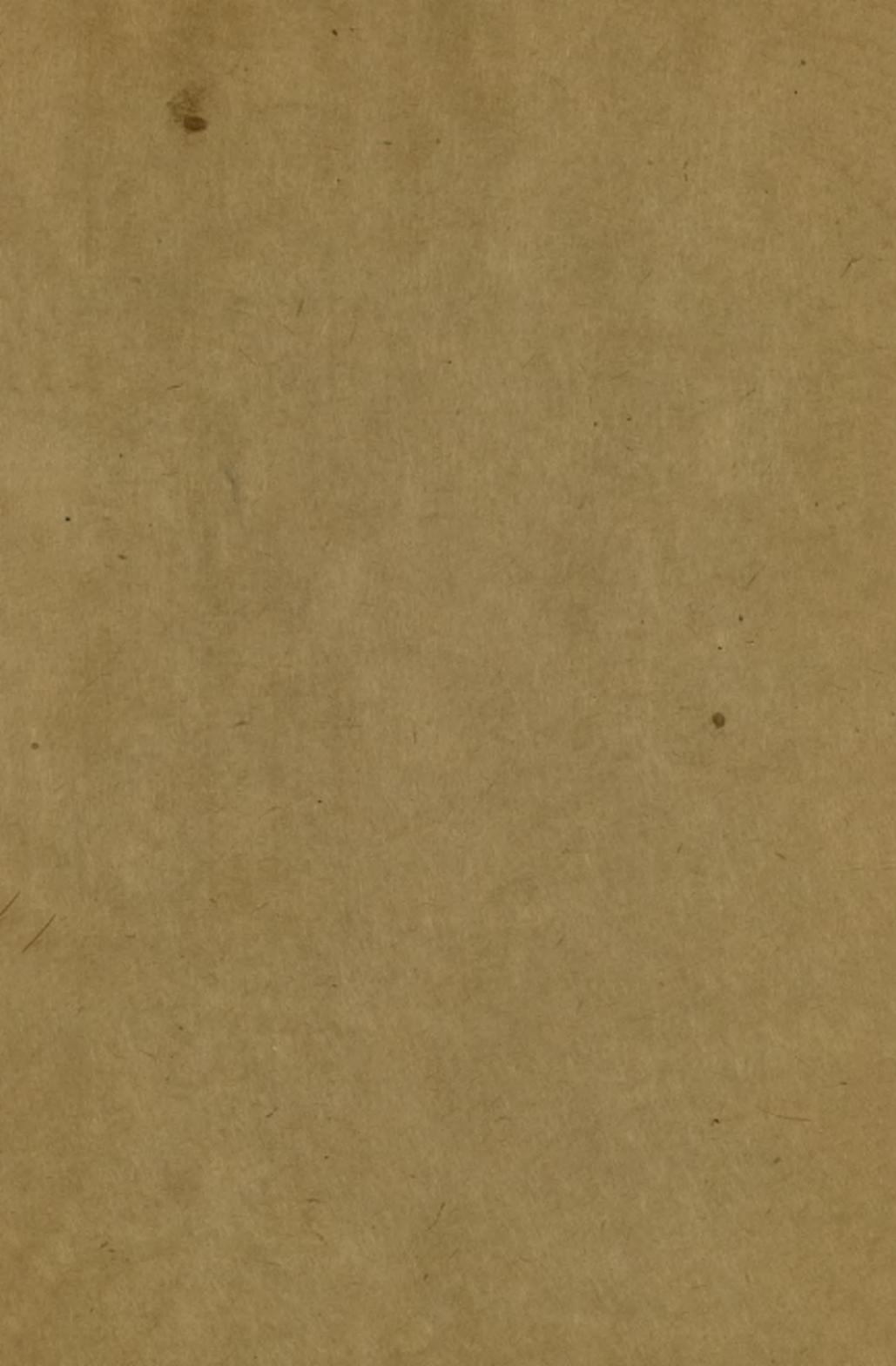
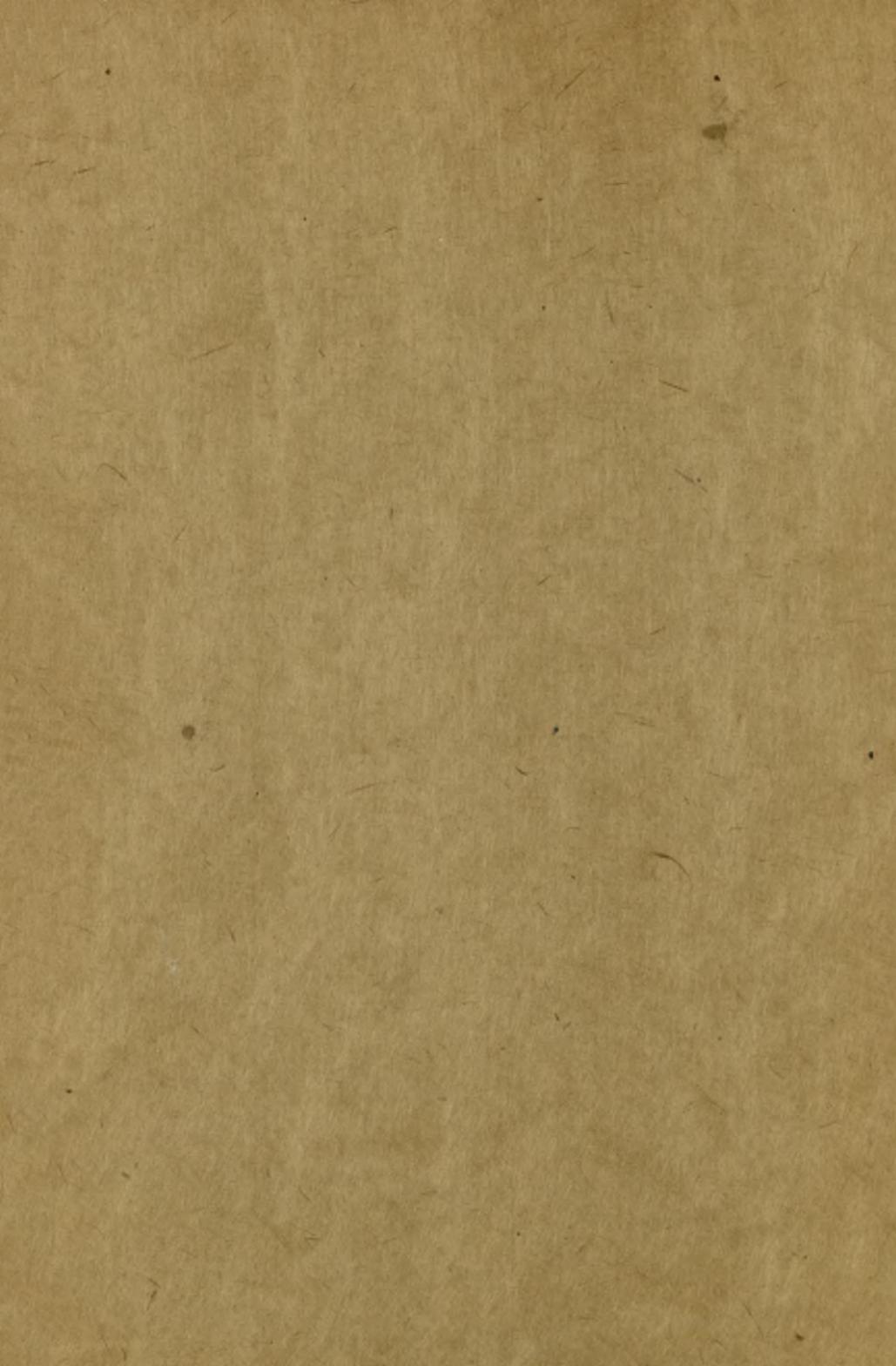


Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296087





Die
farbigen, bunten und verzierten
Gläser.

168

Die farbigen, bunten und verzierten Gläser.

Eine umfassende Anleitung

zur

Darstellung aller Arten farbiger und verzierter Gläser, der vielfarbigen irisierenden und metallisch schimmernden Mode- und Luxusgläser. Ferner der Schmückung der Gläser durch Metalle, Emaille und Bemalung, sowie durch Ätzen, Sandblasearbeit, Gravieren und Schleifen.

Von

Paul Randau,

technischer Chemiker, Verfasser des Werkes „Die Emailfabrikation“.

Mit 17 Abbildungen.



Wien und Leipzig.

A. Hartleben's Verlag.

1905.

(Alle Rechte vorbehalten.)

I-301573

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~I-373~~

002-10-97/2017

K. und I. Hofbuchdrucker Fr. Winifer & Schickardt, Brünn.

Akc. Nr.

~~3905/49~~

Vorwort.

Die Erfindung der Kunst, Körper herzustellen, welche mit jenen, die wir nach unseren gegenwärtigen Begriffen als „Glas“ im eigentlichen Sinne des Wortes bezeichnen, verliert sich im Dunkel der Zeiten. Die ältesten Denkmäler dieser Kunst, welche wir kennen, reichen in die frühe Zeit der Kultur der alten Ägypter zurück. Es lag in der Natur der Sache, daß die ersten Gläser, welche der Mensch herzustellen lernte, farbige waren, indem man zu jenen Zeiten noch keine Ahnung von den Verhältnissen hatte, nach welchen man farbloses Glas erhalten kann — wie denn überhaupt die Bereitung von wirklich farblosem Glase als eine Erfindung der neueren Zeit bezeichnet werden muß, die nur wenige Jahrhunderte hinter der Gegenwart liegt.

Merkwürdigerweise verstanden es aber schon die alten Ägypter, farbige Gläser anzufertigen, und bewahren unsere Museen hochinteressante Stücke solcher farbigen glasartigen und zum Teile auch dem Email ähnlichen Substanzen. Erst mit der größeren Verbreitung chemischer Kenntnisse, zu welchen die Arbeiten der Alchemisten wohl den größten Beitrag lieferten, lernte man kennen, daß verschiedenen Mineralien und Metallen die

Eigenschaft zukomme, dem Glase ganz bestimmte Farben zu erteilen. Als die größten Meister in der Kunst der Darstellung farbiger Gläser müssen wir wohl die Venezianer bezeichnen, deren Arbeiten in farbigen Gläsern noch heute hoch geschätzt sind.

Es blieb aber dem neunzehnten Jahrhundert vorbehalten, die Kunst der Darstellung farbiger Gläser auf jene Höhe gebracht zu haben, auf welcher sie gegenwärtig steht und kommt wohl der größte Anteil an diesem Fortschritte der mächtigen Entwicklung der chemischen Wissenschaft und der Kunstindustrie zu. Man war in den letzteren Jahrzehnten des neunzehnten Jahrhunderts in der Kunst der Darstellung farbiger Gläser soweit gekommen, daß es keine Farbe und keine Abstufungen derselben gibt, welche man nicht dem Glase erteilen kann, und ging mit diesen Fortschritten auch die Ausbildung der Glasmalerei und jene der Emailfabrikation Hand in Hand.

Die Erfindungen, welche sich auf das Äußen der Gläser und die Sandblasearbeiten bezogen, zeigten neue Wege, um Glasgegenstände zu schmücken und die allerneueste Zeit hat uns noch mehrere Verfahren kennen gelehrt, welche dazu verwendet werden können, um dem Glase noch höheren Schmuck zu erteilen, als dies bis nun möglich war. Wir nennen in dieser Richtung nur die Erfindung des Irisierendmachens der Gläser und jene, nach welcher man imstande ist, dem Glase alle metallisch schimmernden Farben und Reflexe zu geben, die wir an alten Metallgegenständen wahrnehmen können.

Das Streben der bildenden Künstler, neue Kunst-

formen zu schaffen und sich hierdurch von der Nachbildung der älteren Kunstrichtungen zu emanzipieren, ist von sehr tief greifendem Einflusse auf die Herstellung farbiger Gläser und die Verzierung derselben geworden. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur eine Sammlung farbiger und verzierter Gläser, welche aus der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts stammt, mit einer solchen zu vergleichen, welche am Beginne des zwanzigsten Jahrhunderts gemacht wurde. Nicht nur, daß man in der Formgebung der Gläser selbst große Abweichungen gegen die früher üblichen Formen wahrnimmt — auch in der Farbengebung hat sich ein mächtiger Wandel vollzogen; die einfachen, nach künstlerischen Grundsätzen zusammengestellten Farben der Gläser werden gegenwärtig durch einen blendenden Reichtum an Farben ersetzt und man gefällt sich, den Glasgegenständen das Aussehen emailirter, mit Metallen eingelegter Gefäße oder uralter, mit Patina überzogener Metallgefäße zu geben.

Bis zur Gegenwart lag kein Werk vor, in welchem die Kunst der Darstellung der farbigen Gläser in weitestem Sinne des Wortes, und alle Verfahren, welche angewendet werden können, um das Glas in der verschiedensten Weise zu schmücken, im Zusammenhange geschildert ist. Das vorliegende Werk ist ein Versuch, ein solches — vor allem für die Praktiker bestimmtes Buch zu schaffen. Der Verfasser war bemüht, jedes in dieser Richtung bis in die neueste Zeit bekannt gewordene Verfahren in sein Werk aufzunehmen — so daß alle Verfahren, die bis zur Drucklegung dieser Zeilen veröffentlicht wurden, in demselben

beschrieben sind. Da er selbst seit langen Jahren auf dem Gebiete der Email- und Glasindustrie tätig ist, hofft er, daß es ihm gelungen sein werde, auch mit dieser Arbeit ein Werk geschaffen zu haben, welches den Praktikern ein willkommenes und nutzbringendes sein möge.

Paul Randau.

I n h a l t.

	Seite
Vorwort	III
I. Einleitung	1
II. Das Glas im allgemeinen	4
Alkali-Kalkgläser	6
Blei-Alkaligläser	6
Die Zusammensetzung der Gläser	7
Die Selbstfärbung der Gläser	10
Das freiwillige Buntwerden der Gläser	11
III. Die farblosen Gläser	13
Die Rohstoffe der farblosen Gläser	16
Die Kieselsäure	16
Die Alkalien	18
Die Bleiverbindungen	19
Die Entfärbungsmittel	20
Das Entfärben mit Mangansuperoxyd	22
Das Entfärben mit arseniger Säure	23
IV. Die Strahlgläser	25
V. Allgemeines über das Färben der Gläser	31
VI. Die färbend wirkenden Substanzen in den Gläsern	37
Das Färben der Gläser mit reinen Präparaten	41
Die Darstellung des Eisenoxydes	42

Darstellung von Manganoxyd	44
" des Kobaltoxydes	44
" " Kupferoxydes	45
" " Antimonoxydes	46
" " Zinnoxides	46
" der Goldlösung	48
Die färbende Kraft der Oxyde	52

VII. Die Darstellung der farbigen Gläser im besondern 53

Gelbe Gläser	54
Schwefelverbindungen	54
Antimonverbindungen	54
Uranoxyd	55
Silbergläser	55
Eisenoxyd	57
Grüne Gläser	58
Chromoxyd	58
Milchfarben	58
Blaue Gläser	59
Kobaltoxyd	59
Kupferoxyd	60
Die Smalte	61
Violette Gläser	73
Manganoxyd	73
Braune Gläser	74
Graue Gläser	74
Schwarze Gläser	75
Rote Gläser. Rotes Rubin glas	76
Das Goldglas oder der Gold Rubin	76
Das Kupfer Rubin glas	81

VIII. Die Verarbeitung des farbigen Glases 84

IX. Die durch Überfärbung entstehenden Gläser 86

Die Darstellung des Chromaventuringlases	89
" " " Hämatin glases	91

	Seite
Die Darstellung des Astralites	94
" " " Aventuringlases	95
X. Die weißen Gläser	98
Das Beinglas	100
Die Opalgläser	104
Die Kryolithgläser	107
Das Alabasterglas	111
Das Eisglas	114
XI. Die weißen Emailgläser	115
Die Herstellung der zu schmelzenden Massen	119
Das Schmelzen der Emailmasse	123
Die Zusammensetzung der Emailmassen	130
Emailmassen mit Zusatz von Glas oder Porzellan	131
Die Darstellung von Emailen unter Benützung farbloser Gläser	132
Emailsätze für farbige Emaille	134
Die Färbung der undurchsichtigen Gläser	135
Sätze für gelbe, grüne, blaue, rote und violette Emaille	139
XII. Die Glaspespezialitäten	143
Die Willestiorigläser	144
Die irisierenden Gläser	146
Das Trisierendmachen in der Hitze	148
Das Trisierendmachen auf nassem Wege	151
Die Marmor-, Achat- oder Zaspisgläser	154
Die Perlmuttergläser	157
Die Atlasgläser	159
Die Lüstergläser oder geflajerten Gläser	160
Die Resinate	161
Das Einbrennen der Lüsterfarben	165
Die geflammten Gläser	170
Die Darstellung der lüstrierten und geflammten Gläser unter Anwendung von Wasserglasfarben	170

	Seite
XIII. Die Darstellung der Edelsteinnachahmungen	174
Die Darstellung von Rubinachahmungen	177
" Nachahmungen von Saphiren	179
" " " Smaragden	180
" " " Topasen	181
" " " orientalischen Granaten	181
" " " Amethysten	182
" " " undurchsichtigen Edelsteinen	183
" " " von Türkisen	184
" " " Chrysopras	184
" " " Opalen	185
XIV. Die Prüfung von Glasfäßen	186
Die Öfen zum Schmelzen von Proben	188
XV. Das Verzieren der Gläser durch Malerei	195
Die Darstellung der Flüsse	197
Der Bleifluß	198
Der Blei-Boraxfluß	199
Die Farben für die Glasmalerei	203
" weißen Farben	203
" gelben "	205
" roten "	207
" grünen "	210
" blauen "	211
" violetten "	212
" braunen "	213
" schwarzen "	214
Das Malen und Einbrennen der Farben	214
Das Verzieren der Gläser mit Glasstaub	217
XVI. Das Verzieren der Gläser durch Emaildruck	219
Das Muffelglas	223
XVII. Das Verzieren der Gläser mit Metallen	226
Das Vergolden des Glases	227
Vergolden von Glas nach Liebig	231

	Seite
Vergolden von Glas nach Böttger	232
Das Verfilbern des Glases	233
Verfilbern des Glases nach Liebig	233
Das Verzieren von Glasgegenständen mit Silber auf galvano- plastischem Wege	237
Verzieren von Glas mit Kupfer auf galvanoplastischem Wege	239
Das Verzieren der Gläser mit Platin	240
Das Verzieren der Gläser auf mechanischem Wege	246
Das Prägen von Glasverzierungen	247
XVIII. Das Ätzen der Gläser	249
Der Fluorwasserstoff	253
Die Darstellung des Fluorwasserstoffes im großen	254
Das Fluornatrium — Fluorwasserstoff	260
Das Fluorammonium	260
XIX. Die Ausführung der Glasätzung	261
Das Ätzen mit gasförmiger und flüssiger Fluorwasserstoffsäure	262
" " auf nassem Wege	267
" " mittels der sauren Fluoride	270
Unmittelbares Ätzen von Glas	273
Das Heißätzen von Glas	275
Die Anwendung des Ätzens für künstlerische Zwecke (die Hyalographie)	276
Das Ätzen auf photographischem Wege	278
" " mittels des Umdruckes	281
" " mit Hilfe der Schablonen	285
" " von Spitzenmustern	291
" Mattieren und Körnen des Glases durch Ätzung	296
" " durch Schleifen mit Sand	298
" Schleifen großer Glastafeln	299
" " runder Glasgegenstände	301
XX. Das Schleifen der Gläser mittels der Sandstrahlgebläse	304
Die Luftsandstrahlgebläse	310
Die Dampfsandstrahlgebläse	316

	Seite
Das Bearbeiten ebener Glastafeln und runder Gegenstände mit dem Sandstrahlgebläse	320
Die Schablonen für die Sandblasearbeit	323
Die Herstellung großer Zeichnungen mittels der Sandblase- arbeit	333
XXI. Nachahmungen von Ähungen und Sandblasearbeit . . .	339

Die
farbigen, bunten und verzierten
Gläser.

