierin bildet weiße körnige Krystalle und ist löslich in Aether, noch leichter in Alkohol und in heißem Wasser. Die wässerige Auflösung reagirt alkalisch, schmeckt bitter und wird durch Thierkohle niedergeschlagen. Die Säuren werden vollkommen davon neutralisirt und geben damit weiße Salze von sehr bitterem, Ekel erregendem Geschmack. Charakteristisch ist das Verhalten des Glaucopierins zu überschüssiger Schwefelsäure. Erhitzt man es damit, bis die Schwefelsäure anfängt zu dampfen, so verwandelt es sich, ohne dass schweflige Säure entsteht, in eine dunkelgrüne, zähe Masse, die weder in Wasser, noch in Säuren und Ammoniak löslich ist (Probst). Wp.

Glaucotin Dieser Stoff scheint nichts anderes, als ein Zeretzungsproduct des in der Wurzel von *Glaucium luteum* und im Schöllkraut enthaltenen Chelerythrins zu seyn. Wenn man die Lösung des zuvor durch Auflösen in Aether und absolutem Alkohol von anderen Beimengungen gereinigten Chelerythrins in Aether, mit concentrirter Salzsäure mischt, so fällt salzsaures Chelerythrin nieder und die überstehende Flüssigkeit giebt dann mit Ammoniak einen röthbraunen Niederschlag. Dieser ist das Glaucotin. Es löst sich in Alkohol mit blau-rother, in Säuren mit grasgrüner Farbe. Letztere werden davon neutralisirt. Durch die grüne Farbe unterscheidet sich das Glaucotin von der unter ähnlichen Umständen aus dem Glaucin entstehenden blauen Substanz (Probst). Wp.

Glaukolith von *γλαυκος*, blau, und *λίθος*, Stein). Die von Bergemann¹⁾ ermittelte Zusammensetzung dieses Minerals kommt der des Skapolith von Malsjö in Schweden äußerst nahe, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

¹⁾ Pogg. Ann. Bd. IX. S. 267.

	Glaukolit n. Bergemann.	Skapolith von Malsjön. Wolff.
Kieselerde . . .	50,58 . . .	49,88 . . .
Thonerde . . .	27,60 . . .	27,02 . . .
Kalkerde . . .	10,27 . . .	12,71 . . .
Talkerde . . .	3,73 . . .	0,85 . . .
Kali . . .	1,27 . . .	0,87 . . .
Natron . . .	2,97 . . .	7,59 . . .
Eisenoxydul . .	0,10 . . .	Eisenoxyd: 0,21 . . .
Manganoxydul .	0,78 . . .	— . . .
Wasser . . .	1,73 . . .	0,77 . . .
	99,03	99,90

Den Glaukolith zum Labrador zu rechnen, wie man vorgeschlagen hat, dürfte daher chemischerseits nicht begründet seyn. Aus Bergemanns Analyse ergibt sich das Sauerstoff-Verhältniss:

	SiO ₃	Al ₂ O ₃	(RO)
	26,26	12,89	6,10
also sehr nahe =	26	13	6,5
=	4	2	1

welches zur Formel $3(\text{RO}) \cdot 2\text{SiO}_3 + 2(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_3)$ führt. Hiernach ist also der Glaukolith ein Skapolith, ausgezeichnet durch einen höheren Gehalt an basischem Wasser und Talkerde, so wie durch einen niederen Gehalt an Natron. Das specif. Gew. des Glaukolith ist = 2,7—2,9 (das der Skapolithe = 2,6—2,8); auch seine Härte stimmt mit der des Skapolith vollkommen überein. — Findet sich am Baikalsee in Sibirien, woselbst er, mit Quarz und Glimmer, Gänge (?) im Granit bildet

Th. S.

Gliadin s. Kleber.

Glimmer (Mica). Die zur Gruppe des Glimmers gehörigen Mineralien sind Silikate, charakterisirt durch 1) ihre 6seitig säulenförmigen Krystalle, mit Winkeln von entweder genau 120° und rechtwinkliger Basis (hexagonaler Glimmer), oder von annähernd 120° und geneigter Basis (klinorhombischer Glimmer), 2) höchst vollkommene basische Spaltbarkeit, verbunden mit elastischer Biegsamkeit der Spaltungslamellen, 3) fast stetes Auftreten von Fluormetallen unter ihren Bestandtheilen. Die zahlreichen Analysen von Glimmern verschiedener Fundorte und Zusammensetzung, welche besonders von H. Rose, Turner, v. Kobell, Svanberg und Regnault angestellt worden sind¹⁾, haben zu dem Resultate geführt, dass sich die Zusammensetzung der Glimmer nur unter folgenden Annahmen durch chemische Formeln ausdrücken lässt: 1) dass die in den Glimmern auftretenden

¹⁾ Die Resultate dieser Analysen findet man in Rammelsberg's Handwörterbuch des chem. Th. d. Min. Ueber einige der Svanberg'schen Analysen, welche nicht in dem genannten Werke angeführt sind, ist das Nähere in Berzelius Jahresbericht, Bd. XX. S. 234 und in K. Vetensk. Acad. Handl. 1839. S. 155 nachzusehen. Ganz in neuerer Zeit haben Meitzendorff, Brömmeis, Rosales, Stein, Chodnew, Varrentrapp und Lohmeyer einige Glimmerarten analysirt. Das Ergebnis ihrer Untersuchungen hat Rammelsberg in den Supplementen (1, 2 und 3) seines Handwörterbuchs mitgetheilt.

kleineren oder größeren Quantitäten von CaFl, MgFl, LiFl, KFl — so wie in einigen Fällen auch von CaCl u. s. w. — entsprechende Mengen von CaO, MgO, LiO, KO isomorph ersetzen, und 2) dass das darin ebenfalls in variablen Quantitäten auftretende Wasser entsprechende Mengen von MgO, FeO, MnO, CaO u. s. w. polymer-isomorph vertrete (s. Isomorphie, polymere). Wird die Zusammensetzung der Glimmer aus diesen Gesichtspunkten betrachtet, so führen die zuverlässigsten der betreffenden Analysen ¹⁾ zu Formeln, welche in der folgenden Uebersicht zusammengestellt sind. In einer besonderen Rubrik ist hierbei zugleich die Krystallform jeder Glimmerart, so wie in einer anderen das optische Verhalten derselben (in Bezug auf optische Ein- oder Zweiachsigkeit) angegeben; es muss jedoch bemerkt werden, dass diese Angaben wohl nicht alle als zuverlässige zu betrachten seyn dürften.

	Chemische Formel.	Krystallform.	Optisches Verhalten.
I.			
1) Glimm. v. Iviken (Svanberg) (RO) = MgO, KO, CaFl, HO.	(RO) . 2SiO ₃ + R ₂ O ₃ . 3SiO ₃	klinorh.	2axig
2) Glimm. v. Brättstad (derselbe) (RO) = KO, MgO, MgFl, HO.	(RO) . SiO ₃ + 2(R ₂ O ₃ . 2SiO ₃)	klinorh.	2axig
3) Glimm. v. Broddbo (derselbe), v. Utön, v. Kimito, v. Fahlun und v. Ochotzk (H. Rose) (RO) = KO, KFl, HO.	(RO) . SiO ₃ + 2(R ₂ O ₃ . SiO ₃)	klinorh.	2axig
4) Lithionglimm. v. Chursdorf (C. Gmelin), v. Utön, v. Ural, v. Cornwall (Turner), v. unbekanntem Fundorte (Regnault), v. Mursinsk (Rosales) RO = K, Li, Na, theils als Oxyde, theils als Fl und Cl Metalle.	RO . SiO ₃ + R ₂ O ₃ . SiO ₃	klinorh.	2axig
5) Lithionglimm. v. Zinnwald (Loh- meyer) RO = K, Li, Na, vielleicht nur als Fl und Cl Metalle.	RO . SiO ₃ + 2(R ₂ O ₃ . SiO ₃)	klinorh.	2axig
II.			
6) Lepidolith v. Rozena (C. Gmelin) RO = K, Li (theils als Oxyde, theils als Fl Metalle) und HO.	3(RO) . 2SiO ₃ + 4(Al ₂ O ₃ . SiO ₃)	klinorh.	2axig

¹⁾ Bei einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von Glimmeranalysen wurde das Ge-

	Chemische Formel.	Krystallform.	Optisches Verhältn.
III.			
7) Glimm. v. Rosendal (Svanberg) (RO) = FeO, MgO, KO, CaO, MnO, Ca Fl, HO.	$2(2[\text{RO}].\text{SiO}_3) + \text{Al}_2\text{O}_3.\text{SiO}_3$	hexag.	1axig
8) Glimm. v. Pargas (derselbe) . (RO) = MgO, KO, MnO, CaO, Ca Fl, HO.	$3(2[\text{RO}].\text{SiO}_3) + 4(\text{R}_2\text{O}_3.\text{SiO}_3)$	hexag. ?	1axig?
IV.			
9) Glimm. v. Monroe, v. Miask, v. Karosulik, v. Bodenmais (v. Kobell) (RO) = MgO, FeO, KO, Mg Fl, HO.	$3(\text{RO}).\text{SiO}_3 + \text{R}_2\text{O}_3.\text{SiO}_3$	hexag.	1axig
10) Glimm. v. Vesuv (Chodnew) RO = MgO, KO, CaO.	$3\text{RO}.\text{SiO}_3 + \text{R}_2\text{O}_3.\text{SiO}_3$	klinorh.	?
11) Glimm. v. Baikalsee (H. Rose) RO = MgO, KO.	Dieselbe Formel.	?	2ax. ¹⁾
12) Glimm. v. Abborforfs (Svanberg) (RO) = KO, MgO, MnO, FeO, CaO, Ca Fl, HO.	$3(\text{RO}).\text{SiO}_3 + 4(\text{R}_2\text{O}_3.\text{SiO}_3)$	klinorh.	2axig
13) Glimm. v. Sala (derselbe) . (RO) = MgO, FeO, KO, MnO, Ca Fl, HO.	$2(3[\text{RO}].\text{SiO}_3) + \text{R}_2\text{O}_3.\text{SiO}_3$	hexag.	1axig
14) Glimm. von Jefferson-County (Meitzendorff) (RO) = MgO, KO, Mg Fl HO.	$3(3[\text{RO}].\text{SiO}_3) + 2(\text{R}_2\text{O}_3.\text{SiO}_3)$	klinorh.	2ax. ²⁾

Aus der näheren Betrachtung dieser Zusammenstellung ergeben sich zwischen Krystallform und optischem Verhalten einerseits, und chemischer Formel andererseits, folgende Beziehungen.

Die Krystallform und das optische Verhalten eines Glimmers scheinen hauptsächlich von der Beschaffenheit des ersten — die 1- und 1atomigen Basen enthaltenden — Gliedes seiner chemischen Formel bedingt zu werden, und zwar auf folgende Weise:

wichtsverhältniss von Fe_2O_3 zu FeO — in einigen Fällen auch von Mn_2O_3 zu MnO — nicht ermittelt.

¹⁾ Nach Poggendorff's Untersuchung.

²⁾ Nach Dove.