I. Einleitung.

Wie es bei der Mehrzahl wichtiger Erfindungen und Entdeckungen, welche in alter Zeit gemacht wurden, der Fall ist, erscheint auch die Erfindung des Glases in das Dunkel der Sage gehüllt und wird dieselbe gewöhnlich irgendeinem der alten Kulturvölker Westasiens oder Afrikas zugeschrieben. Die von Plinius erzählte Geschichte, daß das Glas eine Erfindung phönizischer Schiffer sei, gehört unbedingt in das Gebiet der Fabel. Nach Plinius landeten phönizische Kaufleute an den Ufern des Flusses Belos, um ihre Mahlzeit zu bereiten. Sie bauten zu diesem Zwecke aus Stücken von Soda einen Herd, stellten auf diesen ihre Kessel und zündeten unter denselben Feuer an. Nachdem dieses niedergebrannt war, hatte sich aus dem Natron der Soda und der Kieselsäure des Ufersandes eine geschmolzen gewesene Masse gebildet, welche Glas war.

Diese Geschichte ist so oft erzählt worden, daß sie bei den Laien allmählich den Stempel der Wahrheit erhielt; in Wirklichkeit erscheint es aber ganz unmöglich, auf die eben angegebene Weise Glas zu erhalten, denn die Temperatur, welche erforderlich ist, um aus den Grundbestandteilen des Glases dieses selbst zu bilden, ist eine ungemein hohe und könnte nie in einem offenen Herde erreicht werden.

Soweit gegenwärtig die Forschungen über die technischen Kenntnisse der ältesten uns bekannt gewordenen Kulturvölker reichen, erscheint es fast unwiderleglich festgestellt, daß die alten Ägypter nicht nur die Erfinder der Fabrikation des Glases waren, sondern daß sie es in der Kunst der Glasmacherei auf eine so hohe Stufe

gebracht haben, daß wir die bis auf unsere Zeit erhalten gebliebenen altägyptischen Glasarbeiten mit Staunen betrachten.

Die Ägypter verstanden es nicht nur, vollkommen farbloses Glas herzustellen, sie kannten auch die Kunst, Glasmassen verschieden zu färben; in unseren Museen finden sich prachtvoll blaue, grüne, durchscheinende und weiße Gläser vor; eine in Theben gefundene Glasperle trägt in Hieroglyphen den Namen des Königs Ramafa, welcher etwa 1500 v. Chr. lebte.

Daß die Glasmacherei im alten Ägypten eine sehr häufig geübte Kunst war, wird am unwiderleglichsten durch Wandgemälde bewiesen, die sich in den Königsgräbern von Beni Hassan und Theben bis auf unsere Tage erhalten haben und die Arbeiten in einer Glashütte darstellen. Daß Glasperlen schon zu jener Zeit ein wahrscheinlich billig zu beschaffender Schmuck waren, ergibt sich schon daraus, daß man in Mumien, welche durchaus nicht jener besonders Reicher waren, vielfach farbige Glasperlen vorgefunden hatte.

Die Ägypter — ebenso geschickt als Handelsleute wie als Künstler, verstanden es auch, ihre Gläser zu einem durch die ganze damalige Kulturwelt gehenden Artikel zu machen — Alexandria, und nächst dieser Stadt auch noch Sidon und Tyrus, waren wichtige Handelsplätze für ägyptisches Glas. Die Römer verpflanzten die Glasfabrikation zuerst nach Europa und wurden die ersten Glasfabriken in Rom selbst errichtet; wahrscheinlich waren die ersten Arbeiter in diesen Fabriken aus Ägypten nach Rom gebracht worden. Die römischen Glasfabriken lieferten namentlich farbige Gefäße, teils als Schmuckgegenstände, teils für den täglichen Gebrauch, und sollen auch schon im dritten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung Fensterglas dargestellt haben.

Was die Erfindung der Kunst des Färbens der Gläser betrifft, dürfte dieselbe wohl so alt sein, als die Erfindung der Glasmacherei selbst; es läßt sich mit Sicherheit annehmen, daß die ältesten Gläser entweder

grün oder braun waren und in bezug auf ihre Farbe unseren ordinären Flaschengläsern nahe standen. Aber auch andersfarbige Gläser waren leichter herzustellen als die farblosen, so daß schon in früher Zeit eine große Zahl von farbigen Gläsern zur Verfügung stand.

Der Gedanke, aus farbigen Gläsern Stifte herzustellen, welche dann zu Bildern zusammengefügt werden konnten, ist ein sehr alter, und läßt sich die Herstellung dieser Bilder von den alten Mosaikarbeiten ableiten, welche früher aus farbigen Steinen angefertigt wurden. Schon in der ältesten christlichen Kirche, welche bis auf unsere Zeit erhalten blieb, in der Sophienkirche in Konstantinopel, ist an den Wölbungen Bilderschmuck angebracht, welcher aus farbigen Glasstücken zusammengesetzt ist. Die venezianischen Glasmosaiken an der Markuskirche zu Venedig sind ebenso weltbekannt wie die farbigen Gläser Venedigs überhaupt.

Schon im frühen Mittelalter waren die farbigen Gläser von der Insel Murano bei Venedig weltberühmt; der Ruf der venezianischen Gläser breitet sich immer mehr aus und dürfte im achtzehnten Jahrhundert seinen Höhepunkt erreicht haben. Neben den bunten Gläsern waren es aber besonders die Spiegel, welche den Ruhm der venezianischen Glaskünstler durch die ganze Welt trugen, denn bis zu jener Zeit konnte man nirgends Spiegel herstellen, welche an Schönheit und Größe den venezianischen gleich gekommen wären. Gegenwärtig hat sich die venezianische Glasindustrie namentlich durch die Bestrebungen Salviatis wieder ausschließlich den farbigen Gläsern zugewendet und sind es namentlich die aus freier Hand geformten, oft phantastisch gestalteten Blumen, Pokale, Schalen usw., welche gegenwärtig eine echt venezianische Spezialität bilden — denn Dank den Fortschritten der chemischen Wissenschaften kann man gegenwärtig überall, wo man die hierfür geeigneten Materialien zur Verfügung hat, Glas von beliebiger Färbung herstellen, doch erfordert die Durchführung der Darstellung eine sehr bedeutende Summe von theoretischen

und praktischen Kenntnissen. Nur wenn der Leiter der Fabrik diese Kenntnisse besitzt, wird es ihm möglich sein, die Aufgabe, ein Glas von einem ganz bestimmten Farbenton herzustellen, wirklich zu lösen.

II. Das Glas im allgemeinen.

Im weitesten Sinne des Wortes kann man als Glas eine Verbindung einer Basis mit Kieselsäure bezeichnen, jedoch ist diese Bezeichnung nur in rein theoretischem Sinne richtig und entspricht nicht jenem Begriffe, den man im gewöhnlichen Leben von dem Glase hat. Bekanntlich versteht man im gewöhnlichen Verkehre unter Glas einen Körper, welcher gegen die Einwirkung der verschiedensten chemischen Agenzien, sowie gegen höhere Temperaturen vollkommen indifferent ist und sich durch große Härte und Glanz auszeichnet.

Was die chemische Indifferenz betrifft, welche dem Glase zukommt, ist dieselbe in Wirklichkeit eine nur scheinbare und für den Laien vorhandene; genaue chemische Untersuchungen eines Glases — es mag was immer für eine Zusammensetzung haben — lehren, daß das Glas von allen chemischen Agenzien angegriffen wird; selbst das Wasser nimmt einen sehr bedeutenden zersetzenden Einfluß auf das Glas.

Um das Glas in chemischer Beziehung zu charakterisieren, müssen wir dasselbe als ein Doppelsilikat bezeichnen, das heißt, als eine Verbindung zweier Silikate miteinander. Nur diesen Doppelsilikaten kommt die Indifferenz gegen chemische Einwirkung, die Härte und der Glanz zu, welche man im gewöhnlichen Leben als wesentlichste Eigenschaften eines Glases bezeichnet. Wir können daher als Glas die Verbindung eines Alkalisilikates mit einem Erd- oder Metallsilikat bezeichnen.

Die Alkalien — Kali und Natron — liefern, wenn man sie mit Kieselsäure zusammenschmilzt, Massen, welche die physikalischen Eigenschaften eines Glases im all-

gemeinen zeigen, sich aber dadurch auszeichnen, daß sie in Wasser löslich sind; man bezeichnet daher diese Glasarten als „Wasserglas“ und benützt die Lösung derselben zu verschiedenen Zwecken. Was die Schmelzbarkeit der Alkalisilikate betrifft, sind dieselben die am leichtesten schmelzbaren unter allen Silikaten; sie schmelzen schon in dunkler Rotglut, u. zw. die Natrongläser leichter als die Kaligläser.

Die Silikate der Erdalkalien und Erdmetalle erfordern schon sehr hohe Hitzegrade, um geschmolzen zu werden, und liefern dann keine eigentlichen Gläser, sondern nur durchscheinende, stark kristallinische Massen. Kalk- und Magnesia-silikate stehen in bezug auf ihre Schmelzbarkeit ziemlich auf gleicher Stufe — die Thonerdesilikate erfordern aber schon die höchsten Hitzegrade, welche wir in unseren Öfen hervorzubringen imstande sind, um geschmolzen zu werden.

Was die Silikate der schweren Metalle betrifft, sind sowohl die Eisen- als die Mangansilikate bedeutend leichter schmelzbar als die Kalk- und Magnesia-silikate. Ganz besonders leicht schmelzbar sind aber die Blei- und Zinksilikate und zeichnen sich auch durch eine viel geringere Härte den anderen Silikaten gegenüber aus.

Es ist selbstverständlich, daß man auch die Silikate anderer Schwermetalle herstellen kann; wir kennen Kupfersilikat, Nickelsilikat usw. Diese Silikate haben aber nur eine rein theoretische Bedeutung, ohne daß man sie überhaupt in der Glasfabrikation verwenden würde. Für die Zwecke der letzteren kommen nur die Silikate der vorgenannten Metalloxyde und das Baryum- und das Strontiumsilikat in Betracht.

Mit Ausnahme der Eisen- und Mangansilikate sind die hier aufgezählten Silikate sämtlich ungefärbt; wenn wir einem aus diesen Silikaten zusammengesetzten Glase gewisse Mengen von Verbindungen anderer Metalle zusetzen, so treten diese in das Glas in der Weise ein, daß sie sich in demselben lösen und ihm eine charakteristische Färbung erteilen. Derartige Körper sind z. B. die Ver-

bindungen des Chroms und des Kobalts; ersteres erteilt den Gläsern eine grüne, letzteres eine blaue Färbung; Uranverbindungen färben gelbgrün, Kupfer je nach den Verhältnissen rot oder grün usw.

Wir können jetzt dem Gesagten zufolge eine Einteilung der Gläser in folgender Weise vornehmen:

Alkali-Kalkgläser.

Diese bestehen der Hauptsache nach aus den Silikaten des Kali oder des Natrons mit Kalksilikat; die Natrongläser sind leichter schmelzbar und haben auch einen schöneren Glanz als die Kaligläser. Letztere zeichnen sich durch bedeutend höherliegenden Schmelzpunkt und durch absolute Farblosigkeit aus, während die Natrongläser stets einen bläulichen Stich zeigen. Unser gewöhnliches Gebrauchsglas besteht fast immer aus Kali-Natronsilikat verbunden mit Kalksilikat; außerdem kommen in diesen Gläsern gewöhnlich kleine Mengen von Magnesia- und Aluminiumsilikat vor, welche aber nicht absichtlich der Glasmasse zugefügt werden, sondern durch die nicht chemisch reinen Rohstoffe, aus denen man die Glasmasse zusammensetzte, in diese gelangen.

Unsere Gläser für den gewöhnlichen Gebrauch sind durchgehends Alkali-Kalkgläser; was die in ihnen enthaltenen Alkalien betrifft, kommen in den meisten derselben sowohl Kali als Natron in verschiedenen Verhältnissen vor; seltener fehlt entweder Natron (reine Kaligläser) oder umgekehrt das Kali (reine Natrongläser).

Blei-Alkaligläser.

Diese Gläser bestehen ihrer Hauptsache nach aus Bleisilikaten, neben welchen geringe Mengen von Alkalisilikaten vorkommen. Die Bleigläser zeichnen sich durch geringe Härte, leichte Schmelzbarkeit und durch ein sehr hohes Lichtbrechungsvermögen und Glanz aus; der letztgenannten Eigenschaften wegen werden sie hauptsächlich zur Anfertigung solcher Gegenstände verwendet, bei

welchen es nicht auf besondere Härte und Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse ankommt, sondern welche zu Luxuszwecken dienen sollen oder bei welchen die Hauptsache in dem hohen Lichtbrechungsvermögen liegt.

Man fertigt aus Bleigläsern vorzugsweise farbige Gläser an, welche zur Nachahmung von Edelsteinen oder von Mosaiken dienen sollen; sie werden ferner dort verwendet, wo das Farbenspiel geschliffener Prismen wirken soll, wie dies bei der Herstellung von Kronleuchtern und Lustern der Fall ist. Eine ungemein wichtige Anwendung der Bleigläser ist jene zur Anfertigung von Linsen für optische Instrumente; erst seitdem man diese Gläser in der vollkommenen Weise herzustellen imstande ist, wie dies in der Neuzeit gelungen, hat auch der Bau der optischen Instrumente große Fortschritte gemacht.

Die Zusammensetzung der Gläser.

Wie sich aus zahllosen Analysen ergeben hat, welche man mit Gläsern aus den verschiedensten Fabriken vorgenommen hat, schwankt die prozentische Zusammensetzung der Gläser innerhalb sehr weiter Grenzen und lassen wir nachstehend eine Zusammenstellung folgen, in der für die einzelnen Bestandteile der Gläser die Grenzwerte angegeben sind.

Weißes Natronglas.

Kieselsäure	66,50 — 76,00	Prozent
Natron	10,00 — 18,00	"
Kalk	10,00 — 16,00	"
Tonerde	0,50 — 10,00	"

Weißes Kaliglas.

Kieselsäure	62,50 — 80,00	Prozent
Kali	11,00 — 22,00	"
Kalk	5,00 — 15,00	"
Tonerde	0,00 — 4,00	"

Weiße Bleigläser.

Kieselsäure	40,00 — 60,00	Prozent
Natron	0,00 — 3,00	"
Kali	6,00 — 12,00	"
Kalk	0,00 — 2,00	"
Bleioxyd	28,00 — 53,00	"

Durch eine lange Reihe chemischer Untersuchungen ist man dahin gelangt, festzustellen, daß gute Gläser, das heißt solche, welche in bezug auf Widerstandsfähigkeit, Härte, Glanz usw. vollkommen entsprechen, eine Zusammensetzung haben, welche sich in ganz bestimmten chemischen Formeln ausdrücken läßt; diese Verbindungen sind immer Doppelsilikate, in welchen die drei Bestandteile (Alkali, Kalk, Kieselsäure oder Alkali, Bleioxyd, Kieselsäure) in gewissen Äquivalenzverhältnissen vorhanden sind. Mit Rücksicht auf diese Tatsache hat man die Verhältnisse zusammengestellt, in welchen die einzelnen Bestandteile in den fertigen Gläsern enthalten sein sollen, und haben sich hierbei die nachstehenden Zahlen ergeben.

Natrongläser.

Natron	Kalk	Kieselsäure	Entsprechend der Formel
13,0	11,7	75,3	$\text{Na}_2\text{O Ca O} \cdot 6 \text{Si O}_2$
10,8	13,7	75,5	$5 \text{Na}_2\text{O} \cdot 7 \text{Ca O} \cdot 36 \text{Si O}_2$
11,8	12,8	75,4	$5 \text{Na}_2\text{O} \cdot 6 \text{Ca O} \cdot 33 \text{Si O}_2$

Kaligläser.

Kali	Kalk	Kieselsäure	Entsprechend der Formel
18,5	10,9	70,6	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Ca O} \cdot 6 \text{Si O}_2$
15,6	12,9	71,5	$5 \text{K}_2\text{O} \cdot 7 \text{Ca O} \cdot 36 \text{Si O}_2$
16,9	12,0	71,1	$5 \text{K}_2\text{O} \cdot 6 \text{Ca O} \cdot 33 \text{Si O}_2$

Bleigläser.

Kali	Bleioryd	Kieselsäure	Entsprechend der Formel
13,9	32,4	53,2	$K_2O \cdot PbO \cdot 6SiO_2$
11,2	37,2	51,6	$5K_2O \cdot 7PbO \cdot 36SiO_2$
12,4	35,3	52,3	$5K_2O \cdot 6PbO \cdot 33SiO_2$

Was den Wert dieser Zahlen für die Praxis betrifft, ist derselbe ein nicht zu unterschätzender; wenn man die Bestandteile der Glasmasse nach den angegebenen Zahlen kombiniert, wird man immer ein brauchbares Glas erhalten; außerdem wird man aber auch imstande sein, gewisse Bestandteile der Gläser durch andere zu ersetzen und hierdurch neue Kombinationen für Glasmassen erzielen können. So kann man Kali oder Natron durch die entsprechenden Mengen der gleichwertigen Oxide der Elemente Lithium oder Thallium ersetzen; der Kalk kann durch die gleichwertigen Oxide Barium-, Strontium- oder Zinkoxyd vertreten werden.

Manche dieser Glaskompositionen haben sich zwar nicht bewährt, wie dies z. B. mit den Kalk-Bariumgläsern der Fall war; andere besitzen jedoch gewisse Eigenschaften der Gläser in besonders hohem Grade und übertreffen z. B. die thalliumhaltigen Gläser an Lichtbrechungsvermögen alle anderen.

Seitdem man in der Einrichtung der Öfen, in welchen das Schmelzen des Glases vorgenommen wird, es so weit gebracht hat, daß man in denselben ungemein hohe Temperaturen herzustellen imstande ist, wendet man auch häufig Glasfäße an, welche bedeutende Mengen von Tonerde enthalten. Die Tonerdegeläser schmelzen erst bei sehr hoher Temperatur, zeichnen sich aber durch sehr große Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien aus; manche derartigen Gläser sind jedoch nicht durchsichtig, sondern nur eigentümlich durchscheinend, und werden zur Herstellung gewisser Spezialitäten verwendet. Das unter dem Namen Heißguß-Porzellan bekannte Material ist in Wirklichkeit kein Porzellan, sondern besteht aus einem sehr tonerdereichen Glase.

Die Selbstfärbung der Gläser.

Bevor wir zur Besprechung jener Verhältnisse übergehen, welche für die Darstellung von farbigen Gläsern maßgebend sind, müssen wir eine Erscheinung besprechen, welche sich im Laufe der Zeit an ursprünglich farblosen Gläsern einstellt und als „Selbstfärbung“ der Gläser bezeichnet werden kann. Es ist nämlich durch vielfache Versuche festgestellt worden, daß sich vollkommen farblose Gläser, wenn sie durch längere Zeit der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt werden, deutlich färben.

Bis nun kennt man nur diese Tatsache, ohne daß man jedoch für dieselbe eine vollkommen befriedigende Erklärung geben könnte. Am wahrscheinlichsten ist noch die Annahme, daß durch den Einfluß von Lichtstrahlen, denen eine besonders kräftige chemische Wirksamkeit zukommt, ungemein geringe Mengen von Körpern, welche zufällig in der Glasmasse enthalten sind und in großen Mengen tatsächlich kräftig färbend auf das Glas einwirken, in färbend wirkende Verbindungen übergeführt werden. Eine Stütze findet diese Anschauung darin, daß derartige Gläser sich nicht färben, wenn man zu ihnen nur Licht gelangen läßt, welches in chemischer Beziehung nur wenig wirksam ist. Bedeckt man ein farbloses Glas mit einem orangefarbenen oder roten, so färbt es sich nicht, wenn man es dem Lichte aussetzt. Nimmt man hingegen ein blaues oder violettes Glas, welches Licht von der größten chemischen Wirksamkeit durchläßt, so tritt die Selbstfärbung des Glases ebenso ein, als wenn dasselbe ganz frei dem Sonnenlichte dargeboten würde.

Eine weitere merkwürdige Erscheinung in bezug auf die Einwirkung des Lichtes ist die, daß weißes Bleikristallglas, ferner Flintglas für optische Instrumente gegen die Einwirkung des Lichtes indifferent sind. Auch ein Glas, welchem man absichtlich einen schwachen bläulichen Farbenton gegeben hat, verändert sein Aussehen am Lichte nicht. Gläser verschiedenen Ursprunges änderten nach besonderen Versuchen, wenn sie ein Jahr lang dem Lichte ausgesetzt waren, ihre Farben in folgender Weise:

Glasorte	Vor der Belichtung	Nach der Belichtung
Französisches Tafelglas . .	bläulichweiß	gelblich
Deutsches Kristallglas . . .	schwachgrün	ins Bläuliche neigend
Englisches Tafelglas . . .	schwachgrün	gelblich grün
Englisches Kronglas . . .	schwachgrün	schwach purpurn
Belgisches Fensterglas . . .	bräunlichgelb	dunkelpurpurn
Englisches Fensterglas . . .	dunkelgrün	bräunlichgrün
Amerikanisches Kristallglas .	schwach bläulich	weißpurpurn
Amerikanisches Kristallglas .	schwach bläulich	schwach gelbgrün
Ordinäres amerik. Glas . .	bläulichgrün	unverändert

Die Ansichten über die Ursachen der freiwilligen Farbenänderung der Gläser bei der Belichtung gehen weit auseinander; von der Mehrzahl der Chemiker wird jedoch angenommen, daß es hauptsächlich die Oxyde des Eisens und des Mangans sind, welche dieselbe bewirken. Es soll nämlich unter dem Einflusse des Lichtes ein Austausch von Sauerstoff zwischen diesen beiden Oxyden stattfinden und soll demnach die verschiedene Färbung zustande kommen; überwiegt das Eisenoxyd, so entstehen die mehr in das Gelbe neigenden Farbentöne; ist hingegen das Manganoxyd vorherrschend, so kommen die roten Töne zum Vorscheine.

Es ist trotzdem nur schwierig zu erklären, wie sich der Austausch von Sauerstoff in einer so starren Masse, wie sie uns im Glase erscheint, vollziehen soll. Wahrscheinlicher ist die Annahme, daß sich beim freiwilligen Färben des Glases ähnliche Vorgänge vollziehen, wie man sie bei dem sogenannten „Anlaufenlassen“ der mit Gold gefärbten Gläser beobachtet. Solche Gläser bleiben, wenn sie auf gewöhnliche Art gekühlt werden, farblos, sie färben sich aber sofort amethystrot, wenn man sie in ungekühltem Zustande der Einwirkung des Lichtes aussetzt.

Das freiwillige Buntwerden der Gläser.

Man macht an manchen Gläsern — gewöhnlich an sehr ordinären Gläsern — häufig die Wahrnehmung,

daß sie an gewissen Stellen anfangen zu schillern und stellenweise die schönsten Regenbogenfarben zeigen. Ganz besonders häufig hat man Gelegenheit, diese Erscheinungen an Stallfenstern zu beobachten und nimmt sie in der Regel an antiken Glasgefäßen wahr, welche durch viele Jahrhunderte in der Erde lagen.

Dieses Buntwerden der Gläser ist aber keine durch die ganze Masse des Glases gehende Farbenänderung, sondern findet sich nur auf der Oberfläche vor. Sie kommt dadurch zustande, daß sich die Glasmasse an der Oberfläche zersetzt und auf der unzeretzten Masse nunmehr ungemein dünne Blättchen farbloser Substanz liegen. Je nach der Dicke derselben kommen verschiedene Farbenerscheinungen zustande. Wir haben es also in diesem Falle mit einer optischen Erscheinung zu tun, welche sich auch zeigt, wenn man Petroleum auf Wasser ausbreitet; in dem Maße, als die Petroleumschichte durch Verdampfen allmählich immer dünner wird, ändern sich auch die Regenbogenfarben, welche man zuerst nur an den Rändern der Petroleumschichte beobachtet.

Daß man das Buntanlaufen häufig an den Fensterscheiben von Ställen beobachtet, hat seinen Grund darin, daß dieselben gewöhnlich aus einer geringen, leicht zersetzbaren Glasmasse hergestellt werden und außerdem fortwährend der Einwirkung der reichlichen Mengen von Ammoniak ausgesetzt sind, welche sich in den Ställen entwickeln, und dazu beitragen, die Zersetzung des Glases an der Oberfläche zu bewerkstelligen.

Durch Anwendung verschiedener chemischer Agenzien, welche das Glas sehr energisch angreifen, kann man das Buntanlaufen der Gläser an der Oberfläche in ganz kurzer Zeit hervorrufen, und ist hierdurch imstande, Farbenwirkung von unbeschreiblicher Pracht hervorbringen. Wenn man nämlich die Einwirkung der Chemikalien nur durch kurze Zeit andauern läßt, so erhält man Gläser, welche nur ein leichtes Schillern in allen Farben des Regenbogens zeigen und sich in ihrem Aussehen am besten mit jenem einer großen Seifenblase

vergleichen lassen. Bei längerer Einwirkung der Chemikalien treten die Schillerfarben bestimmter auf, und kann man es durch entsprechende Behandlung der Gläser dahin bringen, daß an bestimmten Stellen der Gläser ganz bestimmte Farben entstehen und die einzelnen Farben allmählich ineinander verlaufen.

Wenn man dem zeretzten Glase eine Unterlage eines farbigen Glases gibt oder an den sogenannten überfangenen Gläsern an gewissen Stellen das Überfangglas wegnimmt und dann die Chemikalien auf die Gläser einwirken läßt, so ergibt sich eine gerade das Auge bewirkende Farbenpracht, welche mit jener der schönsten Schmetterlinge oder Kolibris nicht nur in Parallele gestellt werden kann, sondern sie sogar noch übertrifft.

III. Die farblosen Gläser.

Die Basis aller farbigen Gläser muß immer ein rein weißes Glas bilden — vorausgesetzt, daß man ein Glas von ganz bestimmter reiner Färbung erhalten will, wie dasselbe für Luxusgegenstände in jedem Falle sein muß. Erst das rein weiße — das heißt eigentlich „farblose“ Glas — wird in der entsprechenden Weise behandelt, um in farbiges Glas überzugehen.

Es ist gar kein Zweifel darüber, daß die ersten Gläser, welche die Menschen darstellten, farbige waren, und ist es höchst wahrscheinlich, daß diese Gläser entweder von grüner oder brauner Farbe waren — eine Annahme, welche durch die Funde antiker Glasgegenstände bestätigt wird. Es ist nämlich diese Färbung der Gläser auf einen Gehalt der zu ihrer Darstellung verwendeten Rohstoffe an Eisenverbindungen zurückzuführen; letztere sind in der Natur so allgemein verbreitet, daß wir fast keinen Körper untersuchen können, ohne in ihm Eisen nachzuweisen. Da man im Altertume und bis spät in das Mittelalter nichts darüber wußte, wie das Eisen aus den Gläsern fernzuhalten sei oder wie seine Gegen-

wart unschädlich gemacht werden kann, mußte man die Färbung des Glases als einen nicht zu vermeidenden Übelstand hinnehmen.

Erst als man darauf aufmerksam wurde, daß aus Rohstoffen, welche wenig Eisen enthalten, ein hellerfarbiges Glas erzielt wird als aus anderen, fing man an, zum Zwecke der Herstellung feiner Gläser eine sorgfältige Auswahl der Rohstoffe zu treffen; man erhielt hierdurch zwar hellerfarbige Gläser, aber durchaus noch keine farblosen; es ist nicht bekannt, welche Glasfabriken zuerst Entfärbungsmittel anwendeten, um rein weißes, das heißt farbloses Glas zu erhalten.

Wir nehmen an vielen aus dem Altertume stammenden Gläsern wahr, daß sie nicht bloß grün oder braun gefärbt sind, sondern daß sie auch andere Farben zeigen; man kennt alte Glasgefäße, welche blau, violett oder grün gefärbt sind, wobei aber das Grün ein ganz anderes ist als jenes, welches durch Eisenverbindungen hervorgebracht werden kann.

Es erscheint unbedingt ausgeschlossen, daß die Glasmacher der alten Zeit schon jene Kenntnisse aus der Chemie besaßen, welche notwendig sind, um zu wissen, in welcher Weise sich ein gewisses Metalloxyd gegen die Glasmasse verhalte. Wir können daher nur annehmen, daß die Auffindung der Kunst, gewisse farbige Gläser herzustellen, immer eine Sache des Zufalles war.

Es wurde den Rohstoffen, welche zur Darstellung des Glases verwendet wurden, entweder absichtlich oder zufällig irgendein Mineral zugesetzt, welches ein auf Glas färbend wirkendes Metall enthält. Die Folge hiervon war selbstverständlich, daß man ein gefärbtes Glas erhielt. Derartige Mineralien sind z. B. alle Mangan, Kupfer oder Chrom enthaltenden Mineralien. Das blaue Glas, welches durch Kobalt gefärbt ist, wurde tatsächlich durch einen Zufall entdeckt, indem es einmal einem Glasmacher einfiel, ein Stück Kobalterz in einen Glashafen zu werfen; die Folge hiervon war, daß die ganze Glasmasse eine schöne blaue Färbung annahm.

Man kannte sonach schon in alter Zeit farbige Gläser von sehr verschiedenem Aussehen, wie durch die Funde in den altägyptischen Gräbern unwiderleglich bewiesen wird.

Während man im Altertume in Folge der beschränkten Kenntnisse der chemischen Bestandteile der Gläser farbige Glasmassen nur auf rein empirischem Wege herzustellen imstande war, wissen wir jetzt ganz genau, welche Wirkung die verschiedenen Metalloxyde auf das Glas auszuüben imstande sind, und können daher farbige Glasmassen in allen Farben und Abstufungen derselben herstellen. Welches farbige Glas man auch anfertigen will, immer wird gegenwärtig als Grundlage desselben eine farblose Glasmasse verwendet; eine Ausnahme hiervon bildet nur das vollkommen schwarze Glas, bei welchem man selbstverständlich nicht notwendig hat, ein farbloses Glas als Grundmasse zu verwenden.

Bei jenen Gläsern, welche ungefärbt bleiben, aber sich durch ein hohes Lichtbrechungsvermögen auszeichnen sollen, muß, wie sich von selbst versteht, die größte Sorgfalt darauf verwendet werden, ein völlig farbloses Produkt herzustellen, indem sonst die prachtvollen Wirkungen des Farbenspieles an dem geschliffenen Glase nie vollständig zur Geltung kommen.

Wenn man in der Lage wäre, die Rohstoffe, welche zur Glasbereitung verwendet werden müssen, durch Behandlung mit Chemikalien vollständig von allen färbend wirkenden Beimengungen zu befreien, würde man beim Niederschmelzen des Glaszuges ein farbloses Glas erhalten. Eine derartige Reinigung der Materialien ist zwar möglich, aber im großen nicht durchführbar, indem hierdurch die Herstellungskosten der Glasmasse viel zu hoch würden. Es bleibt daher nur der Ausweg, durch sorgfältige Auswahl der Rohstoffe darauf hinzuwirken, ein Glas zu erhalten, welches nur sehr wenig gefärbt ist und durch Anwendung der sogenannten Entfärbungsmittel die Farbenwirkung für das Auge abzuschwächen. Daß dies auch bei den allerfeinsten Gläsern nur teil-

weise gelingt, geht am besten an dem Aussehen dicker Glasmassen hervor: dieselben erscheinen immer gefärbt. Wenn man z. B. eine Spiegeltafel aus dem höchst raffinierten Glase ihrer Länge nach betrachtet, das heißt einer schmalen Kante nach, so erscheint sie immer blau oder grün gefärbt, indes das Glas, welches immer nur wenige Millimeter dick ist, auf einer rein weißen Unterlage farblos erscheint.

Die Rohstoffe der farblosen Gläser.

Im allgemeinen bestehen die Rohstoffe der farblosen Gläser aus folgenden Körpern: Kieselsäure, Kalk, Alkalien und in manchen Fällen noch aus Bleioryd. (Wir vernachlässigen hier alle seltener angewendeten Rohstoffe, wie Tonerde, Zinkoryd usw.) Es handelt sich nur darum, diese Rohstoffe in solcher Beschaffenheit anzuwenden, daß sie ein recht weißes Glas ergeben.

Die Kieselsäure.

Dieser Körper kommt in der Natur bekanntlich un-
gemein verbreitet vor, ist aber nur selten in ganz reinem
Zustande anzutreffen. Am reinsten ist noch jene Kieselsäure,
welche wir in Form des Mineralen Bergkristall
als farblose Masse im Urgebirge antreffen. Dem Berg-
kristall zunächst steht der weiße dichte Quarz, welcher
eigentlich ein Bergkristall mit nicht deutlich erkennbarer
Struktur ist. Bei der Zerstörung von Gesteinen, welche
Kieselsäure als Gemengteil enthalten, wie Granit, Gneis
und viele andere Gesteine, hinterbleibt die Kieselsäure
als der widerstandsfähigste unter allen Bestandteilen,
gewöhnlich in Form von Sand, und finden wir daher an
manchen Orten Lager von Sand, welcher aus einer sehr
reinen Kieselsäure besteht. Der Sand, welcher sich aus
Wasserläufen absetzt, welche aus dem Urgebirge kommen,
zeigt z. B. in manchen Fällen einen über 96%
hinausgehenden Gehalt an Kieselsäure. An vielen Orten,
z. B. an den Küsten von England und Frankreich, findet

sich Kieselsäure in Form von Knollen lose oder in Kreide eingeschlossen als sogenannter Feuerstein oder Flint vor und bildet in dieser Form ebenfalls ein wichtiges Rohmaterial zur Fabrikation des Glases.

Ein ganz eigentümliches Vorkommen von Kieselsäure ist jenes in dem Minerale, welches man als Kieselgur oder Diatomeenerde bezeichnet. Diese Erde erscheint als eine beinahe ganz weiße, leicht zerreibliche Masse, welche befeuchtet nur sehr wenig Bildsamkeit zeigt; unter dem Mikroskope erscheinen die Teilchen dieser Erde als ungemein zierlich geformte farblose Schalen organischer Körper. Diese Schalen sind nichts anderes als die Kieselpanzer von längst abgestorbenen Pflanzen, welche zu den Algen, u. zw. zu den Diatomeen gehören.

Da der Sand und die Kieselgur sich schon von Natur aus in einem Zustande großer Verteilung befinden, erscheinen diese Materialien unbedingt als die am zweckmäßigsten zu verwendenden, da sie keiner weiteren mechanischen Vorbereitung bedürfen. Was die Kieselgur betrifft, kann diese, da sie fast nur aus Kieselsäure besteht, unmittelbar verarbeitet werden, während der Sand immer einem Schlämmprozesse unterzogen werden soll; durch letzteren werden namentlich Tonteilchen und organische Substanzen, welche dem Sande anhaften, fortgeschwemmt. Der geschlämmte Sand wird auf Haufen geschaufelt und gegen Zutritt von Staub geschützt aufbewahrt, bis er trocken geworden ist.