- 1) Ist dieses Formelglied ein Doppel-, Einfach- oder Zweidrittel-Silikat (I und II), so ist der betreffende Glimmer klinorhombisch und optisch 2axig.
- 2) Ist dasselbe dagegen ein Halb- oder Drittel-Silikat (III und IV), so ist ein solcher Glimmer hexagonal und optisch 1axig, oder klinorhombisch und optisch 2axig. Die Umstände, von denen dies abhängt, treten nach den bis jetzt hierüber vorhandenen und zum Theil unsicheren Daten nicht deutlich hervor; doch hat es den Anschein, als ob ein relativ beträchtlicher Kaligehalt auf klinorhombische Krystallform und optische Zweiaxigkeit hinwirke. —

Der Chemiker ist geneigt, den Grund jeder Eigenthümlichkeit im Habitus eines Minerals in der Zusammensetzung desselben zu suchen. Welchem Umstande letzterer Art wäre nun wohl die so überaus vollkommene basische Spaltbarkeit des Glimmers zuzuschreiben? Auf den ersten Blick kann es scheinen, als spielten möglicherweise die Fluormetalle hierbei eine Rolle; allein es giebt auch Glimmer, in welchen man kaum mehr als Spuren davon aufgefunden hat, und der Glimmer vom Vesuv enthält, nach Chodnew, durchaus kein Fluor. Derselbe besteht nämlich aus:

Kieselerde	40,91	} = 3	{	$\left. \begin{array}{l} \text{MgO} \\ \text{KO} \\ \text{FeO} \\ \text{CaO} \end{array} \right\} \text{SiO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{MgO} \\ \text{KO} \\ \text{FeO} \\ \text{CaO} \end{array}} \right\} \text{SiO}_3$
Thonerde	17,79			
Eisenoxyd (und Eisenoxydul)	11,02			
Talkerde	19,04			
Kalkerde	0,30			
Kali	9,96			
	99,02			

Diese Zusammensetzung weicht in mancher Beziehung nicht sehr von der des schwarzen Talkgranates von Arendal ab, welchen Trolle-Wachtmeister zusammengesetzt fand, wie folgt:

Kieselerde	42,45	} = 3	{	$\left. \begin{array}{l} \text{MgO} \\ \text{FeO} \\ \text{CaO} \\ \text{MnO} \end{array} \right\} \text{SiO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_3$
Thonerde	22,47			
Talkerde	13,43			
Kalkerde	6,53			
Eisenoxydul	9,29			
Manganoxydul	6,27			
	100,44			

Beide Mineralien besitzen also Formeln mit vollkommen gleichen stöchiometrischen Verhältnissen, und der wesentliche chemische Unterschied zwischen ihnen scheint nur darin zu bestehen, dass unter den 1- und 1atomigen Basen im Glimmer Kali, im Granat dagegen Kalkerde auftritt. Das Kali ist der Granat-Gruppe eben so fremd, wie die Kalkerde der Glimmer-Gruppe. Es hat jedoch wenig Wahrscheinlichkeit, dass der so sehr verschiedene morphologische Habitus jener beiden Species (Talkgranat und Glimmer mit Granatformel) einzig und allein in einem Unterschiede dieser Art begründet sey; und dies um so weniger, als Kali und Kalkerde bekanntlich in mehreren Mineralien für isomorph angesehen werden müssen.

Die Aufschliessbarkeit der verschiedenen Glimmerarten durch Säuren richtet sich hauptsächlich nach ihrem Kieselerdegehalte. Die zweiaxigen (nicht lithionhaltigen) Glimmer werden weder durch Salzsäure

noch Schwefelsäure aufgeschlossen, die Lithionglimmer und der Lepidolith werden nur unvollkommen dadurch zerlegt. Auch die 2axigen Glimmer lassen sich gewöhnlich nicht vollkommen durch Salzsäure zerlegen, wohl aber durch Schwefelsäure. Vor dem Löthrohre verlieren die fluorhaltigen Glimmer ihren halbmattigen Glanz, blähen sich mehr oder weniger auf und werden farblos und perlmutterglänzend; die stark alkalihaltigen schmelzen zu einer Perle. In einem Kolben erhitzt geben sie mehr oder weniger Wasser, welches durch einen Flusssäuregehalt sauer reagirt. Die lithionhaltigen Glimmer färben die Spitze der Löthrohrflamme purpurroth, wenn dies nicht durch zugleich vorhandenen beträchtlichen Natrongehalt verhindert wird.

Die 2axigen (klinorhombischen) Glimmer der Abtheilungen I und II sind die verbreitetsten. Sie bilden einen wesentlichen Gemengtheil des Granites, Gneuses, Glimmerschiefers u. s. w. und werden überhaupt in Gesteinen angetroffen, welche ausgeschiedenen Quarz enthalten. Dies steht mit ihrer chemischen Zusammensetzung — als höhere Silikate von RO in sich schließend — in Harmonie. Die lithionhaltigen Glimmer sind die selteneren unter den 2axigen; Lepidolith wird nur an wenigen Orten angetroffen. Die Glimmer der Abtheilungen III und IV, die kieselerdeärmeren, scheinen hauptsächlich nur in quarzarmen und quarzleeren krystallinischen Gesteinen vorzukommen. *Th. S.*

Glimmerschiefer (Micaschiste — Mica slate). Eine aus Glimmer und Quarz bestehende Gebirgsart, deren schiefrige Structur von der parallelen Anordnung der Blättchen und Lagen des Glimmers herrührt. Der Quarz ist gewöhnlich bloß in sehr untergeordneter Menge darin vorhanden, und nur selten trifft man Glimmerschiefer, dessen Hauptmasse aus Quarz besteht. Unter den accessorischen Gemengtheilen dieser Gebirgsart macht sich besonders Granat geltend; derselbe kommt so häufig und in solcher Verbreitung in dem Glimmerschiefer mancher Distrikte vor, dass es nicht unpassend seyn würde, den granatführenden Glimmerschiefer als eine eigene Gebirgsart zu betrachten. Andere accessorische Gemengtheile sind: Feldspath, Hornblende, Turmalin, Staurolith, Talk, Graphit, Cyanit, Andalusit u. s. w. Zwischen dem feldspathführenden Glimmerschiefer und dem Gneus lässt sich keine scharfe Grenze ziehen. — Der Glimmer des Glimmerschiefer dürfte wohl in den meisten Fällen optisch 2axiger (klinorhombischer) seyn, da es wahrscheinlich ist, dass bei einem großen Ueberschuss an freier Kieselerde vorzugsweise höhere Silikatstufen gebildet worden sind (s. Glimmer). Allerdings ist der den Glimmerschiefer so häufig begleitende Granat ein Drittel-Silikat, allein wir kennen kein Mineral, welches sich als ein Granat mit höherem Kieselerdegehalte betrachten ließe. — Die Geognosten der älteren Zeit (die Neptunisten) sahen die Parallelstruktur des Glimmers als eine Folge mechanischen Absatzes an; jetzt wird sie wohl ziemlich allgemein anderen, tiefer liegenden Ursachen zugeschrieben. Welche aber diese Ursachen seyen, darüber ist man noch wenig im Klaren. — Der Glimmerschiefer kommt in sehr vielen Gegenden vor und bildet nicht selten Uebergänge in Gneus, Talkschiefer und Hornblendeschiefer. *Th. S.*

Globuli martialis s. Eisenweinstein. Bd. II. S. 796.

Globulin s. Blut. Bd. I. S. 883.

Glockengut (Glockenmetall) nennt man die bronceartige Legirung, aus welcher die Glocken (der Kirchthürme, Uhren u. s. w.) gegossen werden. Gewöhnlich besteht dieselbe aus 100 Thln. Kupfer und 33—60 Thln. Zinn. Die Gongs und Tamtams der Chinesen sollen auf 100 Thle. Kupfer nur 25 Thle. Zinn enthalten, welcher Legirung — wenigstens bei einer gewissen Behandlung — man einen gröfseren Wohlklang zuschreibt. In den Glocken der in Paris verfertigten Wanduhren fand Berthier 72,00 Kupfer, 26,56 Zinn und 1,44 Eisen. Ob letzteres absichtlich in die Legirung gebracht oder nur zufällig (als Verunreinigung der anderen beiden Metalle) darin enthalten ist, bleibt dahingestellt; jedoch ist es wahrscheinlich, dass diese auf Sprödigkeit hinwirkende Beimischung den Glocken einen schärferen Klang erteilt. Dass dies durch eine kleine Beimischung von Zink erreicht wird, ist ausgemacht. Die Glocken der kleinen Uhren (Repetiruhren u. s. w.) sind daher gewöhnlich zinkhaltig.

Manche ältere Glocken werden als silberhaltig bezeichnet, und die Chroniken weisen nach, dass beim Gusse die frommen Einwohner das Silber selbst oft in Masse in den Heerd geworfen haben. Die Oeffnung dieses Heerdes führte jedoch ohne Zweifel nicht zu dem schmelzenden Glockenmetall, denn bei der Untersuchung der als Silberglocken bekannten war es nicht möglich, Silber anzutreffen. Girardin untersuchte eine Glocke in Rouen, deren schöner Ton von ihrem hohen Silbergehalt herrühren sollte; er fand 72 Kupfer, 26 Zinn, 1,80 Zink, 1,20 Blei. Die Leichtflüssigkeit dieser Legirung erlaubt scharfen Abguss von Inschriften und Zierrathen. Die Form braucht nicht ganz vollkommen ausgetrocknet zu seyn; der Guss wird dadurch nicht gefahrvoll. Vergl. Bronze, Geschützmetall. *Md.*

Glottalith (von Glotta, dem alten Namen des Flusses Clyde in Schottland und $\mu\theta\omicron\gamma$, Stein) hat Thomson ein in der Nähe jenes Flusses vorkommendes zeolithartiges Mineral genannt, dessen Zusammensetzung annähernd durch die Formel $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_3 + 9\text{HO}$ ausgedrückt wird. Es krystallisirt in regulären Oktaedern, an denen zuweilen Würfelflächen auftreten. Es ist farblos, stark durchscheinend und glasglänzend. Härte zwischen Kalkspath und Flussspath. Spec. Gew. = 2,18. Vor dem Löthrobre bläht es sich auf, schmilzt und verhält sich überhaupt wie ein Zeolith. Es fragt sich, ob nicht bei der Analyse desselben ein Gehalt an Alkali übersehen worden ist.

Th. S.

Glucinsäure, *acide glucique*, Kalizuckersäure. Formel der Säure in ihren Salzen: $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_5$ (Peligot, Mulder.)

Die Glucinsäure ist ein Zersetzungsproduct des Zuckers und bildet sich namentlich aus Traubenzucker, wenn man denselben der Einwirkung starker Basen aussetzt. 2 At. Traubenzucker = $\text{C}_{24}\text{H}_{24}\text{O}_{24}$ setzen sich dabei um in 3 At. Glucinsäure und 9 At. Wasser. Sie wurde auf diese Art zuerst von Persoz, durch Erhitzen des Traubenzuckers mit Barythydrat, dargestellt. Peligot erzeugte sie später durch Behandlung des Traubenzuckers mit Kalk, und nannte sie *acide kalisaccharique*. Mulder fand darauf, dass dieselbe Säure, welcher er den Namen Glucinsäure gab, sich auch bildet, wenn man Rohrzucker in der Wärme der Einwirkung einer verdünnten Säure aussetzt. Letztere wirkt dabei durch sogenannte Katalyse, und scheint den Rohrzucker zunächst in unkrystalli-

sirbaren Zucker (Fruchtzucker) umzuwandeln, welcher dann in Glucinsäure und Wasser zerfällt. Neben Glucinsäure entsteht in beiden Fällen noch eine andere Substanz von brauner Farbe, durch deren Bildung sich die Mischung dunkel färbt, und welche nach Mulder ein secundäres Product ist, entstanden durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auf die Glucinsäure. Mulder nannte diese unten beschriebene Substanz Apoglucinsäure. Bei Behandlung des Zuckers mit Säuren erleidet nach ihm der größte Theil desselben (etwa $\frac{5}{6}$) die Zersetzung in Glucinsäure und Wasser, der übrige Theil wird indess auf abweichende Art zersetzt, und dadurch neben Ameisensäure noch andere in der sauren Flüssigkeit unlösliche braune Körper gebildet, über welche die Art. Humin, Ulmin und Zucker zu vergleichen sind. Die Menge dieser Producte ist um so geringer, je weniger hoch die Temperatur steigt, und je mehr der Zutritt der Luft gehindert ist, so dass, wenn das Kochen im Vacuum geschieht, bloß Glucinsäure entsteht, und die Mischung zur Syrupdicke eingekocht werden kann, ohne sich merklich zu färben. Ob die Glucinsäure nur aus Trauben- und Fruchtzucker, oder ob sie auch aus anderen Zuckerarten direct erzeugt werden kann, und ob sie ferner ohne Zusatz von Säure oder Alkali bloß durch anhaltendes Kochen einer Zuckerlösung gebildet wird, ist bis jetzt nicht ermittelt.

Um Glucinsäure darzustellen, wird nach Peligot eine Auflösung von Traubenzucker mit Kalkhydrat gesättigt, die Flüssigkeit filtrirt und 3 bis 4 Wochen lang, oder bis die alkalische Reaction verschwunden ist, in einem offenen Gefäße stehen gelassen. Der mit noch unzersetztem Zucker verbundene Kalk wird dann durch hineingeleitetes Kohlen säuregas abgeschieden, und die filtrirte Flüssigkeit mit basisch essigsaurem Bleioxyd gefällt. Dadurch entsteht im Anfange ein gefärbter Niederschlag, welcher die Apoglucinsäure enthält und für sich genommen wird. Der später entstehende weiße Niederschlag ist glucinsaures Bleioxyd. Er wird nach dem Auswaschen in Wasser suspendirt, durch Schwefelwasserstoff zersetzt, und die filtrirte Flüssigkeit im Vacuum der Luftpumpe abgedampft.

Mit Anwendung von Baryhydrat nach Persoz's Verfahren lässt sich die Säure in kürzerer Zeit und mit geringerem Verluste darstellen. Der Traubenzucker wird dazu mit krystallisirtem Baryhydrat vermischt, und das Gemisch auf 100° erwärmt, wobei es sich in wenigen Augenblicken unter Aufblähen und Wärme-Entwickelung in glucinsauren Baryt verwandelt. Die Masse, die nur sehr wenig gefärbt ist, wird dann in Wasser aufgelöst und die Glucinsäure auf angegebene Art daraus abgeschieden.

Nach Mulder wird die Glucinsäure dargestellt, indem man Rohrzucker mit 3 Thln. Wasser und $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{3}$ Schwefelsäurehydrat in einem Kolben bei möglichster Vermeidung des Luftzutritts kocht, und das verdampfte Wasser von Zeit zu Zeit wieder ersetzt. Das Kochen wird so lange fortgesetzt, bis sich kein Humin und Ulmin mehr abscheiden, dann diese abfiltrirt und die Flüssigkeit zur Entfernung der Schwefelsäure heiß mit Kreide gesättigt. Dadurch entstehen zugleich glucinsäure und apoglucinsäure Kalkerde, welche nebst etwas Gyps gelöst bleiben. Die filtrirte Flüssigkeit wird zur Syrupdicke abgedampft, und der Rückstand wieder in wenigem Wasser aufgelöst, wobei der Gyps größtentheils zurückbleibt. Die Lösung wird dann wieder abgedampft, und der syrupförmige Rückstand mit dem mehrfachen Volum Alkohol vermischt, worin

die glucinsäure Kalkerde nebst etwa noch vorhandenem Zucker sich auflösen, während die apoglucinsäure Kalkerde als bräunlicher flockiger Niederschlag ausgeschieden wird. Die filtrirte noch braun gefärbte Lösung wird durch thierische Kohle entfärbt, dann der Alkohol abdestillirt, der Rückstand in Wasser gelöst, und daraus durch Zusatz von basisch essigsaurem Bleioxyd glucinsaures Bleioxyd ausgeschieden, aus welchem dann die Säure dargestellt wird.

Die Glucinsäure ist nicht krystallisirbar. Sie bildet nach dem Eintrocknen ihrer Lösung eine farblose oder gelbliche, harte und ganz amorphe Masse, die sich in Wasser und Alkohol leicht auflöst, einen sauren Geschmack besitzt und Lackmus röthet. Nach Peligot's Angaben zieht sie aus der Luft Wasser an und zerfließt; Mulder fand dagegen, dass sie an der Luft vollkommen trocken bleibt. Wird ihre Lösung an der Luft gekocht, so färbt sie sich braun, indem die Glucinsäure in Apoglucinsäure übergeht. Durch Vermischen der Flüssigkeit mit etwas Salzsäure oder Schwefelsäure wird diese Umwandlung beschleunigt. Concentrirtere Säuren verwandeln sie in eine Art Humin. Durch Erhitzen wird sie unter Bildung saurer brenzlicher Producte zersetzt.

Die Salze der Glucinsäure sind noch wenig untersucht. Glucinsäure Kalkerde, neutrale, $C_8H_5O_5 \cdot CaO$ nach Mulder, wird erhalten, indem man die Säure mit Kalk neutralisirt, und die klare Lösung mit Alkohol vermischt, welcher das Salz als eine gallertähnliche Masse ausfällt, die mit Alkohol gewaschen und in kohlenstofffreier Luft bei 100° getrocknet wird. Es enthält dann nach Mulder auf 2 At. Salz 1 At. Wasser und bildet eine amorphe, leicht zerreibliche, nicht zerfließliche Masse, die sich in Wasser leicht auflöst, aber in Alkohol fast ganz unlöslich ist. Im feuchten Zustande der Luft ausgesetzt, färbt es sich strohgelb, durch Bildung von Apoglucinsäure. Außerdem wird es, namentlich in aufgelöster Form, durch die Kohlensäure der Luft zersetzt, indem ein Theil der Kalkerde als kohlenstoffsaures Salz abgeschieden und saure glucinsäure Kalkerde gebildet wird. Dieses Salz wird auch erhalten, wenn man die Glucinsäure mit kohlenstoffsaurem Kalk sättigt, welcher dabei bloß bis zur Bildung des sauren Salzes zersetzt wird. Es ist sowohl in Alkohol wie in Wasser leicht löslich und seine Lösung reagirt sauer. Wird dieselbe durch Abdampfen stark concentrirt und hingestellt, so scheidet sich das Salz allmählig in unvollkommenen nadelförmigen Krystallen daraus ab. — Glucinsaures Bleioxyd, basisches, $C_8H_5O_5 \cdot 2PbO$ nach Peligot, wird durch Fällung des Kalksalzes mit basisch essigsaurem Bleioxyd dargestellt. Es bildet einen weißen Niederschlag, und wird durch die Kohlensäure der Luft zersetzt, weshalb es rasch und mit ausgekochtem Wasser gewaschen und im Vacuum getrocknet werden muss. Neutrales essigsaures Bleioxyd bewirkt mit glucinsäurem Kalk keinen Niederschlag. — Durch salpetersaures Silberoxyd und salpetersaures Quecksilberoxydul entstehen in einer Auflösung von glucinsäurem Kalk weiße Niederschläge, durch essigsaures Kupferoxyd wird dieselbe nicht gefällt.

Das Zersetzungsproduct der Glucinsäure durch Einwirkung der Luft, die Apoglucinsäure, kann nach Mulder rein dargestellt werden, indem man die apoglucinsäure Kalkerde, welche aus der mit Säure gekochten Zuckerlösung durch Alkohol gefällt wurde, durch Auflösen in wenig Wasser und Filtriren möglichst vom Gyps befreit, dann mit essigsaurem Bleioxyd fällt, den Niederschlag durch Schwefelwasserstoff

zersetzt und die filtrirte Flüssigkeit zur Trockne verdampft. Die Apoglucinsäure bleibt dann als eine amorphe braune Masse zurück, die an der Luft nicht feucht wird und in Wasser leicht löslich ist. Von Alkohol wird sie wenig, von Aether gar nicht aufgelöst. In concentrirter Schwefelsäure löst sie sich mit blutrother Farbe. Mit Alkalien, Kalk- und Barytwasser bildet sie dunkelrothe Auflösungen, in denen durch Blei- und Silbersalze braune gallertähnliche Niederschläge entstehen, die beim Waschen mit Wasser sich allmählig auflösen. Nach dem Trocknen bei 120° besteht sie nach Mulder aus $C_{18}H_9O_8 \cdot HO + aq$. Der Vorgang bei ihrer Bildung aus der Glucinsäure wurde bis jetzt nicht näher ermittelt. Ihr Kalksalz bildet eine braune amorphe, an der Luft trocken bleibende Masse, ist in Wasser leicht löslich und wird aus dieser Lösung durch thierische Kohle vollständig abgeschieden, so dass die Flüssigkeit ihre Farbe verliert. Es hat, bei 130° getrocknet, nach Mulder die Formel $C_{18}H_9O_8 \cdot CaO + aq$. Das Bleisalz besteht nach dem Trocknen bei 138° aus $C_{18}H_9O_8 \cdot PbO$.

Schn.

Glucose. Eine in Frankreich übliche Benennung für Trauben- und Fruchtzucker.

Glühen. Es ist bekannt, dass feste und tropfbar-flüssige Körper, in weit geringerem Maasse die Gase, wenn sie einem hinlänglich hohen Hitzgrade ausgesetzt werden, Licht zu entwickeln oder zu glühen beginnen. Den Punkt des anfangenden Glühens fester und tropfbar-flüssiger Körper setzte Newton auf $335^{\circ} C$., Davy auf 433° , Wedgwood auf 508° , Daniell auf 528° und Draper hat ihn neuerdings zu 525° bestimmt. Die Temperatur des anfangenden Glühens scheint für die verschiedensten Körper die nämliche zu seyn. Sie wurde für Platin, Kupfer, Antimon, Steinkohle, Blei und Eisen gleich gefunden; eine Ausnahme hiervon scheinen indessen viele, namentlich kalkhaltige Gesteine zu machen, gewöhnlicher Kalkstein und Marmor z. B. glühen etwas früher als Eisen, Flussspath schon bei einer Temperatur von 300° . Man hat das Leuchten in einer niedrigeren, als der eigentlichen Glühtemperatur, der Analogie nach Phosphorescenz genannt. Nicht zu verwechseln ist hiermit das Leuchten des bononischen, sowie vieler anderer Leuchtsteine und vieler Edelsteine, welches bei gewöhnlicher Temperatur, jedoch nur nach vorhergegangener Bestrahlung durch Sonnenlicht, eintritt. — Man hat die verschiedenen Grade der Glühhitze nach der Farbe unterschieden, welche der glühende Körper zeigt und kann mit Pouillet die folgenden Stufen annehmen. Anfangendes Glühen: 525° , — Dunkelroth 700° , — anfangendes Kirschroth 800° , — stärkeres Kirschroth 900° , — völliges Kirschroth 1000° , — dunkel gelbroth 1100° , — helles Glühen 1200° , — Weifsglühen 1300° , — starkes Weifsglühen 1400° , — blendendes Weifsglühen 1500 bis 1600° . Die Bedingungen eines intensiven Weifsglühens sind möglichst starke Erhitzung feuerbeständiger Körper von weifser Farbe. Diese Bedingungen sind im Drummond'schen Lichte, welches ein Cylinder von kaustischem Kalk in der Knallgasflamme liefert, am vollständigsten vereinigt. —

Eine nähere Untersuchung der Lichtstrahlen, welche glühende Körper aussenden, hat gezeigt, dass die am wenigsten brechbaren Strahlen zuerst, und bei steigender Temperatur immer mehr brechbare

Strahlen ausgesendet werden. — Sowohl die Menge des ausgestrahlten Lichtes, als die der ausgestrahlten Wärme, wächst in rascherem Verhältniss, als die Zunahme der Temperatur. Bei 525° ist die Lichtintensität gleich Null, bei 1038° gleich 34, bei 1420° gleich 1234. — Die Intensität der ausgestrahlten Wärme nimmt von der gewöhnlichen Temperatur bis zu 540° um eben so viel zu, als von 540 bis zu 700°.