Wenn man gezwungen ist, mit Kieselsäure zu arbeiten, welche in Form großer Massen zugebote steht, wie dies mit dem Quarze und dem Feuersteine der Fall ist, muß man dieselben einer Verkleinerung unterziehen. Um dieselbe mit Rücksicht auf die große Härte des Quarzes nicht mit einem zu großen Aufwande an Kraft vornehmen zu müssen, macht man den Quarz zuerst glühend und läßt ihn dann unmittelbar in kaltes Wasser fallen — man „schreckt ihn ab“. Infolge der plötzlichen Abkühlung werden Quarz und Feuerstein sehr spröde und lassen sich dann leicht zerkleinern.

Wenn man ein Stück Quarz oder Bergkristall, welches ganz weiß, beziehungsweise ganz farblos erscheint, dem Glühen unterwirft, so beobachtet man oft, nachdem das Mineral wieder erkaltet ist, daß es eine rötliche Färbung angenommen hat; letztere rührt davon her, daß die geringen Mengen von Eisenoxydul, welche in dem Minerale enthalten waren, beim Glühen in Eisenoxyd übergegangen sind, und bedingt letzteres die rötliche Färbung der ganzen Masse.

Die Alkalien.

In der Glasfabrikation kommen von den Alkalien vor allen anderen das Natron und das Kali in Betracht. Man kann diese Alkalien in Form verschiedener Verbindungen: als kohlen-saures, schwefel-saures Salz oder als Chlorid verwenden, und hängt es wieder von den Preisverhältnissen ab, welche bei diesen Verbindungen in Anwendung gebracht werden sollen.

Was das Natron betrifft, kommt dasselbe gegenwärtig wohl am häufigsten in Form von kohlen-saurem Natron (Soda) in Verwendung. Je geringer die Mengen von Eisenverbindungen sind, welche sich in einer Soda vorfinden, desto geeigneter erscheint dieselbe für die Zwecke der Glasfabrikation. Da uns in der sogenannten Ammoniak-soda (nach dem Solvayschen Verfahren dargestellte Soda) ein Produkt zur Verfügung steht, welches nicht nur ganz frei von Eisen, sondern fast 100prozentig ist, so erscheint für die Zwecke der Darstellung hochfeiner Glas-sorten die Anwendung dieser Soda höchst empfehlenswert.

Neben der Soda wird häufig auch schwefel-saures Natron — Glaubersalz — verwendet; dieses Salz kann aber nur dann zur Herstellung feiner Gläser verwendet werden, wenn es durch eine vorhergehende Operation vollständig von den verhältnismäßig großen Mengen von Eisenverbindungen, welche dem rohen Glaubersalze gewöhnlich beigemischt sind, befreit wurde. Es kann dies auf die Weise geschehen, daß man das Glaubersalz in Wasser löst und die Lösung so lange mit

Kalkmilch versetzt, bis sie deutlich alkalisch reagiert. Durch den Kalk wird das Eisen in Form von Eisenoxydhydrat gefällt und scheidet sich dieses nebst Gips aus der Flüssigkeit ab. Die wieder klar gewordene Flüssigkeit wird bis zur Trockenheit verdampft und das hinterbleibende eisenfreie Salz sodann kalzinirt.

Das Kochsalz oder Chlornatrium kann so wie es ist nicht gut zur Fabrikation von Glas verwendet werden, da es schon bei mäßiger Rotglut verflüchtigt und daher ein großer Teil des Kochsalzes unzersezt aus dem Glashafen verdampfen würde. Das Kochsalz läßt sich aber in der Weise nutzbar machen, daß man es zuerst in Natriumsilikat verwandelt und dieses sodann mit den anderen in den Glasfabrikation gehörenden Materialien mischt. Diese Umwandlung wird dadurch bewerkstelligt, daß man die Dämpfe des Kochsalzes gleichzeitig mit Wasserdampf über glühenden Quarz leitet; es erfolgt hierbei eine Umsetzung der Bestandteile in der Weise, daß kiesel-saures Natron und Chlornasserstoff gebildet werden.

Der Kalk kommt gewöhnlich in Form von Kreide oder Kalkstein zur Verwendung; das Hauptgewicht bei der Auswahl des Kalksteines ist in allen Fällen darauf zu legen, daß derselbe so frei als nur möglich von Eisenverbindungen sei, indem es sonst kaum möglich wäre, ein absolut rein weißes Glas zu erzielen. Wenn der Kalkstein, wie dies auch nicht selten vorkommt, größere Mengen von Magnesia enthält, so ist dies von geringerem Belang als ein Gehalt an Eisen; durch die Gegenwart der Magnesia wird das Glas nur etwas schwieriger schmelzbar.

Die Bleiverbindungen.

Das Bleioxyd ist ein für die Herstellung von Luxusgläsern höchst wichtiger Körper, indem die Bleigläser sich durch einen sehr hohen Glanz auszeichnen. Das Bleioxyd, welches im Glase die Erdalkalien teilweise oder auch ganz ersetzen kann, wird gewöhnlich in Form von Bleiglätte (Bleioxyd) oder von Mennige angewendet. Für

die Verwendbarkeit dieser Materialien ist hauptsächlich der Umstand entscheidend, ob dieselben absolut frei von Kupfer, Wismut und Antimon sind; schon die kleinsten Spuren von Verbindungen dieser Metalle in einem Bleioxyde genügen, um dasselbe zur Erzeugung eines vollkommen farblosen Glases ungeeignet zu machen.

Da man im Handel nur sehr selten Bleioxyd findet, welche ganz frei von diesen Metallen sind, erscheint es am zweckmäßigsten, sich das Bleioxyd aus einem reinen Blei selbst darzustellen, indem man dasselbe durch andauerndes Schmelzen in einem Flammenofen bei starkem Luftzutritt in Bleioxyd verwandelt, welches man durch Mahlen und Schlämmen von dem unverändert gebliebenen Blei trennt.

Um Gläser darzustellen, welche ein sehr hohes Lichtbrechungsvermögen haben — man verwendet derartige Gläser zur Anfertigung von Linsen für optische Instrumente und zur Anfertigung von Nachahmungen der Edelsteine, besonders des Diamants — kann man einen Teil des Bleioxydes durch Thalliumoxyd ersetzen; das Thallium ist ein seltenes Metall, welches in seinen Eigenschaften viele Ähnlichkeiten mit dem Blei aufweist und Gläser liefert, deren Lichtbrechungsvermögen jenes der Bleigläser um ein bedeutendes übertrifft.

Die Entfärbungsmittel.

Wenn man zur Darstellung der Gläser ausschließlich Alkalien, Kieselsäure und Bleioxyd verwendet, welche absolut frei von Oxyden sind, die auf das Glas eine färbende Wirkung äußern, so erhält man Gläser, welche absolut farblos sind, vorausgesetzt, daß man zum Schmelzen des Glases einen Tiegel wählt, dessen Beschaffenheit eine solche ist, daß aus der Tiegelmasse keine färbend wirkenden Oxyde in die Glasmasse übergehen können.

Was letzteren Punkt betrifft, ist die Erfüllung desselben mit Schwierigkeiten verbunden, denn die gewöhnlich zum Schmelzen der Glasmasse verwendeten

Tiegel enthalten in ihrer Masse immer ganz ansehnliche Mengen von Eisenoxyd, und genügt schon eine sehr geringe Beimengung desselben zum Glase, um demselben mindestens einen deutlich wahrnehmbaren Stich ins Gelbliche zu erteilen. Wenn es dereinst gelingen sollte, größere Tiegel aus reiner Magnesia, die durch den elektrischen Strom geschmolzen wurde, herzustellen, so würden solche Tiegel wohl am besten zum Schmelzen der farblosen Glasmassen zu verwenden sein; bis nun ist man aber nur imstande, ganz kleine Tiegel auf diese Weise anzufertigen.

Man kann aber durch einen Kunstgriff auch große Tiegel mit einer Schutzmasse versehen, welche das Übergehen von färbenden Oxyden in die Glasmasse zwar nicht ganz unmöglich macht, dasselbe aber sehr erschwert. Man stellt aus reiner, selbstverständlich ganz eisenfreier Magnesia und Kieselsäure ein inniges Gemische dar, welches man mit Wasser zu einem dünnen Brei anmacht und mit demselben die Innenwand des Schmelzgefäßes gleichförmig bestreicht. Das Verhältnis zwischen Magnesia und Kieselsäure muß so gewählt werden, daß die Masse nur in der stärksten Hitze, welche der Glasofen zu liefern vermag, oberflächlich schmilzt. Nachdem man den leeren Tiegel dieser Hitze des Glasofens ausgesetzt hat, muß man die Innenfläche auf das genaueste untersuchen, ob die Masse nicht Risse zeigt; wenn solche beobachtet werden, muß man sie mit der Mischung sorgfältig verstreichen und den Tiegel abermals der Hitze des Glasofens aussetzen. Ein auf diese Weise hergestellter Tiegel hält eine größere Zahl von Schmelzungen aus, ohne daß das Magnesia-Kieselsäurefutter merklich angegriffen wird.

Bei der Arbeit im großen ist es jedoch kaum möglich, Materialien anzuwenden, welche absolut frei von färbenden Metalloxyden sind; man muß daher immer zu den sogenannten Entfärbungsmitteln seine Zuflucht nehmen.

Die am häufigsten angewendeten Entfärbungsmittel sind das Mangansuperoxyd und die arsenige Säure.

Das Entfärben mit Mangansuperoxyd.

Was das Mangansuperoxyd betrifft, so wird dasselbe gewöhnlich in Form des Mineralen Braunstein angewendet; wie sich von selbst versteht, darf man zu diesem Zwecke nur einen Braunstein nehmen, welcher vollkommen frei von Eisenverbindungen ist. Entschieden am zweckmäßigsten ist es aber, nur ein künstlich dargestelltes Mangansuperoxyd anzuwenden, wie man dasselbe aus den Rückständen von der Chlorbereitung mittels des rohen Braunsteines gewinnen kann. Dieses Produkt ist vollkommen frei von Eisen und erscheint in Form eines ungemein zarten dunkelbraunen Pulvers.

Die Silikate des Mangans zeigen eine eigentümliche rote Farbe, jene des Eisenoxyduls haben die bekannte grüne Färbung, welche wir an ordinärem Flaschenglase beobachten. Wenn man das Verhältnis zwischen der Glasmasse und dem Mangansuperoxyde genau so trifft, daß die Rotfärbung durch das Mangansilikat durch jene des grünen Eisenoxydulsilikates vollkommen komplementiert wird, so ergibt sich ein ganz farblos aussehendes Glas.

Man muß aber bei dieser Art der Entfärbung des Glases wohl darauf Rücksicht nehmen, ob man ein Natronglas oder ein Kaliglas zu entfärben hat. Das Natronglas hat immer eine deutlich gelbe Färbung, welche auch bei den feinsten Sorten dieses Glases, wenn man eine dicke Schichte desselben betrachtet, deutlich hervortritt. Um daher ein Natronglas mit dem höchst erreichbaren Grade der Farblosigkeit zu erzielen, muß man neben dem Mangansuperoxyde immer eine kleine Menge von reinem Kobaltoxyd anwenden. Das Kobaltoxyd färbt das Glas intensiv blau; das Blau des Kobaltsilikates liefert mit dem Gelb des Natronglases wieder farblos, da die beiden Farben komplementär sind.

Neben den genannten Oxyden wirkt auch das Nickeloxyd in hohem Grade entfärbend auf das Glas, und beruht die Wirkung des Nickeloxydes, welches für sich allein gelb gefärbte Silikate liefert, auf der Komple-

mentierung der Farben. Bei der Anwendung von Braunstein tritt zu der Komplementärwirkung noch eine andere hinzu: die oxydierende. In der Hitze gibt nämlich das Mangansuperoxyd einen Teil seines Sauerstoffgehaltes ab und bewirkt der freiwerdende Sauerstoff die vollständige Verbrennung aller Kohlenstoffteilchen, welche durch die Flammen in die Glasmasse gelangen und deren Verbleib in letzterer eine düstere Färbung des Glases herbeiführen würde. Die Mengen von Eisen, welche sich durch die Anwendung von Mangansuperoxyd in einer Glasmasse verdecken lassen, sind übrigens nur sehr geringe und dürften nicht viel über 0,1 Prozent betragen; geht der Eisengehalt der Masse über dieses Maß hinaus, so erhält man bei Anwendung von Braunstein immer nur Gläser, welche namentlich in dickeren Schichten nie ganz farblos erscheinen, sondern an welchen immer ein deutlicher Stich ins Gelbe wahrnehmbar ist. Es ergibt sich hieraus wieder die Forderung, daß man bei der Auswahl der Rohstoffe, welche zur Darstellung von wirklich farblosen Gläsern bestimmt sind, gar nicht strenge genug auf die Abwesenheit von Eisenverbindungen sehen kann.

Das Entfärben mit arseniger Säure.

Die arsenige Säure wird zum Entfärben des Glases in jener Form angewendet, in welcher sie gewöhnlich im Handel erscheint: als porzellanartig aussehende Stücke, welche man nicht stark zerkleinert anwenden darf. Die Wirkung der arsenigen Säure ist in jenen Fällen eine besonders günstige, in welchen man zur Herstellung des Glasfases Glaubersalz (Natriumsulfat) angewendet hat. Das Natriumsulfat wird nämlich leicht durch Kohlenstoffteilchen, welche in das Glas gelangen, zu Schwefelnatrium reduziert, welcher Körper schon in geringen Mengen das Glas gelb oder bräunlichgelb färbt. Durch die leicht reduzierbare arsenige Säure wird aber das Schwefelnatrium zerlegt, so daß sich seine färbende Wirkung auf das Glas nicht äußern kann. Andererseits wird aber

auch die arsenige Säure durch Kohlentheilchen, welche in der Glasmasse enthalten sind, zu metallischem Arsen reduziert, welches infolge seiner großen Flüchtigkeit verdampft.

Neben der chemischen Wirkung äußert aber die arsenige Säure auch noch eine physikalische auf das Glas ein. Wenn man nämlich mit dem Eintragen der in Stücken anzuwendenden arsenigen Säure so lange wartet, bis die Glasmasse vollständig niedergeschmolzen und dünnflüssig geworden ist, so sinken die Stücke der arsenigen Säure in der Glasmasse zu Boden. Sie verdampfen dort allmählich und bewirken die aufsteigenden Dämpfe derselben eine gründliche Durchmischung der Glasmasse, so daß die Homogenisierung der letzteren eine sehr vollständige wird.

Es ist von vielen Seiten gegen die Anwendung der arsenigen Säure in der Glasfabrikation Einspruch erhoben worden, und zwar aus zwei Gründen. Der eine derselben betrifft die außerordentlich große Giftigkeit der Arsenverbindungen im allgemeinen und den Umstand, daß durch dieselbe die Gesundheit der Arbeiter gefährdet werden könnte. Was diesen Einwurf betrifft, so ist er eigentlich gar nicht stichhaltig, denn so lange sich aus der Glasmasse noch Arsendämpfe entwickeln, ist dieselbe noch nicht zur Verarbeitung geeignet und gehen die an und für sich geringen Mengen von Arsendämpfen, welche aus den Schmelzgefäßen entweichen, mit den Feuergasen in den Schlot und in die Luft.

Von größerer Bedeutung ist aber der Umstand, daß man in Gläsern, welche unter Anwendung von arseniger Säure entfärbt wurden, kleine Mengen von Arsen — bis zu einem Fünftel der überhaupt angewendeten Menge von arseniger Säure — aufgefunden hat. Es steht aber fest, daß jene Gläser, in welchen man solche Mengen von Arsen nachzuweisen imstande war, nicht in der richtigen Weise behandelt wurden; wenn man die Glasmasse nach dem Eintragen der arsenigen Säure so lange im dünnen Flusse erhält, bis alles Arsen verdampft ist,

so wird sich kein Arsen — auch nicht in den kleinsten Spuren — in dem Glase vorfinden.

Wenn es sich darum handelt, ein Glas herzustellen, welches hellere Farben in voller Schönheit wiedergibt, muß man die vorangeführten Bedingungen, welche zur Erzielung eines absolut farblosen Glases notwendig sind, strenge einhalten; wenn das Grundmaterial nicht wirklich als ganz farbloses Glas bezeichnet werden kann, wird es auch niemals gelingen, zarte Farben, wie helles Gelb, Rosenfarbig oder Hellgrün, wie sie gerade in der Neuzeit an vielen Phantasie- und Luxusgläsern beliebt sind, in voller Schönheit herzustellen. Selbst aber sattere Farben, wie ein dunkles Gelb, Blau oder Rot, erfordern die ursprüngliche Anwendung eines vollkommen farblosen Glases; wenn man ein derart satt gefärbtes Glas, welches unter Anwendung eines ganz farblosen Grundmaterials hergestellt wurde, mit einem solchen vergleicht, zu dessen Herstellung man ein nicht ganz farbloses Grundmaterial verwendete, so gehört nicht einmal ein besonders geschultes Auge dazu, um sofort erkennen zu lassen, daß die Gläser der zweiten Art an Schönheit weit hinter den ersteren zurückstehen. Eine Glasfabrik, welche daher farbige Gläser herstellen will, welche den Vergleich mit den besten Produkten nicht zu scheuen brauchen, muß unbedingt alles daran setzen, um mit einem tadellos weißen Glase zu arbeiten. Die größeren Kosten und die größere Mühe, welche die Darstellung eines Glases von dieser Beschaffenheit verursachen, werden reichlich durch die Beschaffenheit der Erzeugnisse aufgewogen, welche als Primaware weit höhere Preise erzielen wird, als jene Ware, auf deren Herstellung geringere Sorgfalt verwendet wurde.