Manche zusammengesetzte Körper zeigen in höherer Temperatur plötzlich eine auffallende Art heftigen Erglühens, welches höchst wahrscheinlich auf einer Entbindung von Wärme in Folge der Umlagerung der Atome beruht. So z. B. das Chromoxydhydrat, welches bei langsamem Glühen sein Wasser allmählig abgibt und dann unter plötzlicher Feuererscheinung seine lebhaft grüne Farbe annimmt. Aehnlich verhalten sich Zirkonerdehydrat, antimonsaure Metallsalze, kiesel-saure Yttererde, Titansäure, Tantal-säure u. s. f.

Z.

Glühlampe, *aphlogistic lamp*. Wenn man einen etwa nur $\frac{1}{100}$ Linie starken Platindraht zu einer Linie weiten Spirale von 8—10 Windungen biegt und an einem anderen dünnen Platindraht, den man in den Docht einer Spirituslampe steckt, so aufhängt, dass die Spirale sich nahe über dem Docht befindet, dann letzteren anzündet, und dadurch die Spirale erhitzt, worauf man durch momentanes Bedecken mit dem Deckel die Flamme auslöscht und den Deckel sogleich wieder entfernt, so fährt die Spirale fort zu glühen, so lange noch Alkohol verdampft. Statt der Platinspirale kann man auch eine mit Platinschwamm überzogene kleine hohle Glaskugel anwenden. Der Alkoholdampf wird durch den Einfluss des Platins zu rascher Oxydation veranlasst, und es bilden sich dabei sehr scharf riechende Producte, die sogenannte Lampensäure, ein Gemisch von Aldehyd, Essigsäure, Ameisensäure und Kohlensäure. Wendet man Aether statt Alkohol an, so findet wegen dessen rascherer Verdampfung ein noch lebhafteres Glühen Statt. Man hat hier und da diese Vorrichtung als Räucherlampen benutzt, indem man Gemische von Alkohol, zum Theil auch Aether mit wohlriechenden ätherischen Oelen zum Befeuchten des Dochtes und Verdampfen anwandte. Sie sind aber nicht in häufigen Gebrauch gekommen, weil sie durch die mit der Verdampfung des Wohlgeruches gleichzeitige Bildung von Aldehyd etc. in geschlossenen Räumen bald einen sehr lästigen Geruch und zum Husten reizende Dämpfe verbreiten.

V.

Glühspan nennt man vorzugsweise die beim Glühen des Stabeisens sich bildende Oxyd-Oxydul-Kruste, welche beim Erkalten oder durch Hammerschläge leicht abfällt. Nach Mosanders Untersuchungen besteht diese Kruste zunächst dem Eisen hauptsächlich aus Eisenoxydul — etwa $6\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ —, zunächst der Oberfläche dagegen ihre Zusammensetzung mehr oder weniger der des gewöhnlichen Eisenoxydul ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) nahe kommt. Bei sehr anhaltendem Glühen und gutem Luftzutritte verwandeln sich die äussersten Lagen derselben nach und nach in reines Eisenoxyd.

Th. S.

Glühwachs, *Cire a dorer*, *Gilders-wax* dient dazu, um vergoldeten Gegenständen eine hochröthliche lebhaft Farbe zu ertheilen. Die Zusammensetzung derselben ist nicht bei allen Fabrikanten dieselbe,

aber der Hauptsache nach ist es dennoch gleich wirksam. Eine erprobt gute Mischung ist folgende: 6 Thle. Wachs werden geschmolzen und dann nach und nach ein feingepulvertes und gesiebtes Gemenge aus 3 Thln. Grünsapn, 3 Thln. Zinkvitriol, $1\frac{1}{3}$ Thl. Kupferasche (gewöhnliches Kupferoxyd), $\frac{1}{2}$ Thl. Borax, 3 Thle. Eisenoxyd, 1 Thl. Eisenvitriol zugesetzt und durch Röhren gut gemengt, was man so lange fortsetzt, als es die erstarrende Masse gestattet, worauf man sie mit nassen Händen knetet und in kleine Stangen formt.

Soll ein vergoldetes Stück Bronze damit behandelt werden, so schmilzt man das Glühwachs in einem irdenen Gefäße bei gelindem Feuer, trägt es möglichst gleichmäÙig mit einem Pinsel auf das erwärmte Metall und raucht das Wachs über einem Kohlenbecken ab unter fortwährendem Drehen des Arbeitsstückes, damit die aufgetragene Masse, so viel als thunlich, überall gleich vertheilt bleibe und das Metall nirgends frei zu liegen komme. Ist das Wachs abgebrannt, so taucht man das noch heiÙe Metall in Wasser und bürstet es mit Essig ab. Sollte die Farbe des Goldes nicht roth genug oder nicht ganz gleichförmig seyn, so muss die ganze Operation wiederholt werden, was bei stark vergoldeten Stücken fast immer nöthig ist; bei schwach vergoldeten dagegen hat man zu befürchten, dass die Vergoldung durch öftere Wiederholung jenes Processes stellenweise weggenommen wird.

V.

Gluten, Glutin s. Kleber.

Glutenunterschwefelsäure siehe Naphthalin-Schwefelsäuren.

Glycerin. Glyceryloxydhydrat, Glycyloxydhydrat, Lipyloxyd in Verbindung mit Wasser, OelsüÙ, Oelzucker, *Principe doux des huiles*. Von Scheele entdeckt, von Chevreul zuerst, später von Pelouze genauer untersucht. Es entsteht aus dem in den natürlich vorkommenden Fetten mit den fetten Säuren verbundenen Lipyloxyd durch Aufnahme von Wasser im Abscheidungsmoment.

Formel: $C_6H_8O_6 = C_6H_7O_5 \cdot HO$.

Zusammensetzung:

6 Aeq. Kohlenstoff	39,13
8 Aeq. Wasserstoff	8,69
6 Aeq. Sauerstoff	52,17
<hr/>	
1 Aeq. Glycerin	100,00.

Das Glycerin wird bei der Verseifung der Fette erhalten; wenn die in denselben enthaltenen fetten Säuren sich mit auf dieselben einwirkenden Basen verbinden, so scheidet sich Lipyloxyd ab, von welchem sich 2 Aequivalente im Moment des Freiwerdens mit 4 Aeq. Wasser in der Weise verbinden, dass 3 Aeq. Wasserstoff und 3 Aeq. Sauerstoff mit in die Verbindung eingehen und nicht mehr ohne gänzliche Zerstörung derselben getrennt werden können, das vierte Aeq. Wasser aber als Hydratwasser hinzutritt; dieses Wasser kann zwar durch die Wärme nicht mehr abgeschieden, wohl aber durch Säuren vertreten werden.

Die Darstellung des Glycerins gelingt am leichtesten, wenn man Fett oder Oel mit überschüssiger feingeriebener Bleiglätte unter Zusatz von etwas Wasser und Ersatz des verdampfenden vollständig

verseift, in Bleipflaster verwandelt, wozu zweckmäfsig nicht weniger als 2 Thle. feingeriebene Bleiglätte auf 3 Thle. Fett oder Oel verwendet werden. Diese Operation kann man entweder unter Beobachtung der Bd. II. Seite 897 u. ff. angegebenen Vorsichtsmafsregeln ausführen oder noch bequemer und sicherer, wenn man das Oel in einem zinnernen oder verzinnnten Kessel durch umgebenden Dampf heizt, das Bleioxyd mit seinem halben Gewicht Wasser angerührt hinzusetzt und anfangs wenigstens alle viertel Stunde umrührt, damit sich die Bleiglätte nicht zu fest absetzt. Nach 5—6 Stunden findet dies schon weniger Statt, weil durch bereits eingetretene theilweise Pflasterbildung die Masse zähe zu werden anfängt. In zwei bis drei Tagen ist bei Anwendung feingeriebener nicht allzu kohlenstoffhaltiger Glätte die Operation vollendet. Man giefst etwas Wasser nach, rührt damit die Masse recht tüchtig durch und lässt sie alsdann einige Zeit in der Wärme ruhig stehen, damit sich das Wasser, in dem sich das Glycerin gelöst befindet, möglichst vollständig abscheide. Man leitet alsdann durch die Glycerinlösung so lange Schwefelwasserstoff, bis alles Blei abgeschieden ist, filtrirt und verdunstet die Lösung im Wasserbade.

Verseift man Fett oder Oel mit Natronhydrat, scheidet durch Kochsalz die gebildete Seife ab, neutralisirt die unterstehende Flüssigkeit genau mit Salz- oder Schwefelsäure, verdunstet im Wasserbad zur Trockne, und zieht den Rückstand mit Alkohol von 0,833 spec. Gew. aus, so erhält man ebenfalls das Glycerin nach der Abdestillirung und Verdampfung des Alkohols im Wasserbade als gelben Syrup.

In den Stearinsäurefabriken kann man das Glycerin leicht als Nebenproduct erhalten. Bei der dort üblichen Verseifung der Fette mit Kalkmilch bleibt es nämlich in dem Wasser gelöst. Man verdunstet dasselbe bis zur Syrupsconsistenz, erhitzt in einer offenen Schale bis zu 120° — 125° C., löst den Rückstand in seinem 4fachen Gewicht absoluten Alkohols, lässt die Lösung sich in verschlossenen Gefäfsen klären, destillirt den Alkohol von der klar abgegossenen Lösung ab, löst den Rückstand in Wasser, digerirt mit feingeriebenem Bleioxyd, wodurch sich das basische Salz einer durch die Einwirkung der Luft auf das Glycerin sich bildenden Säure abscheidet, filtrirt, leitet Schwefelwasserstoff durch die Lösung, bis alles Blei ausgefällt ist und behandelt die nur noch schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit mit Thierkohle. Beim Verdampfen an der Luft färbt sich das Glycerin wieder etwas gelblich; soll dies vermieden werden, so muss das Verdampfen in einem gehörig luftleeren Raume neben Schwefelsäure stattfinden. Lange Zeit über Schwefelsäure im luftleeren Raume stehend, bildet das Glycerin einen farblosen, durchsichtigen, geruchlosen, zuckersüfs schmeckenden, dicken Syrup von 1,28 specifischem Gewicht. Es kann bis etwa 150° erwärmt werden, ohne sich zu zersetzen, und ohne sein Hydratwasser zu verlieren; dabei entwickelt sich ein nach Leim riechender Dampf, der sich als unverändertes Glycerin an darüber gehaltenen kalten Körpern condensirt. Bei noch höher gesteigerter Temperatur destillirt ein grofses Theil des Glycerins unverändert über, während ein anderer Theil zerstört wird, worauf plötzlich der Rückstand sich sehr stark aufbläst und reichliche Acroleinbildung (s. d., Supplement) stattfindet, während gleichzeitig Acrylsäure entsteht. Es ist in Wasser und Alkohol in allen Verhältnissen, in Aether aber nicht löslich. Sehr viele Salze sind in dem Glycerin leicht löslich, meist aber durch Alkohol daraus fällbar.

In verschlossenen Gefäßen erhält sich das reine Glycerin sowohl im möglichst entwässerten Zustande, als in wässriger Lösung Jahre lang, ohne eine wesentliche Veränderung zu erleiden, nur färbt es sich, sowie beim Abdampfen an der Luft, braun, wobei sich eine höchst geringe Menge einer durch Bleioxydlösungen fällbaren Säure bildet. Mit Bleioxyd digerirt, entfärbt sich gelb gewordenes Glycerin fast vollständig. Wäscht man alsdann das überschüssige Bleioxyd mit Wasser ab, und behandelt es mit Schwefelwasserstoff, so löst sich ein gelber Körper auf, der theilweise in Alkohol löslich ist. Er ist nicht näher untersucht, könnte aber wohl mit de Jongh's Gaduin identisch seyn.

Das Glycerin verbindet sich, gleich wie Zucker, mit den Salzbasen und löst Kupferoxyd mit grüner Farbe. Die Hydrate der Kalk-, Baryt- und Strontianerde bilden damit Verbindungen, die durch Kohlensäure nicht zersetzt, wohl aber durch Alkohol aus der Lösung abgeschieden werden können. Sie sind jedoch nicht weiter untersucht.