IV. Die Straßgläser.

Die mit diesem Namen bezeichnete Glasorte dient bekanntlich zur Herstellung der Nachahmungen von Edelsteinen. Vor allen anderen waren es die französischen

Glasfabrikanten, welche dieses Glas in vorzüglicher Güte fabrizierten und es in ihrer Kunst so weit brachten, daß durch lange Zeit die aus Frankreich stammenden Nachahmungen von Diamanten und anderen Edelsteinen alle anderen ihnen ähnlichen Fabrikate an Schönheit weit übertrafen. Erst nachdem man in den Kenntnissen über die allgemeinen Eigenschaften des Glases weit fortgeschritten war und erkannt hatte, daß schon unglaublich geringe Mengen gewisser Körper die Schönheit eines Glases in sehr bedeutender Weise beeinträchtigen können, gelang es ohne Schwierigkeit, Straß herzustellen, welcher dem besten französischen Fabrikate vollkommen gleichwertig ist.

Die Materialien, deren man sich zur Darstellung des Straßglases bedient, sind dieselben, welche man im allgemeinen zur Fabrikation jener Gläser benützt, welche vorwiegend als Kaligläser bezeichnet werden können, das heißt als solche, deren Natrongehalt im Verhältnisse zum Kaligehalt ein geringer ist. Charakteristisch für die Straßgläser ist nur der eine Umstand, daß man das Natron in Form von Borax (Natriumtetraborat) anwendet. Die Borsäure ist eine Säure, welche an Feuerbeständigkeit der Kieselsäure gleichkommt, daher in dem fertigen Glase vorhanden ist.

Demnach sind die Straßgläser nicht bloß als kiesel-saure Salze oder Silikate anzusehen, sondern als Gemenge von kiesel-sauren Salzen mit borsäuren, sonach als Siliko-Borate.

Was die Materialien betrifft, deren man sich zur Darstellung der Glasfäße für Straß bedient, müssen dieselben so weit „chemisch rein“ sein, als dieser Begriff überhaupt erfüllbar ist. (Wir bemerken hier, daß sich an vielen Substanzen, welche als „chemisch rein“ im landläufigen Sinne zu betrachten sind, bei der Untersuchung mit dem Spektralapparate herausstellt, daß dieselben Spuren anderer Körper enthalten, daher nicht als absolut rein bezeichnet werden können. Wir fügen aber auch gleich hinzu, daß solche Spuren fremder Körper auf

die Beschaffenheit des Straßglases keinen nachteiligen Einfluß auszuüben vermögen.)

Die Materialien, deren man sich zur Herstellung des Sazes für Straßgläser bedient, sind Bergkristall, Kali in Form von Kaliumkarbonat, Kaliumnitrat (Salpeter) oder reines Kaliumhydroxyd (Ätzkali), ferner Bleioxyd, und zwar entweder als Mennige oder als basisches Bleikarbonat (Bleiweiß). Der Bergkristall, welchen man zur Darstellung des Glassazes verwendet, muß durch sorgfältiges Sortieren mit der Hand von allen gelblichen Stücken, deren Aussehen schon die Gegenwart von Eisen anzeigt, befreit werden. Man glüht den Bergkristall aus und schreckt ihn durch Einwerfen in kaltes Wasser ab, um ihn dann leichter in Pulver verwandeln zu können. An den ausgeglühten Stücken nimmt man bisweilen eine schwache rötliche Färbung wahr und zeigt diese ebenfalls die Gegenwart von Eisen an; solche Stücke sind sonach ebenfalls auszuschneiden.

Wenn zur Herstellung des Sazes Kaliumkarbonat verwendet werden soll, muß man dasselbe entweder durch Verkohlen von gereinigtem Weinstein herstellen, oder falls man Potasche verwenden will, dieselbe einer gründlichen Reinigung unterziehen. Letztere wird in der Weise vorgenommen, daß man die Potasche mit einer kleinen Menge von sehr kaltem Wasser behandelt — es geht hierbei hauptsächlich nur Kaliumkarbonat in Lösung und die filtrierte Lösung in Porzellangefäßen verdampft, bis nur mehr eine weiße feste Masse hinterbleibt. Dieselbe muß sich bei der Prüfung als vollständig frei von Eisen erweisen.

An Stelle des Kaliumkarbonates kann auch Kaliumnitrat (Kalisalpeter) mit Vorteil verwendet werden. Man kann dieses Salz leicht durch Umkristallisieren reinigen und geht dabei in der Weise vor, daß man eine kochend heiße übersättigte Lösung des Salpeters so schnell als möglich unter starkem Umrühren abkühlt. Es ergeben sich dann sehr kleine Kristalle von Salpeter, welche keine Mutterlauge einschließen; die zwischen den einzelnen

Kriställchen vorhandene Mutterlauge läßt sich durch Aufgießen einer konzentrierten Lösung von Salpeter auf die Kristallmasse, welche sich in einem Trichter befindet, leicht verdrängen. Die Anwendung des Salpeters bietet auch den Vorteil, daß sich beim Niederschmelzen des Glasfases aus dem Salpeter eine große Menge von Gas entwickelt, welches in Blasen aufsteigt und zur Durchmischung der Masse beiträgt.

Was die Anwendung der Bleiverbindungen betrifft, ist es ziemlich gleichgültig, ob man Mennige oder Bleiweiß anwendet; Hauptsache ist nur, daß die Verbindungen frei von Eisen, Kupfer und Wismut sind. Sowohl die Mennige als auch das Bleiweiß bringen in dem Glasfasse beim Niederschmelzen Gasentwicklung hervor; die Mennige entwickelt Sauerstoff, indes das Bleiweiß Kohlen säure abgibt.

Der Borax des Handels enthält bisweilen kleine Mengen von Eisenoxyd, fast immer aber geringe Mengen von organischer Substanz; letztere würde beim Niederschmelzen des Glasfases Kohle liefern, welche das Glas trübe machen könnte. Es ist daher ebenfalls unerlässlich, den Borax durch Umkristallisieren zu reinigen und wendet man immer nur Borax an, welcher zwei bis drei Male umkristallisiert wurde. Alle Materialien, welche man zur Darstellung des Straßglases verwendet, müssen in Form sehr feiner Pulver angewendet werden. Mit Ausnahme des Bergkristalles sind dieselben leicht in Pulverform zu bringen; wenn man aber den Bergkristall durch Glühendmachen und Abschrecken in kaltem Wasser spröde macht, läßt er sich auch ziemlich leicht in Pulver verwandeln. Das Mahlen des Bergkristalles darf aber durchaus nicht in metallenen Vorrichtungen geschehen, da sonst dem Mehle so viele Metallteilchen beigemischt würden, daß man kein farbloses Glas erhalten könnte. Man muß daher das Mahlen des Bergkristalles in Kollermühlen vornehmen, deren Läufer aus Quarzgestein angefertigt sind. Man verwandelt auf diesen Mühlen den Bergkristall in grobes Mehl und dieses auf Rastmühlen,

deren Läufer oder Walzen aus reiner Porzellanmasse angefertigt sind, schließlich in ein unfühlbare Pulver, welches, nachdem es scharf getrocknet wurde, zur Herstellung der Mischung verwendet wird.

Um die Bestandteile des Glasfazes auf das innigste zu mischen, wendet man am zweckmäßigsten hölzerne Rollfässer an, in welche man die dem Gewichte nach festgestellten Mengen der Materialien schüttet und welche man dann so lange umlaufen läßt, bis eine ganz gleichförmige Masse erzielt ist. Diese muß sogleich in die Schmelzgefäße gebracht werden, indem sie sonst durch Wasseranziehung aus der Luft sehr schnell feucht würde.

Die Gefäße, deren man sich zum Niederschmelzen des Glasfazes bedient, müssen selbstverständlich von solcher Beschaffenheit sein, daß aus der Masse derselben keine färbend wirkenden Metallverbindungen in den Glasfaz übergehen können. Am besten ist es, Schmelztiegel anzuwenden, welche aus weißem, unglasiertem Porzellan angefertigt sind. Da aber das unglasierte Porzellan durch die Glasmasse stark angegriffen würde, muß man es mit einer Art Glasur versehen, welche gegen die Glasmasse indifferent ist. Man kann eine solche herstellen, indem man den Tiegel mit einer dicken Lösung von reinem Wasserglas an der Innenseite bestreicht, bis nichts mehr aufgesaugt wird, den Tiegel dann trocknet und leer der größten Hitze des Glasofens aussetzt. Es bildet sich dann an der Oberfläche des Tiegels eine sehr dünne Glasurschicht, welche aus einem sehr schwer schmelzbaren Glase besteht und der Einwirkung des Glasfazes Widerstand leistet.

An Stelle der kostspieligen Porzellanttiegel lassen sich auch die sogenannten hessischen Tiegel verwenden, doch erscheint es angezeigt, dieselben an der Innenseite mit dem schon oben beschriebenen Magnesiaüberzuge zu versehen.

Was die Zusammensetzung des Glasfazes betrifft, liegen über dieselbe verschiedene Angaben vor; als die besten haben sich aber jene bewährt, welche von *Donaul-*

Wieland gemacht wurden. Nach den Angaben dieses Autors soll nicht einmal gereinigtes kohlensaures Kali genügend rein sein, um farbloses Glas zu ergeben, und empfiehlt derselbe, das Kali in Form von Alkali zu verwenden, welches durch Umkrystallisieren aus Alkohol gereinigt wurde. Die von Donault-Wieland angegebenen Glasfäße haben nachstehende Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.
Bergkristall	300	—	300	—
Reiner Quarzsand	—	300	—	300
Mennige	470	—	462	—
Bleiweiß	—	514	—	512
Alkali	163	96	168	96
Borax	22	27	18	27
Arsenige Säure	1	1	0,5	1

Man füllt die Schmelzgefäße mit dem Pulver des Glasfazes in der Weise, daß man dasselbe partienweise einschüttet und jede Partie festdrückt, um die größtmögliche Menge des Pulvers in den Tiegel zu bringen. Derselbe wird dann so rasch als möglich erhitzt, um das Niederschmelzen der Glasmasse zu veranlassen. Wenn die Masse geschmolzen ist, unterhält man das scharfe Feuer nur noch so lange, bis man annehmen kann, daß die Masse homogen geworden und alle arsenige Säure verdampft ist. Das Glas ist dann fertig und soll ziemlich schnell so weit abgekühlt werden, indem es sich gezeigt hat, daß in Glas, welches durch lange Zeit in dünnflüssigem Zustande erhalten wurde, sich bleireichere Verbindungen ausscheiden und zu Boden sinken; es hätte dann das dem Boden des Schmelzgefäßes zunächst liegende Glas eine ganz andere Zusammensetzung als die oberen Partien desselben.

Die gleichförmige farblose Glasmasse, welche man bei richtiger Ausführung der Arbeit erhält, liefert unmittelbar das Material zur Herstellung von Diamanten-Imitationen. Um dieselbe zur Anfertigung der Nachahmungen anderer farbiger Edelsteine zu verwenden, wird

das fertige Glas, nachdem es die Zusätze an färbend wirkenden Körpern erhalten hat, nochmals geschmolzen.

Da es bei den Nachahmungen der farbigen Edelsteine ebenfalls darauf ankommt, die Glasmasse von hohem Lichtbrechungsvermögen und in ganz reiner Farbe, rubinrot, aquamarinfarbig usw. zu erhalten, müssen auch die färbend wirkenden Körper in Form sehr reiner Materialien angewendet werden.

V. Allgemeines über das Färben des Glases.

Obwohl die Kunst, farbige Gläser darzustellen, schon eine sehr alte ist und die Fortschritte der chemischen Wissenschaft auf den Vorgang der Entstehung von farbigen Gläsern viel Licht verbreitet haben, stehen wir selbst in der Gegenwart noch vielen Erscheinungen, welche bei der Fabrikation der farbigen Gläser auftreten können, gegenüber, ohne daß wir imstande wären, eine Erklärung derselben zu geben.

Als feststehend kann angenommen werden, daß die Oxyde gewisser Metalle und zum Teile auch die reinen Metalle selbst bestimmte Farben in einem Glase hervorbringen vermögen. Bei manchen Oxyden ist die Färbung immer dieselbe; so färben z. B. die Oxyde des Kobaltes die Glasmassen immer blau, Nickeloxyd immer gelb.

Verschiedene Oxyde desselben Metalles färben die Glasmasse verschieden und führen wir als bekanntestes Beispiel hierfür das Verhalten der Eisenoxyde an. Das Eisenoxydul färbt grün, das Eisenoxyd färbt rotbraun. Wenn man aber grünes Eisenoxydulglas bis zur höchsten Weißglut erhitzt, so erhält man schließlich ein blau gefärbtes Glas. Ebenso ändert sich eine durch Eisenoxyd rot gefärbte Glasmasse bei sehr hoher Temperatur in der Weise, daß sie orangefarbig wird. Da in diesen Fällen von einer Änderung der Oxydationsstufen keine Rede sein kann, so muß man annehmen, daß die Änderung in der Farbe durch eine molekulare Umlagerung

bewirkt werde. Wenn dies der Fall ist, sind wir aber mit unserer Erklärung auch schon am Ende und müssen uns mit der Feststellung der Tatsache begnügen.

Ähnliche Erscheinungen nehmen wir auch an anderen Gläsern wahr. Gläser, welche einen beträchtlichen Mangangehalt aufweisen, können farblos sein und bleiben auch farblos, so lange sie vom Lichte abgeschlossen aufbewahrt bleiben. Dem Lichte ausgesetzt ändern sie aber im Laufe der Zeit ihre Farbe; sie werden rot, violett und endlich sogar dunkelviolett. In diesem Falle wird das Hervortreten der Färbung und die Änderung derselben ausschließlich durch die Einwirkung des Lichtes bedingt; welche Veränderungen in chemischer Beziehung hierbei in der Glasmasse selbst vor sich gehen, ist derzeit noch gänzlich unbekannt.

Die auffallendsten Erscheinungen in bezug auf die Färbung zeigen sich aber bei Gläsern, welche mit Kupfer- oder Goldverbindungen gefärbt werden. Als allgemeine Regel für die färbende Wirkung der Kupferverbindungen auf Glas gilt: Kupferoxyd färbt das Glas eigentümlich blaugrün, Kupferoxydul färbt das Glas rubinrot.

Wenn man aber Kupferoxydul gleichzeitig mit reduzierend wirkenden Körpern in die Glasmasse bringt, so kann man Gläser von sehr verschiedener Färbung erhalten. Es kann sich ergeben: farbloses Glas, dunkelrubinrotes Glas und goldglänzendes Glas von roter Farbe, welches man als Hämatin bezeichnet, und schließlich kann man auch goldglänzendes Glas erzielen, welches aber von brauner Farbe ist und als Aventurin bezeichnet wird. Wir erhalten daher mit dem Kupferoxydulse Gläser, welche voneinander völlig abweichendes Aussehen haben. Wir müssen wohl annehmen, daß im Hämatin und in dem Aventuringlase ein Teil des Kupferoxydulses zu metallischem Kupfer reduziert ist; dies erklärt aber noch nicht die Erscheinung, daß im Hämatin eine blutrot gefärbte Masse, im Aventurin aber eine goldbraune Masse vorhanden ist.

Die Erscheinungen, welche ein mit Gold gefärbtes

Glas zeigen kann, haben eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Verhalten der Kupferverbindungen, nur wird die Sache bezüglich des Goldes nur noch dadurch rätselhafter, als wir bei der ungemein leichten Zerleglichkeit der Goldverbindungen in den Gläsern gar nicht die Anwesenheit eines Goldoxydes annehmen können, sondern vielmehr voraussetzen müssen, daß in diesen Gläsern metallisches Gold vorhanden ist. Gläser, welche mit Goldverbindungen versetzt sind, können je nach der Behandlungsweise farblos, rubinrot oder auch leberbraun erhalten werden. Bezüglich des Goldglases ist es wohl am zweckmäßigsten, anzunehmen, daß das metallische Gold in verschiedenen Temperaturen in verschiedenen Modifikationen auftritt und in diesen die Färbung bewirkt. Wir brauchen z. B. bloß ein goldhaltiges farbloses Glas auf die genügende Temperatur zu erhitzen, um wahrzunehmen, daß die farblose Masse anfängt „anzulaufen“, das heißt ihre Farbe zu ändern; sie geht von farblos durch rosenrot bis in das satteste Purpurrot über. Es ist erst durch eine lange Reihe von mühevollen Untersuchungen gelungen, die rätselhaften Erscheinungen, welche die farbigen Gläser unter verschiedenen Verhältnissen zeigen können, bis zu einem gewissen Grade zu erklären, ohne daß jedoch alle Erscheinungen, welche wir an gefärbten Gläsern wahrnehmen können, bis nun ihre klare wissenschaftliche Deutung erfahren hätten. Wir lassen das Wichtigste der ausführlichen Untersuchungen über das Wesen der farbigen Gläser im nachstehenden folgen.

Jedes Glas vermag in der Weißglut eine größere Zahl von Metallen zu lösen; Bleigläser lösen in der Regel größere Mengen von Metallen als bleifreie. Die Metalle, welche hier ganz besonders in Betracht kommen, sind Gold, Silber, Kupfer und in letzter Reihe Blei.

Die Lösung der Metalle in der weißglühenden Glasmasse findet statt, wenn man die Metalle in fein vertheiltem Zustande in die Masse einträgt; sie erfolgt aber gleichförmiger, wenn man die Metalle in Form von Verbindungen der Glasmasse einverleibt und sie in dieser

selbst reduziert. Welches Metall man auch in der Glasmasse löst, man erhält immer eine farblose Masse, so lange das Glas eine sehr hohe Temperatur besitzt. Kühlt man die weißglühende Glasmasse schnell ab, so erhält man ebenfalls ein farbloses Glas.

Wenn man aber eine Glasmasse von der letzt-erwähnten Beschaffenheit allmählich auf eine verhältnismäßig niedrigere Temperatur erhitzt — es genügt hierfür ganz mäßige Rotglut — so beginnen die Gläser sich zu färben und geht diese Färbung bei Gold- und Kupfergläsern durch alle Töne von rot bis in das satteste Rubinrot über. Es ist hier noch zu bemerken, daß schon sehr geringe Mengen von Metall genügen, um eine sehr bedeutende Menge von Glas intensiv zu färben.

Diese Farbenänderung, welche man mit dem Namen des „Anlaufens“ bezeichnet, tritt bei Silber nicht so überraschend deutlich auf, doch wird Silberglas beim Anlaufen schön gelb; Gläser, in welchen Blei gelöst ist, zeigen aber beim Anlaufenlassen keinerlei Änderung der Farbe.