Wird Glycerin mit Kalihydrat oder Natronkalk im Ueberschuss vorsichtig erhitzt, bis die Masse wieder weiß geworden, dann dieselbe mit verdünnter Schwefelsäure übersättigt und destillirt, so geht Ameisensäure, Essigsäure und meist noch etwas unzerlegtes Acrolein über. Es entsteht dabei wahrscheinlich zuerst Acrolein, dann Acrylsäure und aus dieser Ameisen- und Essigsäure.

Mit seinem 6—8fachen Gewichte an Platinschwarz gemengt und rasch in eine mit Sauerstoff gefüllte Glocke gebracht, absorbirt, nach Döbereiner, das möglichst entwässerte Glycerin eine sehr bedeutende Quantität des Gases; es entwickelt sich viel Kohlensäure, und wenn man nach 6—8 Stunden das Platinschwarz mit Wasser auswäscht und die Lösung verdampft, so bleibt ein saurer syrupartiger Rückstand, der beim Erwärmen reducirend auf salpetersaures Silberoxyd und Quecksilberoxydul wirkt, und den Döbereiner für eine neue Säure hält. Redtenbacher vermuthet, dass es mit Acryl-, Ameisen- und Essigsäure gemengtes Glycerin sey; lässt man das Glycerin 6—8 Tage mit dem Platinschwarz in hinreichendem Sauerstoffgas stehen, so wird es vollständig in Kohlensäure und Wasser zerlegt.

Redtenbacher hat ferner nachgewiesen, dass, wenn man eine wässrige Lösung von Glycerin mit Hefe versetzt und mehrere Monate bei einer Temperatur zwischen 30—40° stehen lässt, die Flüssigkeit nach einiger Zeit sauer zu reagiren, und eine schwache Gasentwicklung einzutreten beginnt, wobei die Hefe allmählig obenauf kommt und schimmelt. Man sättigt die freie Säure von Zeit zu Zeit mit kohlensaurem Natron und ersetzt das verdampfte Wasser. Wenn nach längerer Zeit keine Säurebildung mehr stattfindet, filtrirt und dampft man ab. Die gelbe Salzmasse riecht dem Sauerkraut ähnlich; man zerlegt sie durch verdünnte Schwefelsäure und erhitzt in einer Retorte, wobei ein milchiges Destillat übergeht, auf dem einige Oeltröpfchen schwimmen. Auf Zusatz von etwas Wasser wird es vollkommen klar, riecht wie das Salz, nur etwas stärker. Es wird mit Ammoniak gesättigt und mit salpetersaurem Silber versetzt, wodurch ein weißer Niederschlag entsteht. Ein kleiner Theil des Silbers wird durch etwas vorhandene Ameisensäure reducirt; man erhitzt und filtrirt kochend, beim Erkalten scheidet sich alsdann metacetonsaures Silberoxyd in kleinen, weißen, harten, körnigen Krystallen ab.

Chlorgas wirkt auf Glycerin nur sehr langsam ein; wird aber eine geringe Menge davon in einer mit Chlorgas gefüllten Flasche Monate lang

636 Glycerinphosphorsäure. — Glycerinphosphorsäure Salze.

stehen gelassen, so nimmt es Chlor auf und Salzsäure bildet sich. Setzt man nachher zu dem Syrup ein wenig Wasser, so scheiden sich weisse Flocken von ätherartigem unangenehmem Geruch ab, die anfangs sauer, dann bitter und widrig zusammenziehend schmecken, und von Alkohol leicht gelöst werden, und deren Zusammensetzung die Formel $C_{12}H_{11}Cl_3O_{10}$ ausdrücken soll (Pelouze).

Brom verbindet sich mit dem Glycerin unter Wärmeentwicklung; setzt man soviel Brom hinzu, als sich lösen kann und dann etwas Wasser, so scheidet sich ein ölartiger Körper ab, der angenehm ätherartig riecht, das darüberstehende Wasser enthält viel Bromwasserstoffsäure. Die Formel $C_{12}H_{11}Br_3O_{10}$ entspricht der Zusammensetzung dieser öligen Substanz. Wird dieselbe mit Alkali behandelt, so entsteht ein Alkalimetall-Bromür und das Salz einer neuen nicht näher untersuchten Säure (Pelouze).

Jod löst sich in beträchtlicher Menge in dem Glycerin, scheint es aber nicht zu zersetzen.

Salpetersäure zerlegt es unter Stickoxydgas und Kohlensäureentwicklung und hinterlässt nur Oxalsäure.

Durch Einwirkung von Schwefelsäure und zweifach chromsauren Kali oder Braunstein bildet sich aus dem Glycerin neben entweichender Kohlensäure eine grosse Menge von Ameisensäure. Mit concentrirter Schwefelsäure, verglaster Phosphorsäure, völlig trockener Weinsäure und fatiscirter Traubensäure verbindet es sich zu gepaarten Säuren.

v.

Glycerinphosphorsäure, saures phosphorsaures Glycerin-oxyd, entdeckt von Pelouze. Formel: $C_6H_7O_5 \cdot PO_5 \cdot 2HO$. Zeichen Gly, $PO_5 \cdot 2HO$. Nach Goble kommt sie, an Natron und Ammoniak gebunden, fertig gebildet im Eigelb vor. Sie entsteht, wenn bei 130° getrocknetes Glycerin mit feinem Pulver von verglaster Phosphorsäure gemengt wird. Es findet bei dieser Lösung der Säure in dem Glycerin eine beträchtliche Wärmeentwicklung Statt, die 100° übersteigen kann, wenn 1 oder einige Unzen angewandt werden. Nach einiger Zeit verdünnt man die Lösung mit Wasser, setzt kohlen-sauren Baryt hinzu, so lange Kohlensäure entwickelt wird, und vollendet die Sättigung genau durch Eintröpfeln von Barythydratlösung. Die abfiltrirte Flüssigkeit wird dann zur schwachen Syrupconsistenz abgedampft und das Salz durch Zusatz von Alkohol ausgefällt, der etwa noch vorhandenes freies Glycerin löst. Das mit Alkohol ausgewaschene Salz löst man in Wasser und fällt den Baryt genau durch verdünnte Schwefelsäure. Die in Lösung rein zurückbleibende Glycerinphosphorsäure lässt sich bei gelinder Wärme und zuletzt im luftleeren Raume bis zur Syrupconsistenz concentriren, aber nicht krystallisirt erhalten; bei weiterem Verdampfen selbst in gelinder Wärme wird sie in Glycerin und Phosphorsäure zerlegt. Sie ist sehr leicht in Alkohol und Wasser löslich, schmeckt rein sauer.

Versetzt man die concentrirte Lösung des Barytsalzes mit einer concentrirten Lösung von essigsaurem Bleioxyd, so erhält man einen sehr schwerlöslichen Niederschlag von glycerinphosphorsaurem Bleioxyd, den man nach dem Auswaschen in Wasser vertheilt, mit Schwefelwasserstoffgas zerlegt und daraus durch Abdampfen die reine Säure darstellt.

v.

Glycerinphosphorsäure Salze. Die meisten Salze sind in Wasser leicht löslich, aber schwer oder nicht löslich in Alkohol, so dass sie durch letzteren aus ihren wässerigen Lösungen gefällt werden

können. Man stellt sie dar durch Sättigen der Säure mit den basischen Oxyden oder durch Fällung des Barytsalzes durch schwefelsaure Salze. Ihre Zusammensetzung wird, soweit dieselben bekannt sind, durch die allgemeine Formel $2 RO \cdot Gly, PO_5$ ausgedrückt.

Glycerinphosphorsaurer Baryt, $2 BaO \cdot Gly, PO_5$. Durch Neutralisation des rohen Gemisches von wasserfreier Phosphorsäure und Glycerin mit kohlen-saurem Baryt und Fällung der filtrirten und concentrirten Lösung durch Alkohol leicht zu erhalten. Nach dem Glühen und Befeuchten mit Salpetersäure und wiederholtem Glühen hinterlässt es 73 Proc. phosphorsauren Baryt ($2 BaO \cdot PO_5$).

Glycerinphosphorsaures Bleioxyd, $2 PbO \cdot Gly, PO_5$ kann aus den concentrirten Lösungen des Baryt- oder Kalksalzes durch essig-saures Bleioxyd gefällt werden. Es ist in Wasser nur wenig löslich und enthält Wasser, was bei 120^0 daraus noch nicht vollständig weggeht. Deshalb erhielt Pelouze bei dem Versuche auch nur 77,5 Proc. phosphorsaures Bleioxyd ($2 PbO \cdot PO_5$) während 80 Proc. hätten gefunden werden müssen.

Glycerinphosphorsaurer Kalk, $2 CaO \cdot Gly, PO_5$. Ebenfalls durch Neutralisation der Säure zu erhalten. Verdampft man die Lösung an der Luft, so entsteht ein amorphes Salz; verdampft man sie aber unter fortwährendem Sieden, so erhält man es in feinen Krystallschuppen. Es rührt dies daher, dass das Salz in siedendem Wasser weit weniger löslich ist, als in kaltem. Eine kalt gesättigte Lösung derselben setzt beim Erhitzen Krystallschuppen ab, die sich beim Erkalten wieder auflösen; wird aber siedend filtrirt, oder das meiste Wasser verdampft, so bleiben sie ungelöst zurück. Es hinterlässt nach dem Glühen 60,6 Proc. phosphorsauren Kalk.

Wird die Lösung des Salzes mit Kalihydrat versetzt und erhitzt, so bildet sich eine Verbindung von phosphorsaurem Kalk und phosphorsau-rem Kali ($3 CaO \cdot PO_5 + 2 KO \cdot PO_5$), und freies Glycerin kann durch Alkohol aus dem Salzgemisch ausgezogen werden. V.

Glycerinschwefelsäure, saures schwefelsaures Glycerin, entdeckt von Pelouze. Formel: $C_6 H_7 O_5, 2 SO_3 \cdot HO$. Zeichen: $Gly, SO_3 + SO_3 \cdot HO$.

Man erhält diese Säure durch Vermischen von 1 Thl. bei 130^0 getrocknetem Glycerin mit 2 Thln. concentrirter Schwefelsäure, wobei sich die Masse sehr erhitzt. Nach dem Erkalten verdünnt man mit Wasser und sättigt mit gepulverter Kreide. Glycerinschwefelsaure Kalkerde bleibt dann gelöst, und der meiste Gyps scheidet sich ab. Man verdunstet im Wasserbade, wo sich noch etwas Gyps absetzt und bringt die klare Lösung bis zur Syrupconsistenz. An einem kühlen Orte krystallisirt das Kalksalz allmähig. Die Krystalle werden in Wasser gelöst, durch Oxalsäure der Kalk genau ausgefällt und die in der Lösung gebliebene Glycerin-schwefelsäure unter der Luftpumpe bis zu einem bestimmten Grade concentrirt. Selbst bei 0^0 beginnt sie sich bei einer gewissen Concentration in Glycerin und wasserhaltige Schwefelsäure zu zerlegen.

Sie ist eine farblose, sehr sauer schmeckende, die Barytsalze nicht fällende Flüssigkeit; aus den kohlen-sauren Salzen treibt sie die Kohlen-säure mit Leichtigkeit aus. V.

Glycerinschwefelsäure Salze. Ihre Zusammensetzung wird durch die allgemeine Formel $\text{Gly, SO}_3 + \text{RO} \cdot \text{SO}_3$ ausgedrückt; sie sind meist in Wasser sehr leicht löslich, besitzen einen bitteren Geschmack, und zerfallen, wenn ihre Lösung mit freien basischen Hydraten oder manchen kohlen sauren Basen gekocht werden, in freies Glycerin und gewöhnlich schwefelsaures Salz. Dampft man dann im Wasserbade zur Trockne ab, so kann man nachher das Glycerin durch Alkohol ausziehen. Das Kalksalz kann im trocknen Zustande bis 140° erhitzt werden, ohne sich zu zerlegen, bei höherer Temperatur liefert es unter beträchtlichem Schäumen Acrolein, schweflige Säure und es bleibt ein kohlenhaltiger Rückstand. Dies Salz, so wie der glycerinphosphorsaure Kalk dienen am vortheilhaftesten zur Darstellung des Acroleins. V.

Glycerintraubensäure. Formel: $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_5, \text{C}_4\text{H}_2\text{O}_5 + \text{HO} \cdot \text{C}_4\text{H}_2\text{O}_5$. Zeichen $\text{Gly, } \bar{\text{U}}\text{v} + \text{HO} \cdot \bar{\text{U}}\text{v}$, entdeckt von Berzelius. Man erhält diese Säure durch Vermengen von bei 130° getrocknetem Glycerin mit völlig fatiscirter Traubensäure und Erwärmen des Gemenges bis zu 150° . Dabei löst sich die Säure unter Entwicklung von Wasserdampf zu einer braun gelben zähen Flüssigkeit, die nach dem Erkalten durchsichtig und so weich bleibt, dass sie von dem Nagel Eindrücke annimmt, sich im erwärmten Zustande in lange Fäden ziehen lässt, schwach sauer schmeckt, an der Luft feucht wird und zu einem dicken Syrup zerfließt; sie ist in Wasser und Alkohol leicht, in Aether unlöslich. Wird die Säure mit viel Wasser übergossen oder damit erwärmt, so zersetzt sie sich partiell in freies Glycerin und freie Säure. Verdunstet man aber das Wasser wieder und erhitzt zuletzt bis zu 150° , so stellt sich die Verbindung wieder her. Sie treibt die Kohlensäure aus den kohlen sauren Alkalien leicht aus. V.

Glycerintraubensäure Salze. Die Glycerintraubensäure bildet mit den Alkalien gummiartige, in Wasser leicht, in Alkohol gar nicht lösliche Salze, welche geschmacklos sind. Die wässerigen Lösungen der Salze zersetzen sich in viel Wasser namentlich beim Abdampfen ähnlich wie die freie Säure. Das Kalksalz, welches entsteht, wenn die freie Säure mit kohlen saurem Kalk gesättigt wird, wobei sich stets auch etwas traubensaurem Kalk bildet und auskrystallisirt, wird durch Zusatz von Alkohol als käsiges Magma gefällt; es ist der Formel $\text{CaO} \cdot \bar{\text{U}}\text{v} + \text{Gly, } \bar{\text{U}}\text{v} + 3 \text{ aq.}$ entsprechend zusammengesetzt. Das Wasser fängt erst bei einer Temperatur wegzugehen an, bei der das Salz zerlegt wird. Kalkhydrat zerlegt in der Wärme oder bei längerem Stehen die Lösung des Kalksalzes vollständig in freies Glycerin und traubensauren Kalk. V.

Glycerinweinsäure, von Berzelius entdeckt. Formel: $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_5, \text{C}_4\text{H}_2\text{O}_5 + \text{HO} \cdot \text{C}_4\text{H}_2\text{O}_5$. Zeichen: $\text{Gly, } \bar{\text{T}} + \text{HO} \cdot \bar{\text{T}}$. Wird ganz auf dieselbe Weise erhalten, wie die Glycerintraubensäure, und ist dieser auch in jeder Beziehung höchst ähnlich, so dass alles bei der vorhergehenden Gesagte auch für diese gilt. Das Kalksalz wird durch Alkohol mit seiner Lösung oft als durchsichtiges Magma gefällt. V.

Glyceroxyd syn. mit Metaceton.

Glycersäure syn. mit Metacetonsäure.

Glyceryl, hypothetisches Radikal des Glycerins.

Glycerloxyhydrat s. Glycerin.

Glycinerde s. Beryllerde. Bd. I. S. 766.

Glycion syn. mit Glycyrhizin.

Glycium syn. mit Beryllium.

Glycocoll. (Leimzucker, Leimsüß); von Braconnot¹⁾ 1819 entdeckt. Formel: $C_4H_5NO_4 = C_4H_4NO_3 \cdot HO$. Zeichen der wasserfreien Verbindung = Gl.

Zusammensetzung nach Dessaignes, Horsford, Laurent und Mulder:

4 Aeq. Kohlenstoff	. . . 300,0	. . . 32,00
5 » Wasserstoff	. . . 62,5	. . . 6,67
1 » Stickstoff	. . . 175,0	. . . 18,67
4 » Sauerstoff	. . . 400,0	. . . 42,66
<hr/>		
1 Aeq. Glycocoll	. . . 937,5	. . . 100,00

Aequivalent der wasserfreien Verbindung = 825.

Das Glycocoll erzeugt sich durch Einwirkung der Schwefelsäure oder, wie Mulder zuerst beobachtete, der Alkalien auf Leim oder leimgebendes Gewebe (Collagen). 1 Thl. Leim wird mit 2 Thln. englischer Schwefelsäure übergossen und nach 24 Stunden mit 8 Thln. Wasser vermischt; die Flüssigkeit wird 5 Stunden lang gekocht, die Säure durch gepulverte Kreide neutralisirt, der Gyps durch Filtration abgeschieden und das Filtrat abgedampft. Der Rückstand wird mit Weingeist erschöpft, welcher Gyps und Ammoniaksalze nebst organischen Stoffen zurückläßt; beim Verdampfen des Alkohols krystallisirt zuerst das Glycocoll und sodann Leucin heraus. Durch wiederholte Krystallisation wird jenes gereinigt, und endlich durch etwas gereinigte Thierkohle völlig entfärbt. Ganz ähnlich ist die Darstellung mittelst Alkalien. Der Leim wird so lange mit Kalilauge gekocht, als sich noch Ammoniak entwickelt. Die Flüssigkeit wird sodann mit Schwefelsäure neutralisirt, eingedampft, der Rückstand mit Alkohol ausgezogen und wie angegeben verfahren. Bei Anwendung der Schwefelsäure bildet sich eine gröfsere Menge Leucin, bei der des Kalis mehr Glycocoll. Am leichtesten erhält man jedoch das Glycocoll im völlig reinen Zustande durch Zerlegung der Hippursäure mittelst starker Säuren. Dessaignes, welcher dieses merkwürdige Zerfallen der Hippursäure in Benzoesäure und Glycocoll unter Aufnahme der Elemente des Wassers entdeckte, klärte dadurch die Constitution jener zusammengesetzten Säuren wesentlich auf²⁾. Später fand Strecker³⁾, dass sich das Glycocoll bei der Zerlegung der Cholsäure durch Alkalien, unter Eintreten von 2 Aeq. Wasser, neben der Cholansäure bilde. Eben so erzeugt sich durch Einwirkung von Säuren auf Cholsäure Glycocoll neben Choloïdinsäure, wobei nur 2 Aeq. Wasser aufgenommen werden.

Man wendet am besten, nach Horsford's Erfahrungen⁴⁾, 3—4

¹⁾ Gilb. Ann. LXX. S. 389.

²⁾ Erdm. Journ. XXXVII. S. 244.

³⁾ Ann. d. Chem. u. Pharm. LXVII. S. 16.

⁴⁾ Ann. d. Chem. u. Pharm. LX. S. 12.

Unzen Hippursäure an, welche man in einen Kolben von 1 Litre Capacität mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure, 12—16 Unzen, übergießt und bis zur völligen Lösung erwärmt. Nach einer halben Stunde fortgesetzten Erwärmens bringt man Wasser zur Lösung; Benzoesäure scheidet sich dann in öligen Tropfen, die krystallinisch erstarren, aus, und im Wasser bleibt eine Verbindung von Chlorwasserstoffsäure mit dem Glycocoll gelöst. Die Flüssigkeit wird mit der ausgeschiedenen Benzoesäure auf ein Filtrum gebracht und so lange ausgewaschen, als noch das Waschwasser sauer schmeckt. Die durchgehenden Flüssigkeiten werden eingekocht, wodurch Benzoesäure und Chlorwasserstoffsäure sich verflüchtigen; ist die Masse zur Trockne gekommen, so wird von Neuem Wasser hinzugefügt, und dieses einige Male wiederholt. Die Flüssigkeit wird nun mit Ammoniak etwas übersättigt, sodann mit Alkohol vermischt, wodurch ein weißer Niederschlag von Glycocoll entsteht, welcher aus sehr kleinen Krystallblättchen gebildet ist. Nach längerer Zeit, während welcher sich noch Krystalle absetzen, bringt man diese auf ein Filter und wäscht sie mit absolutem Alkohol aus, so lange noch salpetersaures Silberoxyd die Gegenwart von Chlor anzeigt.

Das so erhaltene Glycocoll hält 1 Aeq. Wasser chemisch gebunden, und ist als das Hydrat zu betrachten; mit Bleioxyd gemengt und bis auf 110° erhitzt, verliert die krystallisirte Verbindung 12 Proc. Wasser, oder 1 Aeq. (Mulder); sie besitzt einen süßen Geschmack, der ihm den früheren, unpassenden Namen Leimzucker verschaffte. Mit den Zuckerarten hat es weder in der Zusammensetzung eine Aehnlichkeit, noch ist es gährungsfähig, und endlich besitzt es keine Reaction auf den polarisirten Lichtstrahl¹⁾. Das Glycocoll ist ohne Wirkung auf die Reagenzpapiere, löst sich in 4,24—4,35 kaltem Wasser, leichter in heißem als kaltem Weingeist, und ist fast unlöslich in Aether und absolutem Alkohol. — Mit concentrirtem kaustischen Kali erhitzt, entwickelt das Glycocoll Ammoniak und nimmt dabei eine prachtvolle feuerrothe Farbe an, welche beim fortgesetzten Erhitzen verschwindet. Barythydrat und Bleioxyd bringen dieselbe Reaction hervor. Mit schwefelsaurem Kupferoxyd verhindert es, wie eine so große Anzahl organischer Verbindungen, die Fällung des Oxyds durch Kali; die Flüssigkeit wird vielmehr dadurch tiefblau gefärbt. Salpetersaures Quecksilberoxydul wird zu metallischem Quecksilber reducirt.

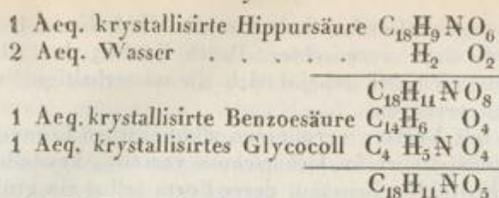
Durch Verdunsten einer wässerigen oder weingeistigen Lösung erhält man Krystalle, welche zum monoklinometrischen System gehören, von der Combination:



Die spitzen Winkel ∞P , durch welche die Orthodiagonale geht, betragen $66\frac{1}{4}^{\circ}$.

Das Glycocoll verbindet sich, wie der Harnstoff, mit Säuren, Basen und Salzen, so dass es nicht streng als eine organische Basis betrachtet werden darf. Die Verbindungen mit den stärkeren Säuren können erhalten werden, indem man Hippursäure mit den freien Säuren kocht; die Benzoesäure scheidet sich ab, und das Glycocoll bleibt mit den Säuren vereinigt. Dabei werden 2 Aequivalente Wasser aufgenommen.

¹⁾ Ventzke. Erdm. Journ. XXV. S. 83.



Bei der Verbindung mit den Säuren nimmt das Glycocoll dann meistens noch Wasser auf.

Die essigsäure Verbindung, $GlHO + HO \cdot \bar{A} + HO$, erhält man durch Auflösen von Glycocoll in Essigsäure und tropfenweisem Zufügen von Alkohol, bis die Lösung sich trübt; bei fortschreitender Krystallisation wird der Zusatz von Alkohol vermehrt.