Man erklärt die Farbenwandlung beim Anlaufen in folgender Weise: In der Weißglut befinden sich die in dem Glase gelösten Metalle in einer solchen Modifikation, welche nicht färbend wirkt; diese Modifikation geht aber bei der Rotglut in eine andere über, welche färbende Wirkung äußert. Es ist nicht zu verkennen, daß diese Erklärung etwas Gezwungenes enthält, denn das weißglühende Glas ist farblos und bleibt, wenn es schnell gekühlt wird, ebenfalls farblos; da es aber von der Weißglut bis zur gewöhnlichen Temperatur notwendigerweise auch jenen Wärmegrad durchlaufen muß, in welchem sich die Färbung einstellt (das ist Rotglut), so müßte die erkaltende Masse wenigstens einen Augenblick lang gefärbt erscheinen. Da dies aber nicht der Fall ist, kann man nur annehmen, daß die Umwandlung der einen Modifikation des Metalles in die andere erst im Verlaufe eines gewissen Zeitabschnittes erfolgen könne — eine Tatsache, welche, vom chemischen Standpunkte aus betrachtet, sehr auffallend erscheint, da derartige molekulare Umwand-

längen gewöhnlich in ungemein kurzer Zeit vor sich gehen können. Wenn man ein durch Anlaufenlassen gefärbtes Glas über die hierfür erforderliche Temperatur hinaus erhitzt, so tritt abermals eine molekulare Änderung der in der Masse gelösten Metalle ein; das Goldglas nimmt eine leberbraune Farbe an (welche durch mikroskopische Goldkristalle bedingt ist?). Kupferglas verhält sich hierbei in zweifacher Weise: es verwandelt sich entweder in eine blutrot gefärbte Masse, welche man als Hämatin bezeichnet, oder es liefert eine braunrot erscheinende Substanz: das Aventurin. Im Hämatin sind sehr kleine Kristalle von metallischem Kupfer verteilt, indes im Aventurin viel größere Kupferkristalle wahrnehmbar sind.

Behandelt man Glas, welches Silber gelöst enthält, in der gleichen Weise, so ergibt sich eine Masse, welche trübe und wolkig gefleckt ist. Jene Gläser, welche Blei enthalten, nehmen eine tiefschwarze Färbung an, indem metallisches Blei in feinst verteilter Form ausgeschieden wird.

Bei fortgesetztem Erhitzen des so behandelten Glases schwinden die Färbungen wieder und sobald das Glas die Temperatur der Weißglut angenommen hat, erscheint es wieder ganz ungefärbt.

Die Mengen der einzelnen Metalle, welche von den Gläsern gelöst werden können, hängen von der Art des Metalles selbst und auch von der Beschaffenheit des Glases ab. Was die Metalle selbst betrifft, ist das Gold am schwierigsten löslich, leichter das Kupfer und am leichtesten das Silber. Bei letzterem ist die Löslichkeit schon so bedeutend, daß die Färbung schon stark hervortritt, wenn das Glas nur so weit erhitzt ist, daß es zu erweichen beginnt. In bezug auf die Zusammensetzung der zu färbenden Gläser verhalten sich jene, welche an alkalischen Erden reich sind, sonach die Kalk-, Baryt- und Strontiangläser, am ungünstigsten; ihr Lösungsvermögen für Gold ist z. B. so gering, daß sie beim Anlaufenlassen nur eine ganz schwache Färbung annehmen und das Anlaufen überhaupt erst in ziemlich hoher Temperatur merkbar wird. Bei den Bleigläsern

stellen sich die Verhältnisse derart, daß sie die reichlichsten Mengen von Metall aufzulösen vermögen und das Hervortreten des Anlaufens schon bei sehr mäßiger Hitze beginnt.

Wenn man die richtige Färbung durch Gold, nämlich reines Rot, hervorrufen will, muß man genau die Zeit kennen, welche erforderlich ist, um dieses Metall in jene Molekularform zu bringen, in welcher es rot färbend wirkt. Hat man ein Goldglas bis zur Weißglut erhitzt und läßt es sodann nur sehr langsam abkühlen, so erhält man je nach Umständen Hämatin, Aventurin oder das eigentümlich leberbraune Glas, ohne daß sich unter diesen Verhältnissen jemals ein rubinrotes Glas ergeben würde.

Dieses kommt nur dann zustande, wenn man bis zu einem ziemlich eng umgrenzten Temperaturgrad angewärmt hat und das Überschreiten desselben sorgfältig verhütet. Der Arbeiter, welcher das Anlaufenlassen des Glases auszuführen hat, muß daher mit den Eigenschaften des von ihm bearbeiteten Glases wohl vertraut sein; ist er dies nicht, so mißlingt das Anlaufenlassen fast regelmäßig. Es muß dann das Glas so weit erhitzt werden, daß es wieder farblos erscheint, und die Arbeit aufs neue begonnen werden.

Das Goldglas zeigt auch noch eine andere merkwürdige Erscheinung, nämlich die, daß das farblose Glas sich allmählich rot färbt, wenn man es durch längere Zeit der Einwirkung des Lichtes aussetzt. Bis nun ist man so wenig imstande, für diese Erscheinung eine genügende Erklärung zu geben, als dies in bezug auf die Mangan- gläser der Fall ist, welche bekanntlich am Lichte von farblos im Laufe der Zeit violett werden können.

Eisenoxyd, Mangan-, Kobalt- und Chromoxyd werden von geschmolzenem Glase in verhältnismäßig großen Mengen aufgelöst und erscheinen die geschmolzenen Gläser farblos. Wenn man sie langsam erkalten läßt, so ergeben sich farbige Gläser, in welchen man aber deutlich Kristalle wahrnehmen kann. Diese Kristalle bestehen bei Eisen und Mangan aus Oxyduloxyd, beim Kobalt, Chrom, Zinn und Aluminium aus dem Oxyde.

Es sind aber nicht bloß Metalle und deren Oxyde, welche eine Färbung des Glases bewirken können, sondern es können auch Körper von anderer Beschaffenheit solche Färbungen hervorbringen. So haben z. B. die Schwefelverbindungen der Metalle die Eigenschaft, dem Glase eine gelbe Färbung zu erteilen und kann man dieselbe entweder dadurch hervorbringen, daß man dem geschmolzenen Glase unmittelbar Schwefelverbindungen zusetzt oder indem man die in dem Glase enthaltenen Sulfate reduziert. Letzteres geschieht in der Weise, daß man dem Glase unmittelbar fein verteilte Kohle oder eine verkohlbare Substanz, z. B. Zucker, zusetzt. Man erhält dann ein gelb gefärbtes Glas, welches durch Schwefelalkalien gelb gefärbt erscheint. Daß es in diesem Falle wirklich Schwefelmetalle sind, welche die Färbung verursachen, läßt sich dadurch beweisen, daß man einen Glasstuck, welcher keine Spur von schwefelsauren Salzen enthält, unter Zusatz von Kohle niederschmilzt; man erhält dann immer ein farbloses Glas. Fügt man aber diesem eine kleine Menge von Glaubersalz zu und schmilzt wieder unter Zusatz von Kohle, so wird ein gelbes Glas erhalten.

Die durch Schwefelmetalle gelb gefärbten Gläser haben die Eigenschaft, nach längerem Erhitzen zur Rotglut vollkommen schwarz zu werden; wenn man dann aber die Hitze wieder bis zur Weißglut steigert, ergibt sich neuerdings farbloses, beziehungsweise gelbes Glas. Man will diese Erscheinung dadurch erklären, daß in der Rotglut der Schwefel in die schwarze Modifikation übergeführt wird — der Beweis dafür, daß dies wirklich der Fall ist, wurde jedoch noch nicht erbracht.

VI. Die färbend wirkenden Substanzen in den Gläsern.

Durch Zusätze der entsprechenden Stoffe sind wir imstande, dem Glase jede beliebige Farbe zu erteilen,

und zwar in jeder Abtönung derselben; man ist daher imstande, aus farbigen Gläsern Nachbildungen verschiedener farbiger Gegenstände, z. B. von Blumen, herzustellen, welche in bezug auf ihre Farbe vollständig den natürlichen Gegenständen gleichen.

Die Mannigfaltigkeit der Farbentöne kann bei der Herstellung der farbigen Gläser genau in derselben Weise erzielt werden, wie dies in der Malerei der Fall ist: durch entsprechendes Mischen der Farben untereinander. In Wirklichkeit stehen zur Herstellung farbiger Gläser nur verhältnismäßig wenige farbige Körper zur Verfügung und zeigen dieselben die natürlichen Grundfarben, nämlich: weiß, gelb, rot, grün, blau und schwarz. Zu diesen Grundfarben gesellen sich noch einige Mischfarben, wie orangerot und violett, die wir ebenfalls durch einfache Zusätze zur Glasmasse herstellen können.

Die verschiedenen Mischfarben, z. B. grün, können teils direkt hergestellt werden, teils wirklich durch Mischung. So erhält man durch Chromoxyd stets ein grün gefärbtes Glas, welches aber nur das eine bestimmte Grün, nämlich „Chromgrün“, heller oder dunkler zeigt; wenn man aber ein Grün zu erhalten wünscht, welches mehr in das Gelbe neigt, so setzt man dem Glasfaze die entsprechende Menge eines Körpers zu, welcher für sich allein gelb färbt. Will man das Grün mehr in das Blaue neigen lassen, so wird man neben dem Chromgrün noch einen blau färbenden Körper in Anwendung bringen usw.

Wenn wir die Substanzen ins Auge fassen, welche den Gläsern charakteristische Farben erteilen, ergibt sich folgendes:

Für weiß. Zusätze von Körpern, welche eine weiße Farbe haben und gegen die geschmolzene Glasmasse indifferent sind; derartige Körper sind z. B. das Kalziumorthophosphat, wie wir es in der Knochenasche zur Verfügung haben, ferner das Mineral Talk und endlich das Zinnoxyd, welches, in der Glasmasse verteilt, derselben eine rein weiße Färbung erteilt. Zu den weiß färbenden Substanzen im Glase gehört auch noch das Mineral Arholith,

welches im Glase Fluoraluminium bilden soll, das dann die Undurchsichtigkeit des Glases bewirkt.

Gelb läßt sich das Glas färben durch Silberverbindungen, durch Antimonverbindungen, durch Nickelverbindungen, durch Schwefelmetalle und durch Uranoxyd.

Rot wird erhalten durch Gold- und Kupferverbindungen oder auch durch Eisenoxyd, wenn dasselbe in der passenden Form angewendet wird.

Grün kann durch verschiedene Körper dargestellt werden. Ein spezifisches reines Grün erhält man durch Chromoxyd; alle anderen Arten von Grün werden durch Mischfarben hervorgebracht, z. B. durch passend hergestellte Gemische von Kupferoxyd (welches blau färbt) und Eisenoxyd, welches eine gelbbraune Färbung ergibt.

Blau kann durch Kobaltverbindungen und durch Kupferoxyd erzielt werden. Jedes dieser Oxyde gibt für sich allein ein spezifisches Blau; durch Mischen mit Gelb oder Rot lassen sich die verschiedenen Abstufungen in der Färbung erhalten.

Violett wird unmittelbar durch Manganoxyd allein gefärbt.

Schwarz erhält man durch Anwendung sehr großer Mengen von Manganverbindungen oder von Gemischen aus solchen mit Eisenoxyd und Kobaltoxyd.

Braun kann erhalten werden durch Eisenoxyd unter Zusatz von Manganoxyd.

In früherer Zeit wurden die farbigen Gläser gewöhnlich dadurch dargestellt, daß man dem Glasfaze ein Mineral zusetzte, welches das färbend wirkende Metall enthielt; man erzielte hierdurch tatsächlich die gewünschte Färbung. Es hing aber von einem bloßen Zufalle ab, ob die Farbe rein (frei von der Beimischung anderer Farben) war oder ob sie mehr oder weniger abgetönt ausfiel. Diese Erscheinung ist leicht aus der Beschaffenheit der angewendeten Mineralien zu erklären.

Wenn man z. B. ein violettes Glas unter Anwendung des Minerales Braunstein darstellen will, so

wird man ein schönes feuriges Violett erhalten, wenn man zufällig einen Braunstein getroffen hat, welcher fast ausschließlich aus reinem Mangansuperoxyd besteht. Hat man hingegen einen Braunstein bekommen, welcher bedeutende Mengen von Eisenverbindungen enthält, so ist auf die Erzielung einer rein violetten Färbung nicht zu rechnen. Blaues Glas wurde früher ausschließlich durch Zusatz von Zaffer, das ist geröstetes Kobalterz, zum Glasfasse bereitet; da sich aber neben Kobaltoxyd in dem Zaffer auch noch wechselnde Mengen von Nickeloxyd und Eisenoxyd vorfinden, so war es auch vom Zufall abhängig, ob man ein rein kobaltblau gefärbtes Glas oder ein solches erhielt, welches ein mehr oder weniger durch Gelb abgetöntes Blau zeigte.

Zum Zwecke der Darstellung billiger farbiger Gläser wird man sich immer der billigen mineralischen Färbematerialien bedienen, weil es bei derartigen Waren weniger darauf ankommt, daß sie die betreffende Farbe in absoluter Reinheit zeigen, als darauf, daß sie überhaupt gefärbt sind. Anders stellt sich aber die Sache, wenn man farbige Gläser darstellen will, welche zu Luxusartikeln verarbeitet werden sollen. In diesem Falle ist es unbedingt notwendig, farbige Gläser herzustellen, welche die gewünschte Farbe: grün, blau usw. in absoluter Reinheit zeigen, denn nur dann ist es möglich, die Farben in der Weise abzustufen, wie dies die Verhältnisse erheischen. Bekanntlich sind in unserer Zeit Gläser mit reichen leuchtenden Farben geschmückt, oder solche, welche die verschiedensten Farben irisierend, bunt schillernd usw. zeigen, sehr geschätzt. Es wäre vergebliche Mühe, solche Gläser unter Anwendung von unreinen Farbstoffen herzustellen zu wollen; man würde damit nie ein Produkt erzielen, welches den Anforderungen eines geläuterten Geschmacks entsprechen würde.

Dem eben Gesagten zufolge bedarf es keiner weiteren Erörterung, daß man zur Herstellung rein farbiger gefärbter Gläser die betreffenden Färbematerialien nur in der reinsten Form verwenden darf, wie sie in den chemi-

ischen Laboratorien dargestellt werden können. Der Preis der farbigen Gläser wird hierdurch in bezug auf die Darstellungskosten ein etwas höherer, ohne daß jedoch dieser Umstand sehr ins Gewicht fällt. Einerseits sind die Mengen von reinen Farbstoffen, deren man zum Färben einer sehr bedeutenden Glasmenge bedarf, sehr kleine, und andererseits handelt es sich in diesem Falle um die Herstellung von Luxusartikeln, für welche gerne ein höherer Kaufpreis gezahlt wird, vorausgesetzt, daß sie hochgestellten Anforderungen genügen.

Das Färben der Gläser mit reinen Präparaten.

Man erhält zwar die zum Glasfärben erforderlichen Präparate in den Fabriken chemischer Produkte in entsprechender Beschaffenheit; die hierfür geforderten Preise sind aber so unverhältnismäßig hohe, daß es jedem Glasfabrikanten, welcher sich mit der Herstellung farbiger Gläser beschäftigen will, zu empfehlen ist, sich die betreffenden Präparate selbst darzustellen; abgesehen davon, daß er sich die Präparate zu geringem Preis beschaffen kann, hat er dann auch die absolute Sicherheit, wirklich reine Präparate zu erhalten.

Wir lassen im nachstehenden eine kurze Anleitung zur Darstellung der wichtigsten Färbestoffe, welche in der Fabrikation farbiger Gläser verwendet werden, folgen und kann jeder Fabrikant, welcher nach unseren Anleitungen arbeitet, sicher sein, daß er Präparate erzielen wird, welche seinen Zwecken auf das beste entsprechen.

Manche Präparate, wie z. B. die Uranpräparate, welche aus dem Uranpecherze dargestellt werden, kommen im Handel schon von genügender Reinheit vor, es wäre daher überflüssig, sich dieselben selbst darstellen zu wollen; jedenfalls sollte man aber bei Verwendung von angekauften Präparaten nie die Vorsicht außer Auge lassen, die Färbewirkung derselben vorerst durch einen Versuch im kleinen zu ermitteln. Letzteres ist namentlich in dem Falle von ganz besonderer Wichtigkeit, in welchem es

sich darum handelt, größere Mengen farbigen Glases, welches dann allmählich zum Färben größerer Partien farblosen Glases dienen soll, herzustellen. Von den Präparaten, welche man sich zweckmäßig für die feinsten farbigen Gläser selbst darstellt, sind besonders die nachstehend genannten von Wichtigkeit: Eisenoxyd, Manganoxyd, Kobaltoxyd, Kupferoxyd, Antimonoxyd und Zinnoxid. Ferner stellt man sich das zur Darstellung von Goldrubin erforderliche Goldpräparat selbst dar.

Außer diesen Präparaten, welche zur Bereitung der farbigen Gläser dienen, das heißt jener, welche durch die ganze Masse gefärbt sind, verwendet man auch eine Anzahl anderer, welche dazu bestimmt sind, um auf der Oberfläche des Glases bestimmte Farben- und Lichteffekte hervorzurufen. Es gehören hierher jene Präparate, welche man als Resinate bezeichnet, und jene, welche man verwendet, um der Oberfläche des Glases die Erscheinung des Irisierens zu erteilen. Wir werden diese Präparate bei der Schilderung dieser Spezialsorten des Glases noch genauer beschreiben und ihre Darstellungsweise schildern.

Die Darstellung des Eisenoxydes.

Das zum Färben des Glases verwendete Eisenoxyd kann auf verschiedene Weise bereitet werden. Das Eisenoxyd kommt in der Natur in den Mineralien roter Glaskopf und Eisenglanz schon fast chemisch rein vor; man braucht diese Mineralien daher nur zu zerkleinern, um ein allen Anforderungen entsprechendes reines Eisenoxyd zu erhalten. Die Härte dieser Mineralien ist aber eine so große, daß die Gewinnung eines sehr feinen Pulvers, wie man dasselbe zum Färben des Glases immer benötigt, so viel Arbeit — Mahlen und Schlämmen — verursacht, daß es einfacher ist, sich das reine Eisenoxyd auf chemischem Wege selbst zu bereiten.

Man geht in der Weise vor, daß man gewöhnlichen Eisenvitriol, wie er im Handel vorkommt, verarbeitet. Eine besonders reine Sorte von Eisenvitriol ist jene,

welche von den Blechfabriken geliefert wird, in denen man dieses Produkt beim Blankmachen der Bleche mit Schwefelsäure erhält. Man löst den Eisenvitriol in Wasser, welchem man einige Tropfen von Schwefelsäure zugesetzt hat, um die Entstehung einer klaren Lösung zu bewirken. Diese Lösung wird in ein großes Gefäß filtriert und so lange mit Ammoniak oder Änatron versetzt, als noch ein Niederschlag entsteht. Dieser Niederschlag ist von graugrüner Farbe und besteht aus Eisenoxydulhydrat. Man bringt ihn auf ein Filtertuch, läßt ihn abtropfen und wäscht ihn einige Male mit reinem Wasser aus, worauf man ihn in der Weise trocknet, daß man die Enden des Filtertuches zusammenbindet und den so erhaltenen Beutel frei aufhängt. Während des Trocknens ändert sich die Farbe der Masse binnen kurzer Zeit in bräunlich um, indem das Eisenoxydulhydrat durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft in Eisenoxydhydrat übergeht. Nachdem die Masse ganz trocken geworden ist, erhitzt man sie in einem eisernen Gefäße zum schwachen Glühen; es wird hierbei das Eisenoxydhydrat zersetzt und hinterbleibt rotes Eisenoxyd als ein ungemein feines Pulver.

Nach einem anderen einfacheren Verfahren kann man Eisenoxyd darstellen, indem man eine Lösung von Eisenvitriol mit einer Lösung von Kaliumoxalat — dem sogenannten Keesalze des Handels — so lange versetzt, als noch ein Niederschlag entsteht, diesen auswäscht, trocknet und in einem flachen Gefäße erhitzt. Die Masse beginnt bei einer gewissen Temperatur zu verglimmen und hinterbleibt ein ungemein zartes rotes Pulver, welches aus reinem Eisenoxyd besteht.

Nebenbei gesagt kann man sich auch des künstlich dargestellten Eisenoxydes mit Vorteil zum Blankpolieren von sehr feinen Glasgegenständen, z. B. von Linsen für optische Instrumente, bedienen, indem die Teilchen dieses Eisenoxydes ungemein feiner und gleichförmiger sind als jene des auf das feinste geschlammten Polierrotes.

An Stelle des reinen Eisenoxydes wird in den Glas-

fabriken gewöhnlich der zu sehr billigen Preisen zu beschaffende Eisenhammerschlag verwendet. Bekanntlich besteht derselbe aus den Teilchen, welche beim Schmieden des Eisens von demselben abfallen und sich um den Amboß anhäufen. Seiner chemischen Beschaffenheit nach besteht der Eisenhammerschlag hauptsächlich aus Eisenoxyduloxyd neben Eisenoxyd und auch kleinen Mengen von metallisch gebliebenem Eisen. Die Zusammensetzung des Eisenhammerschlages ist nie die gleichbleibende, indem es von der Temperatur des Eisens beim Schmieden, sowie von dem Zutritte der Luft abhängt, ob eine größere Menge der höchsten Oxydationsstufe, das ist Eisenoxyd, gebildet wird oder ob eine größere Menge von Eisenoxyduloxyd entsteht.

Darstellung von Manganoxyd.

Um ein ganz reines, namentlich eisenfreies Manganpräparat zu erhalten, verfährt man am zweckmäßigsten in der Weise, daß man reinen Manganvitriol, welcher im Handel für die Zwecke der Färber ganz frei von Eisen zu haben ist, in Wasser löst und die Lösung mit einer klaren Lösung von Chlorkalk in Wasser fällt. Es entsteht hierdurch ein dunkelbrauner Niederschlag, welcher aus Mangansuperoxydhydrat besteht; derselbe wird gesammelt und getrocknet, worauf man ihn so weit erhitzt, daß das Hydrat zerlegt wird und reines Mangansuperoxyd hinterbleibt. Da letzteres sich in der Glasmasse von selbst in Manganoxyd umwandelt, so braucht man das letztere nicht besonders darzustellen.

Die Darstellung des Kobaltoxydes.

Man bereitet dieses Oxyd am einfachsten aus einem der im Handel in sehr reiner Form vorkommenden Kobaltsalze wie Kobaltchlorür oder Kobaltnitrat, indem man das Salz in Wasser löst und so lange mit einer Lösung von Ägnatron versetzt, als noch ein Niederschlag entsteht. Dieser wird ausgewaschen, getrocknet und geblüht.

Darstellung des Kupferoxydes.

Der Ausgangspunkt zur Darstellung dieses Oxydes ist der Kupfervitriol oder das Kupfersulfat. Der im Handel vorkommende Kupfervitriol enthält aber oft namhafte Mengen von Eisenvitriol; man muß daher trachten ein reines Produkt zu erzielen. Am reinsten ist jener Kupfervitriol, welchen man aus den Scheideanstalten für Edelmetalle erhält. Gereinigt kann der Kupfervitriol dadurch werden, daß man ihn in kochendem Wasser löst, die heiß gesättigte Lösung unter beständigem Rühren rasch abkühlt, so daß sich nur kleine Kristalle ergeben. Man sammelt dieselben, läßt die Mutterlauge gut abtropfen, übergießt die Kristalle mit einer gesättigten Lösung von Kupfervitriol, um die Mutterlauge ganz zu verdrängen und erhält auf diese Weise ein sehr reines Produkt, da der Eisenvitriol fast vollständig in der Mutterlauge zurückbleibt.

Man löst den noch feuchten gereinigten Kupfervitriol in heißem Wasser, erhitzt die Lösung zum Kochen und setzt ihr dann so lange eine Lösung von Äthnatron zu, als noch ein Niederschlag entsteht. Es bildet sich ein schwarzer Niederschlag, welcher aus reinem Kupferoxyd besteht und braucht man dasselbe nur zu waschen und zu trocknen.

Das gewöhnlich angewendete Kupferpräparat zum Färben des Glases ist der Kupferhammerschlag, welcher ähnlich wie bei der Bearbeitung des Eisens bei der Bearbeitung des Kupfers in der Hitze von dem Metalle abfällt.

Seiner chemischen Beschaffenheit nach besteht der Kupferhammerschlag aus einem Gemische von Kupferoxydul, Kupferoxyd und metallischem Kupfer. Auch beim Kupferhammerschlag wird das wechselseitige Verhältnis der einzelnen Körper durch die Temperatur und den Luftzutritt bedingt. Bei geringer Hitze und beschränktem Luftzutritt entsteht vorwiegend das rotbraun aussehende Kupferoxydul, bei hoher Temperatur hingegen das schwarze Kupferoxyd.

Nicht selten findet man in dem Kupferhammerschlag neben den Kupferverbindungen auch noch Zink und Zinn vor; das Vorhandensein dieser beiden Metalle erklärt sich aus dem Umstande, daß die Kupferschmiede häufig auch Messing und Bronze in Arbeit nehmen und hierdurch eine Beimischung der beiden Metalle zum Kupferhammerschlag erfolgen kann.

Darstellung des Antimonoxydes.

Das Antimonpräparat, welches man zur Darstellung farbiger Gläser verwendet, kann auf verschiedene Weise bereitet werden. Der am häufigsten eingeschlagene Weg ist jener, den gereinigten Grauspießglanz (Schwefelantimon) an der Luft zu rösten, bis eine weiße Masse hinterbleibt, die man dann durch Mahlen und Schlämmen von dem beigemengten unveränderten Grauspießglanz trennt.

Ein vollkommen reines und feinst verteiltes Antimonoxyd kann man jedoch nur auf nassem Wege darstellen und verfährt hierbei folgendermaßen: Grauspießglanz wird sehr fein gepulvert und so lange mit Salzsäure gekocht, als sich noch etwas in der Flüssigkeit löst. Man trennt dann durch vorsichtiges Abgießen die klare Flüssigkeit von dem ungelösten Rückstande und gießt die Flüssigkeit in ein Gefäß, welches etwa die hundertfache Menge an reinem Wasser enthält. Es scheidet sich hierbei eine blendend weiße Substanz ab, welche aus basischem Antimonchlorid besteht. Man gießt die über dem schweren Pulver stehende Flüssigkeit ab, wäscht das Pulver mit Wasser aus und kocht es mit einer Lösung von Soda in Wasser aus. Es entweicht aus der Flüssigkeit Kohlensäure und wird Chlornatrium gebildet, während das basische Antimonchlorid in Antimonoxyd übergeht. Dieses wird mit reinem Wasser ausgewaschen und getrocknet.

Die Darstellung des Zinnoxides.

Das Zinnoxid, welches man besonders zur Herstellung der rein weißen Emailgläser verwendet, kann

durch unmittelbare Oxydation von reinem Zinn, welches man stark über seinen Schmelzpunkt erhitzt, bereitet werden, indem man die sich bildende Oxydschichte immer von dem geschmolzenen Metalle abzieht. Da dem so erhaltenen Oxyde immer bedeutende Mengen von unverändert gebliebenem Zinn beigemischt sind, muß man die Masse sorgfältig schlämmen, um das Oxyd frei von Metall zu erhalten.

Wenn man Zinnoxyd aus reinem Zinn darstellen will, so muß man das geschmolzene Metall bis zur hellen Rotglut erhitzen, indem man sonst hauptsächlich nur schwärzlich aussehendes Zinnoxydul erhält; bringt man hingegen das Zinn zur Gluthitze, so bildet sich rasch auf der Oberfläche ein weißes Häutchen von Zinnoxyd, welches man mit einem Haken wegzieht, worauf sogleich wieder die Bildungen einer weißen Oxydhaut stattfinden usw. Anstatt reines Zinn anzuwenden, kann man auch eine Legierung aus Zinn und Blei benutzen und erfolgt bei einer solchen die Oxydation des Zinnes schon bei niedrigerer Temperatur als bei reinem Zinn. Am geeignetsten ist eine nach folgendem Verhältnisse zusammengesetzte Legierung für unseren Zweck.

Zinn	82
Blei	18

Da auch in diesem Falle das Zinnoxyd (die Zinnasche) immer gewisse Mengen von Zinnoxydul enthält, muß man sie von diesem befreien, was am einfachsten dadurch geschieht, daß man sie mit Salpetersäure durchfeuchtet, einige Tage liegen läßt und dann einem Schlammprozeß unterwirft. Wenn man die eben erwähnte Legierung genommen hat, läßt sich dieses Verfahren nicht anwenden, da sich das dem Zinnoxyde beigemischte Bleioxyd mit der Salpetersäure zu Bleinitrat verbinden würde.

Wenn man das auf trockenem Wege dargestellte Zinnoxyd unter Anwendung eines sehr reinen Zinnes dargestellt und das Produkt einer sehr sorgfältigen Schlammung unterzogen hat, so kann man dasselbe gut

verwenden, um Gläsern eine weiße Farbe zu erteilen; unserer Erfahrung nach zeigen aber diese Gläser nicht jene absolut rein weiße Farbe, als jene, welche mit Zinnoryd, das auf nassem Wege gewonnen wurde, angefertigt sind. Für hochfeine Arbeiten soll man daher immer nur ein Zinnoryd verwenden, welches auf nassem Wege und aus dem feinsten Zinne dargestellt wurde.

Auf einfachere Weise und in vollkommen reinem Zustande erhält man Zinnoryd, indem man reines Zinn schmilzt, durch langsames Eingießen in Wasser in kleine Körner verwandelt und diese mit Salpetersäure übergießt. Das Zinn wird hierbei durch die Salpetersäure in ein weißes schweres Pulver verwandelt, welches aus reinem Zinnoryd besteht. Da sich aus der Salpetersäure schwere braune Dämpfe entwickeln, welche die Atmungswerkzeuge stark angreifen, muß man diese Behandlung des Zinnes im Freien vornehmen. Nachdem die Entwicklung der braunen Dämpfe aufgehört hat, setzt man der Flüssigkeit noch etwas Salpetersäure zu und erhitzt sie zum Kochen, um etwa unverändert gebliebene Zinntheilchen zu oxydieren. Zum Schlusse schlämmt man das Zinnoryd mit viel Wasser auf, gießt die milchige Flüssigkeit rasch ab und setzt diese Behandlung mit Wasser so lange fort, bis am Boden des Gefäßes nichts mehr oder nur einige unverändert gebliebene Zinnkörnchen hinterbleiben. Das Zinnoryd wird auf einem Trichter gesammelt und getrocknet.

Die Darstellung der Goldlösung.

Das Gold, welches man zur Herstellung der Goldrubingläser verwendet, muß immer in Form einer in Wasser löslichen Verbindung benützt werden und stellt man dieses, das Dreifach-Chlorgold, auf folgende Art dar: Feingold, welches man im Handel in Form von kleinen Kügelchen verschiedener Größe als sogenanntes granuliertes Gold erhält, wird mit einem breiten Hammer zu recht dünnen Blättchen geschlagen, da es sich in dieser Form am leichtesten löst. An Stelle des Feingoldes kann

man auch Dukatengold verwenden, da dieses fast aus chemisch reinem Golde besteht. Der Dukaten muß auch in diesem Falle zu recht dünnem Blech ausgeschlagen werden und zerschneidet man dieses mit der Schere in so dünne Schnitzel als möglich.

Man bringt das Gold in einen Glaskolben, welchen man in eine mit feinem Sand gefüllte Porzellanschale stellt und übergießt das Gold mit reiner Salzsäure, fügt dann so viel Salpetersäure zu, daß die Menge derselben ein Drittel von jener der Salzsäure ausmacht und erwärmt die Porzellanschale vorsichtig. Das Gemische aus Salzsäure und Salpetersäure, das sogenannte Königswasser, entwickelt Chlor und wird durch dieses das Gold allmählich zu einer braunen Flüssigkeit gelöst. Wenn die Chlorentwickelung aufhört, wenn noch nicht alles Gold gelöst ist, so fügt man wieder etwas Königswasser zu und erwärmt; man soll aber nicht mehr von den Säuren anwenden, als eben zur vollständigen Lösung des vorhandenen Goldes erforderlich ist. Man kann die klare Goldlösung durch gelindes Erwärmen in einer Porzellanschale konzentrieren und hierbei zugleich von der etwa im Ueberschusse vorhandenen Säure befreien, und erhält schließlich eine braun gefärbte Flüssigkeit, welche aus reinem Goldchlorid besteht. Man muß dieselbe in wohlverschlossenen Gefäßen aufbewahren, indem schon durch einfallenden Staub eine Zersetzung des Goldchlorides stattfindet und am Boden des Gefäßes sich ein braunes Pulver abscheidet, welches aus metallischem Gold besteht.

Bei der Bereitung des Goldchlorides muß man immer mit einer genau abgewogenen Goldmenge arbeiten, um bei der Herstellung des Saizes für das Goldrubinglas zu wissen, wieviel Gold man dem Glas saize zuzusetzen hat.

Viele Glasfabrikanten halten es für überflüssig, die reinen Dryde in der Weise darzustellen, wie wir dies hier in Kürze beschrieben haben; für einen Fabrikanten, welcher aber seinen farbigen Gläsern den höchsten Grad von Reinheit und Schönheit der Farbe erteilen will,

erscheint die Mühe, welche die Herstellung der reinen Dryde verursacht, gewiß nicht zu groß. Für Versuchszwecke kann man übrigens gar keine unreinen Dryde benützen, weil man hierbei gar keine Kenntniss von der Einwirkung erlangen kann, welche die Gegenwart der fremden als Verunreinigung des Drydes vorhandenen Körper auf die Beschaffenheit der Färbung nimmt. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der Anwendung der reinen Dryde liegt auch darin, daß man dieselben in einem Zustande der Verteilung erhält, wie er durch mechanische Zerkleinerung überhaupt nicht zu erreichen ist.

Das Wesen der Darstellung von farbigem Glase besteht eben darin, daß die färbend wirkende Substanz durch alle Teile der ganzen Glasmasse gleichmäßig verteilt, im wahren Sinne des Wortes in derselben gelöst wird. Wenn man ein Pulver anwendet, welches aus ungleich großen Körnern des färbend wirkenden Körpers besteht, so wird die Folge hiervon offenbar die sein, daß jene Teile der Glasmasse, in welcher sich zufälligerweise eine größere Zahl der großen Körner befindet, viel kräftiger gefärbt erscheinen wird als die anderen. Man wird dann durchaus kein gleichförmig gefärbtes Glas erhalten, sondern ein solches, welches wolkige Streifen zeigt, die dadurch hervorgebracht werden, daß einige Teile der Glasmasse viel intensiver gefärbt sind als andere.

Um ein in allen seinen Teilen gleichförmig gefärbtes Glas zu erhalten, ist es unbedingt erforderlich, die färbend wirkende Substanz durch die ganze Glasmasse vollkommen gleichmäßig zu verteilen und läßt sich dies bei Anwendung von künstlich gefällten Dryden leicht erzielen, indem sich dieselben schon in einem sehr hohen Grade der Verteilung befinden.

Da man bei der Darstellung von Goldrubinglas das Gold immer in Form einer Lösung anwendet, mit welcher man den zum Glasfaze dienenden Sand tränkt, so erhält man in diesem Falle auch stets ein gleichförmig gefärbtes Glas, da sich die Flüssigkeit am leichtesten verteilen läßt.

Wir haben den Versuch gemacht, auch andere färbend wirkende Metalle in flüssiger Form dem Glasfasse beizumischen und haben in dieser Richtung sehr günstige Erfolge erzielt. Kupferoxyd löst sich z. B. in Ammoniak in reichlicher Menge zu einer prachtvoll blau gefärbten Flüssigkeit auf; wenn man diese Lösung mit Wasser so stark verdünnt, daß die erhaltene Flüssigkeit ausreicht, um die Gesamtmenge des zur Darstellung des Glasfasses nötigen Sandmenge zu durchtränken, so geschieht folgendes: Das Kupferoxydammoniak zerlegt sich schon in ganz geringer Wärme unter Verflüchtigung von Ammoniak; das hierbei unlöslich werdende Kupferoxyd befindet sich dann im Zustande der feinsten Verteilung auf den einzelnen Sandkörnchen und ergibt sich beim Schmelzen des Glasfasses ein ganz gleichförmig gefärbtes Glas.

In ähnlicher Weise haben wir eine Lösung von Eisenchlorid verwendet und haben auch Versuche mit löslichen Mangansalzen und Kobaltsalzen einen günstigen Erfolg ergeben.