Ebenso erhält man durch Weinsäure und Palmitinsäure unmittelbar die entsprechenden Salze. Die Versuche, aus Benzoesäure und Glycocoll die Hippursäure zu regeneriren, misslangen bis jetzt, was sich daraus erklärt, dass beide Verbindungen im krystallisirten Zustande, in welchem sie angewendet werden müssen, zwei Aeq. Wasser mehr einschließen, als die Hippursäure. Die salpetersäure Verbindung s. u.

Die Verbindungen mit den schwächeren Säuren werden durch unmittelbares Zusammenbringen des in Wasser gelösten Glycocolls und der Säuren erzeugt; ebenso können auch die starken Säuren mit demselben verbunden werden. Die auf diese Weise dargestellten Salze sind bei einer und derselben Säure oft sehr zahlreich und unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung von einander durch verschiedene Mengen der Basis oder des Wassers, welches sie aufgenommen haben.

Mit der Chlorwasserstoffsäure vereinigt sich das Glycocoll bei Zerlegung der Hippursäure durch jene Säure zu $GlHO + HCl$. Die Verbindung bildet lange, durchsichtige Prismen von starkem Glanze, welche an der Luft Wasser anziehen und zerfließen, aber über Schwefelsäure sich lange Zeit unverändert erhalten. Sie schmecken schwach sauer und zusammenziehend, lösen sich leicht in Wasser und Weingeist, wenig in absolutem Alkohol. — Setzt man Chlorwasserstoffsäure zu einer kalten, wässerigen concentrirten Glycocolllösung und fügt sodann Alkohol hinzu, so setzen sich nach und nach große, regelmäßige, durchsichtige Krystalle ab, welche angenehm sauer-süß schmecken und Lackmus röthen. Sie bestehen aus $2Gl + HCl + HO$. Durch Verdampfen der Lösung über Schwefelsäure erhält man Krystalle, welche rhombische Prismen von 93° und 87° darstellen. Sie sind luftbeständig. Durch Vermischen der wässerigen Lösungen, oder durch Hinüberleiten von gasförmiger Chlorwasserstoffsäure über erwärmtes Glycocoll bekommt man im letzteren Falle unter Wasserausscheidung verschiedene Verbindungen, welche zusammengesetzt sind nach: $2(GlHO) + HCl$; $3Gl + 2HCl + 2HO$; $3Gl + 2HCl + HO$. Diese Verschiedenheiten werden wahrscheinlich zum Theil durch die verschiedenen Temperaturgrade hervorgerufen, bei denen die Krystallisation stattfindet. — Mit Schwefelsäure bildet das Glycocoll ebenfalls zahlreiche Verbindungen; Horsford erhielt eine wasserfreie: $Gl, SO_3^1)$, in langen dünnen Prismen mit gera-

¹⁾ Bei der Analyse wurden jedoch 1,8 Proc. Wasserstoff mehr gefunden, als der Berechnung nach hätte erhalten werden müssen, wodurch die Formel noch unsicherer erscheint.

den Endflächen anschließende, indem er die alkoholische Lösung langsam mit Schwefelsäure vermischt. Durch Kochen der alkoholischen Lösung mit Schwefelsäure scheint sich die wasserhaltige Verbindung: $\text{Gl, SO}_3 + \text{HO}$ zu erzeugen.

Aus einer mit Wasser verdünnten alkoholischen Lösung des Glycocolls, mit Schwefelsäure im Ueberschuss versetzt, krystallisiren nach 24 Stunden rechtwinklige Prismen, deren Form selbst ein großer Ueberschuss von Schwefelsäure nicht ändert; sie schmecken und reagiren sauer und verändern sich nicht an der Luft. Sie bestehen aus $3 (\text{GlHO}) + 2 (\text{HO.SO}_3)$; durch Verschiedenheit der Concentration oder der Temperatur entstehen außer diesen Salzen noch $3 \text{ Gl, } 2 \text{ SO}_3 + \text{HO}$, und $3 (\text{GlHO}), 2 \text{ SO}_3 + \text{HO}$.

Die Verbindung mit der Oxalsäure: $\text{Gl, C}_2\text{O}_3 + \text{HO}$, welche wavelitartig krystallisirt, erhält man durch Kochen der Hippursäure mit freier Oxalsäure; sie wird aus der wässerigen Lösung durch Alkohol ausgeschieden.

Unter den Verbindungen mit Basen sind wenige, welche sich so charakteristisch verhalten, wie die mit den Säuren. In verdünnter Kalilauge löst sich das Glycocoll und erstarrt sodann beim Abdampfen im Wasserbade zu langen, feinen Nadeln, welche beide Bestandtheile enthalten. Sie zerfließen leicht an der Luft und reagiren stark alkalisch. Ebenso vereinigt sich das Glycocoll unmittelbar mit Barythydrat. Die Verbindung mit Kupferoxyd wird dargestellt durch Kochen von Glycocolllösung mit Kupferoxydhydrat. Die Flüssigkeit wird heiß filtrirt und erstarrt beim Erkalten zu einem Gewebe von prächtig blauen Nadeln. Aus einer concentrirten wässerigen Lösung fällt absoluter Alkohol die ganze Menge der Verbindung. Auch durch Vermischen einer Lösung von Glycocoll mit schwefelsaurem Kupferoxyd, Kali und Hinzufügung von Alkohol kann das Salz dargestellt werden. Es ist sehr löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol; durch Kohlensäure wird es nicht zerlegt. Bei $100^\circ - 120^\circ$ getrocknet verliert es ein Aeq. Wasser und besteht dann aus $\text{C}_4\text{H}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CuO}$. Im krystallisirten, wasserhaltigen Zustande enthält es 7,8 % Wasser und 34,6 % Kupferoxyd.

Die Verbindung mit Bleioxyd, dargestellt durch Kochen von Glycocoll-Lösung mit Bleioxyd und Abdampfen der Flüssigkeit, oder Hinzufügen von Alkohol erscheint in schönen farblosen, dem Quecksilbercyanid nicht unähnlichen Nadeln. Sie werden durch die Kohlensäure zerlegt und bestehen aus $\text{C}_4\text{H}_4\text{NO}_3 \cdot \text{PbO} + \text{HO}$. Bei 120° hat die Verbindung ihr Krystallwasser verloren.

Mit Silberoxyd vereinigt sich das Glycocoll sehr leicht, jedoch ist es schwierig, die Verbindung von constanter Zusammensetzung zu erhalten. Beim Kochen mit Silberoxyd, Filtriren und Trocknen der zahlreich gebildeten Krystalle, bei 110° , fand Boussingault die Zusammensetzung der Formel $\text{C}_4\text{H}_4\text{NO}_3 \cdot \text{AgO}$ entsprechend. — Endlich verbindet sich das Glycocoll auch mit einer großen Anzahl von Salzen. Sie entstehen durch unmittelbares Zusammenbringen der Lösungen derselben mit der des Glycocolls und Abdampfen der Flüssigkeiten. Es sind auf diese Weise hervorgebracht worden die der alkalischen Chloride: $\text{Gl} + \text{KCl}$, welches in feinen an der Luft zerfließenden Nadeln krystallisirt, die Verbindung des Chlornatriums, und die des Chlorbaryums $\text{Gl} + \text{BaCl} + 2\text{HO}$, welche in schönen Krystallen des rhombischen Systems, von der Combination $\infty \text{ P.P} \infty . \infty \text{ P} \infty$ anschießt. Sie sind in Was-

ser leicht, nicht in Alkohol löslich und luftbeständig. Mit Platinchlorid bildet das Glycocoll eine in kirschrothen Krystallen anschließende Verbindung. Sie besteht aus $\text{Gl} + \text{PtCl}_2 + 2\text{HO}$, und verwittert an der Luft. Ebenso entsteht mit Zinnchlorid eine krystallisirbare Verbindung. Mit chlorwasserstoffsäurem Berberin bildet das Glycocoll schön orange gefärbte, feine nadelförmige Krystalle $\text{C}_4\text{H}_3\text{NO}_3 + \text{C}_{42}\text{H}_{18}\text{NO}_9 \cdot \text{HCl}$. Mit saurem schwefelsauren Kali erzeugt es ein schwefelsaures Doppelsalz in durchscheinenden prismatischen Krystallen; ebenso bildet sich eine Verbindung mit saurem chromsauren Kali und mit harnsaurem Ammoniak $\text{GlU} + \text{NH}_4\text{O.U}$. Die Verbindungen mit den salpetersauren Salzen kann man betrachten als solche der Glycocollsalpetersäure, oder als Verbindungen des Glycocolls mit den salpetersauren Salzen.

Braconnot hatte bereits beobachtet, dass die Salpetersäure das Glycocoll sowohl in der Wärme, als in der Kälte ganz unverändert auflöse, und beim Eindampfen Krystalle liefere. Diese bilden sich oft erst in dem Augenblicke, wenn die concentrirte Flüssigkeit geschüttelt wird, und erzeugen sodann, von einem Punkte ausgehend, schnell zahlreiche Nadeln, welche die ganze Flüssigkeit einschließen; bei langsamem Abdampfen und Krystallisiren bilden sich durchsichtige tafelförmige Krystalle, dem monoklinometrischen Systeme angehörend. Dessaignes erhielt die Verbindung unmittelbar durch Einwirkung der Salpetersäure auf die Hippursäure. Die sehr sauer und zugleich süß schmeckenden Krystalle werden an der Luft nicht feucht, sie bestehen aus $\text{C}_4\text{H}_3\text{NO}_3$, $\text{HO} + \text{HO.NO}_5$. Die Krystalle verlieren, im trockenen Luftstrom oder im luftleeren Raume lange Zeit bei 110° erhitzt, $4\frac{1}{2}$ Procent an Gewicht, doch unter gleichzeitig eintretender schwacher Bräunung (Boussingault); ein Aeq. Wasser würde 6,7 Procent betragen.

Man hat die salpetersaure Verbindung, ehe man die des Glycocolls mit anderen Säuren kannte, für eine gepaarte Säure angesehen, und sie als Leimzuckersalpetersäure betrachtet. Boussingault, der sie auf eben diese Weise betrachtete, machte bereits eine Erfahrung, welche zeigt, dass man ihre Salze nur ansehen darf als Verbindungen des Glycocolls mit salpetersauren Salzen; denn er fand, dass dieselben Verbindungen, welche man durch Sättigen der Leimzuckersalpetersäure mit Basen erhält, auch dargestellt werden können durch Behandlung der Verbindungen des Glycocolls und der Basen mit freier Salpetersäure, und endlich durch Vermischen von Glycocoll mit den entsprechenden salpetersauren Salzen.

Die bis jetzt dargestellten und untersuchten Verbindungen des Glycocolls mit salpetersauren Salzen sind folgende: salpetersaures Silberoxyd mit Glycocoll unmittelbar gemengt, oder Silberoxyd in salpetersaurem Glycocoll aufgelöst, oder Glycocoll-Silberoxyd mit Salpetersäure behandelt, geben ein regelmäsig krystallisirbares Salz, welches hygroskopisch ist; und beim Erhitzen stark detonirt. Es besteht aus $\text{C}_4\text{H}_3\text{NO}_3 + \text{AgO.NO}_5$.

Das Kalisalz, $\text{Gl} + \text{KO.NO}_5$, wird leicht erhalten durch Vermischen von Glycocoll-Lösung mit der von Salpeter und Hinzufügen von Alkohol, wobei es sich in Krystallen ausscheidet. Es schmilzt wie Salpeter; ist nicht hygroskopisch.

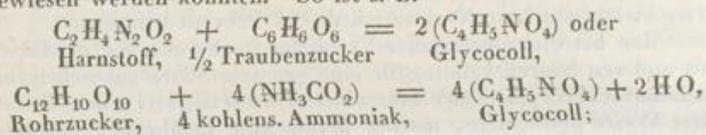
Das Kupferoxydsalz, $\text{Gl} + \text{CuO.NO}_5 + \text{CuO.HO}$, krystallisirt in himmelblauen Nadeln, beim Erhitzen über 160° detonirt es. — Ferner sind dargestellt die Verbindungen mit salpetersaurem Zinkoxyd und

salpetersaurer Baryterde. Diese Salze sind besonders von Boussingault untersucht worden.

Die Zusammensetzung des krystallisirten und getrockneten Glycocolls wurde früher von Boussingault zu $C_{16}H_{18}N_4O_{14}$ angegeben ¹⁾; von Mulder zu $C_8H_9N_2O_7$ ²⁾. Nach Dessaignes bekannt gewordener Beobachtung fand Mulder die Zusammensetzung $C_8H_{10}N_2O_8$ ³⁾, welche procentisch mit der von Horsford gefundenen übereinstimmt, nur das Aequivalent der Verbindung verdoppelt. Auch Berzelius nimmt dieses doppelt so große Aequivalent an ⁴⁾, wogegen jedoch namentlich die Verbindungen mit den Chloriden sprechen.

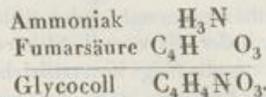
Durch die anhaltende Einwirkung der Schwefelsäure, oder die des galvanischen Stromes lässt sich aus dem Glycocoll Ammoniak entwickeln, ebenso durch die Einwirkung von Kali, wodurch jedoch zugleich Wasserstoff, Cyan und Oxalsäure erzeugt wird. Durch Chlor, wie durch stärker oxydirende Einflüsse, übermangansaures Kali, Salpetersäure, wird eine stickstofffreie Säure gebildet, welche Horsford an Baryt gebunden zusammengesetzt fand aus $C_3H_3O_6$, mit welcher Formel die Analyse jedoch nicht ganz übereinstimmte. Wenn bei der Analyse des Barytsalzes übersehen wurde, dass Kohlensäure bei dem Baryt zurückblieb, so ist für die an den Baryt gebundene Säure eher die Formel $C_4H_3O_5$ anzunehmen. — Durch die Einwirkung eines Polysulphuret von Kalium scheint sich ein schwefelhaltiger Körper zu erzeugen.

Welches die wahre Constitution des Glycocolls sey, ist noch sehr zweifelhaft. Es lassen sich zwar die darin enthaltenen Elemente auf verschiedene Verbindungen zurückführen, ohne dass jedoch diese darin nachgewiesen werden könnten. So ist z. B.



indessen müsste sich die Gegenwart des Zuckers, wie in dem Amygdalin, Salicin, Phloridzin durch die Polarisation des Lichtes nachweisen lassen. Laurent ⁵⁾ sieht es an als eine Amidsäure, welcher die Säure $C_4H_3O_5$ zu Grunde liegt. Diese nennt er Glycolsäure, wonach dann das Glycocoll die Glycolamsäure seyn würde.

Am wahrscheinlichsten ist ein Zusammenhang mit der Fumarsäure, oder einer dieser analog zusammengesetzten Säure; das wasserfreie Glycocoll enthält nämlich die Elemente des Ammoniaks und der wasserfreien Fumarsäure



Auch ist es gelungen, Ammoniak aus dem Glycocoll zu entwickeln, aber nicht die Fumarsäure zu isoliren.

Die Hippursäure wie die Cholsäure lassen sich nicht ganz mit den

¹⁾ Erdm. Journ. XXIV. 174.

²⁾ Ibid. XVI. 292, und Scheikundige Onderzoekingen, I. 1842. p. 17.

³⁾ Erdm. Journ. XXXVIII. 294.

⁴⁾ Jahresbericht. XXVII. 654.

⁵⁾ Erdm. Journ. XLV. S. 170.

zusammengesetzten Aetherarten vergleichen, in denen der Aether durch das wasserfreie Glycocoll vertreten wird. Sie weichen von den gewöhnlichen zusammengesetzten Aetherarten dadurch ab, dass sie selbst noch als Säuren auftreten können; indessen finden sich dafür Analogien bei dem salicylsauren Methoxyd (Gaultheriaöl, s. d.) und dem lecanorsau-rem Aethoxyd. Aber sie unterscheiden sich wesentlich dadurch, dass sowohl wasserfreie Benzoësäure ($C_{14}H_5O_3$) als wasserfreie Cholsäure ($C_{48}H_{39}O_9$) mit wasserfreiem Glycocoll ($C_3H_5NO_3$) die Hippursäure und Cholsäure bilden, welche beide bei der Verbindung mit Basen 1 Aeq. Wasser abgeben, was bei der Verbindung eines neutralen Aethoxyd-salzes nicht wohl denkbar ist, auch bei dem Gaultheriaöl nicht statt- findet.

Md.

Glycyl, hypothetisches Radikal, syn. mit Glyceryl s. Glycerin.

Glycyrrhizin. Glycion, Süßholzzucker, findet sich in den Wurzeln des Süßholzes, *Glycyrrhiza glabra* und *Gl. echinata*, so wie in dem daraus bereiteten Extracte, dem Lakritzen, welche davon ihren eigen- thümlichen, süßen, hintennach kratzend bitteren Geschmack erhalten.

Formel: $C_{16}H_{12}O_6$ nach Vogel; $C_{36}H_{24}O_{14}$ (Lade).

Nach Vogel schlägt man einen heiß bereiteten wässerigen Auszug der Süßholzwurzel durch essigsaures Bleioxyd mit der Vor- sicht nieder, dass das Salz nicht neutral wird, wäscht den Nieder- schlag wiederholt mit destillirtem Wasser und zersetzt ihn, in Wasser fein vertheilt, durch Schwefelwasserstoffgas. Das Schwefelblei bleibt zu- erst in der Flüssigkeit aufgeschwemmt, durch mehrmaliges Aufkochen derselben gelingt es aber, sie filtrirbar zu machen. Man dampft nun vorsichtig zur Trockne ab und löst den Rückstand wiederholt in abso- lutem Alkohol, nach dessen Verdunsten das Glycyrrhizin in gelben Stü- cken zurückbleibt, die auf Platinblech erhitzt, mit rufsender Flamme ohne Rückstand verbrennen.

Lade¹⁾ stellt das Glycyrrhizin auf die Weise dar, dass er den mit kaltem Wasser bereiteten Auszug der Süßholzwurzel einengt, durch Filtriren von einem sich dabei abscheidenden, grünlichen, stickstoffhalti- gen Körper trennt und dann mit einer verdünnten Säure, gewöhnlich Schwefelsäure versetzt, so lange ein Niederschlag entsteht. Dieser klebt alsbald zu einer braunen, pechartigen Masse zusammen, die sich durch öfteres Kneten mit säurehaltigem, dann mit kaltem reinem Wasser von Säure und anorganischen Bestandtheilen so weit befreien lässt, dass beim Verbrennen auf Platinblech höchstens eine Spur von Asche bleibt. Die im Wasserbade getrocknete, spröde Masse wird nun zerrieben, in abso- lutem Alkohol aufgelöst, die Auflösung alsdann bei ganz gelinder Wärme abge- dampft, und dies einige Male wiederholt. Hat man Schwefelsäure zur Fällung angewandt, so muss recht sorgfältig ausgewaschen werden, weil bei einem Rückhalt von Säure das Glycyrrhizin selbst in der Wärme des Wasserbades schon zersetzt wird. Von der Abwesenheit der Schwefelsäure in dem nach obiger Methode dargestellten Glycyrrhizin überzeugte sich Lade dadurch, dass er dasselbe mit kohlen-saurem Kalk glühte, den Rückstand mit Was- ser auslaugte und den Auszug mit Chlorbaryum prüfte. Es konnte sich

¹⁾ Annal. der Chemie Bd. LIX. S. 224.

indess hierbei Schwefelcalcium gebildet haben, deshalb ist diese Prüfung nicht ausreichend.

Das Glycyrrhizin stellt nach dem Abdampfen aus der alkoholischen Lösung eine glänzende, braune, durchscheinende Masse dar, die ein bräunlich gelbes Pulver giebt. Es zeigt keine Spur von Krystallisation und besitzt einen süßen hintennach kratzend bitteren Geschmack. Wie aus dem Obigen erhellt, ist dasselbe in Wasser, besonders in kochendem löslich. Die heisse Auflösung gesteht beim Erkalten gallertartig. In Weingeist, besonders in absolutem, ist es sehr leicht löslich, aber unlöslich in Aether. Die Lösungen in Wasser und Alkohol reagiren stark sauer (Lade) und lassen sich durch reine Thierkohle nicht entfärben. Eine Kohle, welche noch unorganische Bestandtheile hat, schlägt das Glycyrrhizin nieder und macht die Auflösungen desselben geschmacklos. Zusatz von Alkalien färbt die Auflösungen tief gelbbraun und befördert die Auflöslichkeit des Glycyrrhizins in kaltem Wasser. Es scheint in der Wurzel und in dem wässerigen Auszuge an Basen gebunden zu seyn, namentlich an Ammoniak, welches sich bei Zusatz von Kalkhydrat reichlich entwickelt. Durch Säuren wird es davon abgeschieden und bei vermehrtem Zusatz derselben vollständig niedergeschlagen. Vogel hält die so entstandenen Niederschläge für bestimmte Verbindungen mit der zugesetzten Säure. Er fand in einem derselben 7,34 Proc. Schwefelsäure. Nach Lade haben diese Niederschläge keine constante Zusammensetzung, die Säuren liefsen sich durch oft wiederholtes Waschen ganz entfernen.

Das Glycyrrhizin lässt sich von einem etwaigen Säuregehalt durch Digestion mit Alkalien nicht befreien, weil es sich mit dem im Ueberschuss zugesetzten Alkali verbindet. Aus kohlen-saurem Kalk, kohlen-saurem Baryt und Kali treibt es bei Digestionswärme langsam die Kohlensäure aus und giebt damit in Wasser, weniger in Alkohol lösliche Verbindungen, die, wenn sie keinen Ueberschuss an Basen enthalten, nur süfs schmecken und mit Säuren keine Kohlensäure entwickeln. Kohlensäure zersetzt dieselben nicht. Die Bleiverbindung entsteht durch Fällen einer Glycyrrhizinlösung mit essigsäurem Blei. Der bei 100° C. getrocknete gelbe pulverförmige Niederschlag hat die Zusammensetzung: $2 \text{PbO} \cdot \text{C}_{36}\text{H}_{22}\text{O}_{12}$, wenn er mit Weingeist ausgewaschen war. Dem mit Wasser ausgesüfsten Niederschlage entspricht die Formel: $\left. \begin{array}{l} \text{PbO} \\ \text{HO} \end{array} \right\} \cdot \text{C}_{36}\text{H}_{22}\text{O}_{12}$

(Lade). Mit salpetersäurem Silber- und Kupferoxyd, und mit Zinnchlorür giebt das Glycyrrhizin Niederschläge, welche, durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt, an kaltes Wasser nur wenig Auflösliches abgeben. Quecksilberchlorid erzeugt keinen Niederschlag.

Mit Salpetersäure giebt das Glycyrrhizin keine Picrinsalpetersäure. Kocht man einen wässerigen Auszug der Süfsholzwurzel bis zum Aufhören des Schäumens mit Salpetersäure, so erhält man durch Zusatz von Wasser einen gelben Niederschlag, der gehörig gewaschen, in Alkohol und Aether leicht löslich, in Wasser hingegen sehr schwerlöslich ist, und demselben einen sehr bitteren Geschmack und saure Reaction erteilt. In Alkalien ist der Niederschlag leicht löslich, Säuren scheiden ihn aus der Auflösung unverändert wieder ab. Mit den meisten Metallsalzen giebt die alkalische Lösung Niederschläge, die aber ihrer Löslichkeit in der Auswaschflüssigkeit halber keine constante Zusammensetzung haben. Er besitzt die Zusammensetzung $\text{C}_{36}\text{H}_{23}\text{O}_{17}$. Seine Bildung aus dem Glycyrrhizin = $\text{C}_{36}\text{H}_{24}\text{O}_{14}$ liefs sich demnach durch Substitution von 1