Wenn man dieses Verfahren allgemein anwenden wollte, brauchte man nur in der Weise vorzugehen, daß man den zu verarbeitenden Sand mit der stark verdünnten Lösung des Metallsalzes gleichförmig benetzt, dann trocknet und in der gewöhnlichen Weise mit den übrigen Bestandteilen des Glasfasses vermengt.

Wie man auch arbeitet, ist das innige Vermengen aller zur Herstellung von farbigem Glase dienenden Bestandteile eine Sache von größter Wichtigkeit; es sollen daher die so weit nur möglich zerkleinerten Bestandteile des Glasfasses durch länger andauerndes Bearbeiten in einem Kollfasse sehr sorgfältig gemischt werden.

Eine weitere Bedingung zur Erzielung von Gläsern, welche eine reine Farbe zeigen, ist die, daß das Glas während des Schmelzens vollkommen gegen die Einwirkung von Feuergasen geschützt bleibt. Man muß daher zum Schmelzen der Säze immer solche Gefäße anwenden, welche den Zutritt der Feuergase zum Inhalte des Schmelzgefäßes unmöglich machen.

Es ist leicht einzusehen, daß der Zutritt von Feuergasen zu der Glasmasse immer nur ein nachtheiliger sein kann; durch die Feuergase können Aschen- und Kohletheilchen in das Schmelzgefäß gelangen und durch ihre chemische Einwirkung Veränderungen in der Färbung hervorrufen.

Die Feuergase sind in der Regel ziemlich stark reduzierend und könnte dies z. B. bei einem mit Eisenoxyd gefärbten Glase zur Folge haben, daß man kein Glas erzielen würde, welches die durch Eisenoxyd bedingte charakteristische Färbung zeigt, sondern ein unangenehmes Grüngelb, welches dadurch zustande käme, daß ein Teil des Eisenoxydes zu Eisenoxydul reduziert würde.

Die färbende Kraft der Oxyde.

Die färbende Wirkung der Metalloxyde auf das Glas ist eine so intensive, daß man in der Bemessung der Oxydmengen ungemein genau vorgehen muß, um ein Glas von bestimmter Färbung zu erhalten, und ist dies überhaupt nur möglich, wenn man nach einem ganz bestimmten Arbeitsplane vorgeht. Wenn man z. B. für eine bestimmte Menge eines Glassatzes eine gewisse Menge von Kobaltoxyd angewendet hat, so wird man ein Glas erhalten, welches eine bestimmte blaue Färbung zeigen wird. Wendet man bei einer neuerlichen Schmelzung für die gleiche Menge desselben Glassatzes nur die Hälfte von Kobaltoxyd an, welche man früher angewendet hat, so wird das Ergebnis ein Glas sein, welches beiläufig nur die halbe Intensität der Blaufärbung zeigen wird usw.

Durch genaue Aufzeichnungen über die Mengen von färbenden Oxyden und durch Aufbewahrung von Proben der mit verschiedenen Mengen der Oxyde gefärbten Gläser wird es einem Fabrikanten möglich sein, genau jeden gewünschten Farbenton hervorzubringen.

Man kann dies aber auch auf andere einfachere Weise erreichen, und zwar nach folgendem Verfahren:

Man stellt sich einen Glassatz dar, welcher das färbend wirkende Oxyd in verhältnismäßig großer Menge enthält. Wenn man diesen Glassatz niederschmilzt, so erhält man eine Glasmasse, welche so intensiv gefärbt ist, daß sie schwarz erscheint. Kobaltgläser, welche auf diese Art angefertigt wurden, erscheinen als völlig schwarze Massen, welche nur in dünnen Splintern und an den Ranten blau aussehen.

Wenn man diese fertig geschmolzenen, gewissermaßen überfärbten Gläser rasch abkühlt, so werden sie so spröde, daß man sie ohne Schwierigkeiten in ein feines Pulver verwandeln kann. Setzt man eine entsprechende Menge dieses Pulvers einem farblosen Glassatze zu und schmilzt diesen nieder, so löst sich das farbige Glas in dem farblosen auf und man erhält je nach der angewendeten Menge des farbigen Glases ein mehr oder weniger intensiv gefärbtes Glas. Nach diesem Verfahren ist es dann mit keinen Schwierigkeiten verbunden, farbige Gläser in allen beliebigen Farbenabstufungen darzustellen.

VII. Die Darstellung der farbigen Gläser im besonderen.

Wenn wir dem Vorgange, welchen man bei der Beschreibung der einzelnen Farben gewöhnlich einhält, folgen wollten, so hätten wir unsere Schilderungen mit jenen Verfahren zu beginnen, nach welchen man weiße Gläser darstellen kann; an diese hätte sich die Schilderung der verschiedenfarbigen Gläser anzufügen und mit der Beschreibung der Verfahren, nach welchen man schwarze Gläser erzielt, zu enden. Aus rein technischen Gründen halten wir aber diese Reihenfolge nicht ein, sondern werden gewisse farbige Gläser für sich allein schildern, indem die Verfahren zur Herstellung derselben wesentlich von jenen abweichen, welche man bei Bereitung der anderen farbigen Gläser einschlägt.

Gelbe Gläser.

Die Gelbfärbung von Gläsern kann erfolgen durch Schwefelverbindungen, durch Antimon, durch Uran und durch Silber.

Gelb gefärbte Gläser, welche durch Schwefelverbindungen gefärbt sind, dürfen nie bleihaltig sein, und zwar aus dem Grunde, weil die Gelbfärbung immer nur durch einen Reduktionsvorgang zustande kommt und das in der Glasmasse enthaltene Bleioxyd leicht reduzierbar ist, so daß das Glas durch das ausgeschiedene metallische Blei nicht gelb, sondern von schwarzgrauer Farbe erhalten würde.

Um die Gelbfärbung hervorzubringen, wendet man ein Glas an, welches unter Mitverwendung von Natriumsulfat hergestellt wird und fügt dem Glasfaze eine gewisse Menge von Zucker zu. Beim Niederschmelzen des Glasfazes wird der Zucker verkohlt und wirkt die sich bildende Kohle durch die ganze Glasmasse reduzierend auf das Natriumsulfat, so daß Schwefelnatrium entsteht.

Man kann das Glas auch durch Schwefelcadmium feuriggelb mit einem Stich ins Grüne färben und scheint hier eine kombinierte Wirkung von Schwefelverbindung und Metall vorhanden zu sein, denn andere Cadmiumverbindungen färben das Glas überhaupt nicht. Man kann dieses Glas aber nicht anders als in sehr dünnen Schichten, als sogenanntes Überfangglas, verwenden, da es die unangenehme Eigenschaft hat, in größeren Stücken beim Erkalten rissig und blätterig zu werden.

Das durch Schwefelverbindungen gelb gefärbte Glas hat die merkwürdige Eigenschaft, bei längerem Erhitzen zu schwacher Rotglut sich schwarz zu färben; erhitzt man es aber bis zum Weichwerden, so nimmt es wieder die gelbe Farbe an.

Die Antimonverbindungen können ebenfalls nicht zum Färben von Bleigläsern angewendet werden; wenn man Glas durch Antimonoxyd oder durch gerösteten Spießglanz färbt, so erhält man zwar ein reines Gelb, welches

aber nicht besonders feurig ist. Man kann jedoch die gelbe Farbe, welche das Glas durch Antimon erhält, bedeutend heben, wenn man neben Antimon eine geringe Menge von Eisenoxyd anwendet. Durch Vergrößerung der Antimonmenge und dieser entsprechende Vermehrung des Zusatzes von Eisenoxyd erhält man Gläser, deren Farbe nicht mehr gelb, sondern orange erscheint, und ist imstande, durch entsprechende Änderung in den Mengen der färbend wirkenden Körper die verschiedensten Übergänge von Gelb in Orange herzustellen.

Die durch Uranoxyd gelb gefärbten Gläser zeigen im durchfallenden Lichte eine sehr schön kanariengelbe Färbung (Kanarienglas), im reflektierten Lichte jedoch eine prachtvoll grüne Färbung; das Uranglas ist demnach ein fluoreszierender Körper. Ein wirklich schönes Uranglas läßt sich nur unter Anwendung von Kaligläsern herstellen; andere Gläser werden zwar durch Uran ebenfalls gefärbt, ohne daß jedoch die Färbung eine schöne wäre; auch fehlt diesen Gläsern die Fluoreszenzwirkung, welche dem Uranglase seine eigentümliche Schönheit erteilt. Da die Färbekraft des Uranoxydes eine ungemein große ist, muß man mit dem Zusatz von Uranoxyd zu einem Glasfasse sehr vorsichtig zu Werke gehen; schon ein Prozent Uranoxyd liefert in einem Glasfasse eine sehr satte Färbung.

Silbergläser.

Das metallische Silber hat, wie schon dargelegt wurde, die Eigenschaft, sich unmittelbar im Glase zu lösen, allein die Löslichkeit scheint eine so geringe zu sein, daß sich beim Abkühlen der weitaus größte Teil des gelösten Silbers wieder ausscheidet, so daß es auch bei aller Mühe nicht gelingt, ein gleichförmig gelb gefärbtes Glas auf diese Weise zu erzielen; dasselbe erscheint immer trübe und von Wolken und Flammen durchzogen. Um daher Glas durch Silber zu färben, muß man einen besonderen

Kunstgriff anwenden und die Färbung des Glases nur an bestimmten Stellen und an der Oberfläche ausführen.

Dieser Vorgang, welchen man als das „Lagieren“ bezeichnet, kann auf verschiedene Art herbeigeführt werden. Nach dem einen Verfahren vermengt man fein geschlämmten weißen Ton mit einem Zehntel seines Gewichtes an frisch gefälltem Chlor Silber und so viel Wasser, daß eine Masse entsteht, welche man mit dem Pinsel auf das Glas auftragen kann. Man läßt die auf die gelb zu färbenden Stellen aufgetragene Masse trocknen, wobei man das Licht ausschließt, damit das Chlor Silber nicht durch das Licht zersetzt werde. Der Glasgegenstand wird sodann vorsichtig angewärmt, aber nur so weit, daß das Glas kaum zu erweichen beginnt, sonach nur bis zur schwachen Rotglut.

Wenn man dann, nachdem das Gefäß erkaltet ist, den Ton wegwischt, erscheint das Glas mehr oder weniger intensiv gefärbt, und zwar schwankt die Färbung zwischen Hellgelb und Orange, je nach der Menge des angewendeten Chlor Silbers. Man erzielt aber nur dann eine vollkommen gleichmäßige Färbung des Glases, wenn der Ton auf das innigste mit dem Chlor Silber vermengt wurde; an Stellen, an welchen Körnchen von Chlor Silber lagerten, gibt sich dies an dem fertigen Glase dadurch zu erkennen, daß diese Stellen viel intensiver gefärbt sind als die anderen. Um daher auf eine gleichförmige fleckenlose Färbung des Glases rechnen zu können, ist es zweckmäßiger, in der Weise zu arbeiten, daß man das Chlor Silber unmittelbar in der Tonmasse herstellt.

Man erreicht dies, indem man den Ton mit einer verdünnten Lösung von Silbernitrat anrührt und demselben sodann so viel Salzsäure zufügt, um alles Silbernitrat in Chlor Silber überzuführen, wodurch eine ganz gleichmäßige Verteilung des letzteren durch die ganze Tonmasse stattfindet. Während der Arbeit hält man den Vorrat an Tonmasse immer mit einem dunkeln Gefäße bedeckt, um die Reduktion des Chlor Silbers am Lichte zu verhüten; ebenso werden die fertig bemalten Gläser

bis zum Austrocknen der Tonmasse in einem dunkeln Raume aufbewahrt und dürfen demselben erst entnommen werden, wenn das Silber eingebrannt werden soll.

Die Temperatur, bei welcher man das Silber in das Glas einbrennt, ist, wie schon angegeben, eine verhältnismäßig niedere und übersteigt die schwache Rotglut nicht. Da sich der Erfahrung nach beim Lasieren mit Silber leicht wolkige und opalisierende Stellen bilden, wenn man die Temperatur zu hoch steigert, so empfiehlt es sich, nur leichter schmelzbare Gläser zu lasieren. Daß das Silber trotz der geringen Hitze, welche man anwendet, dennoch bis zu einer verhältnismäßig bedeutenden Tiefe in die Glasmasse eindringt, läßt sich leicht dadurch erkennen, daß man die lasierten Stellen anschleift; man kann eine ziemlich starke Schichte der Lasierung wegschleifen und wird trotzdem finden, daß das Glas unter derselben noch intensiv gefärbt erscheint.

Infolge des eigenthümlichen Verhaltens der Silberverbindungen dem Glase gegenüber kann von einer Färbung durch die ganze Glasmasse nicht die Rede sein, denn eigentlich werden nur die bemalten Stellen nahe an der Oberfläche gefärbt. Da aber die Gelbfärbung des Glases durch Silber eine sehr feurige ist, kann man dieselbe zur Schmückung von Gläsern mit Ornamenten gut benützen. In diesem Falle malt man aber die Tonmasse nicht mit dem Pinsel auf das Glas, sondern überträgt sie mittels Kautschukstampiglien, welche das betreffende Muster erhöht zeigen. In ähnlicher Weise kann man auch Tafelglas mit sattgelben Linien, Rastrierungen und Ornamenten mittels einer Druckwalze versehen. Man erhält so z. B. Tafelglas, welches fein rastriert ist; wenn man dasselbe an Fenstern anbringt, sieht man durch dieses Glas alle außen befindlichen Gegenstände ganz deutlich, während man von außen nicht sieht, was in dem dunkleren Zimmer vorgeht.

Gelbe Gläser lassen sich auch unter Anwendung von Eisenoxyd herstellen, doch ist diese Färbung keine besonders schöne und neigt theils in das Rötliche, theils

ins Braune, wie man dies an dem rohen Flaschenglase erkennen kann, welches durch Eisenoxyd gefärbt ist, das durch die Anwendung unreiner Rohmaterialien in die Glasmasse kam. Wie wir aber sehen werden, findet ein absichtlicher Zusatz von Eisenoxyd zu der Glasmasse in vielen Fällen statt, um gewisse Farben in entsprechender Weise abzutönen.

Grüne Gläser.

Wir kennen nur ein einziges Oxyd, welches, für sich allein angewendet, dem Glase eine rein grüne Färbung erteilt, und ist dies das Chromoxyd. Unter Anwendung von Chromoxyd für sich allein erhält man ein Glas, dessen Färbung rein smaragdgrün ist.

Um Grün von anderen Farbentönen darzustellen, verwendet man gewöhnlich Mischungen von Oxyden. Kupferoxyd für sich allein erteilt dem Glase eine eigentümlich blaue Färbung; Eisenoxyd die bekannte braungelbe Farbe; ein Gemisch aus beiden Oxyden ergibt jedoch Grün, dessen Farbenton, mehr in das Gelbe oder in das Blaue neigend, von dem Verhältnisse abhängt, in welchem die Metalloxyde gemengt sind.

Bisweilen wendet man auch Mischungen an, welche Chromoxyd, Kupferoxyd und Eisenoxyd zugleich enthalten und kann außerdem noch jede beliebige Abtönung von Grün durch das sogenannte Überfangen der Gläser herstellen.

Wenn man ein entweder durch die ganze Masse blau gefärbtes Glas oder ein farbloses verwendet, welches nur mit blauem Glase an der Oberfläche überzogen (überfangen) ist, und überfängt dieses Glas nochmals mit einem gelben Glase, so erscheint das fertige Glas dann grün gefärbt.

Wenn man Glas bloß durch Chromoxyd grün färben will, so wendet man die Chromverbindung immer in Form jenes Salzes an, welches in sehr reiner Form im Handel unter der Bezeichnung doppeltchromsaures Kali oder rotes Chromkali vorkommt, dessen wissenschaft-

liche Bezeichnung jedoch Kaliumbichromat ist. Die Anwendung des Chrompräparates muß mit der allergrößten Vorsicht geschehen, da das Chromoxyd nur sehr wenig in der Glasmasse löslich ist und nur dann ein ganz durchsichtiges grünes Glas erzielt wird, wenn die gesamte Menge des vorhandenen Chromoxydes in der Glasmasse gelöst bleibt. Sobald man einen Überschuß an Chromoxyd anwendet, erhält man zwar auch ein grünes Glas, welches aber durch die zahllosen mikroskopischen Kristalle von Chromoxyd, die sich in der Glasmasse beim Abkühlen ausscheiden, ein ganz eigentümliches Aussehen zeigt. Es ist dies jene Glasorte, welche man mit dem Namen des „Chromaventurin“ bezeichnet. Man erhält dasselbe schon, wenn die Menge des angewendeten Kaliumbichromates nur zehn Prozent vom Gewichte des Glasfazes ausmacht; gewöhnlich genügt weniger als fünf Prozent an Kaliumbichromat vom Gesamtgewichte des Glasfazes, um sattgrünes, aber ganz durchsichtiges Glas zu bilden.

Die Wirkung des Kaliumbichromates auf das Glas erfolgt in der Weise, daß das Salz durch die Kieselsäure in dem Glasfaze zerlegt wird; das Kaliumoxyd verbindet sich mit der Kieselsäure und das Chrom löst sich in Form von Chromoxyd in der Glasmasse auf.

Blaue Gläser.

Die Blaufärbung des Glases kann ebenfalls auf mehrfache Weise bewirkt werden, und zwar sowohl durch Kobaltoxyd als auch durch Kupferoxyd. Das Kobaltoxyd ergibt eine rein blaue Farbe, welche je nach der Menge des angewendeten Kobaltoxydes zwischen dem hellsten Wasserblau und dem dunkelsten Ultramarinblau liegen kann. Die Färbung des Glases durch Kobaltoxyd ist eine der intensivsten, welche wir überhaupt kennen; schon eine Menge von Kobaltoxyd, welche nur ein Viertel Prozent vom Gewichte der in dem Glasfaze enthaltenen Kieselsäuremenge ausmacht, ergibt ein sehr satt gefärbtes Glas.

Früher wurde zum Blaufärben des Glases immer nur der sogenannte „Zaffer“ angewendet; man stellt dieses Präparat dar, indem man Kobalterz röstet. Je nach dem Grade der Reinheit des verarbeiteten Kobalterzes enthält der Zaffer mehr oder weniger Kobaltoxyd, neben diesem aber auch noch Nickeloxyd, Eisenoxyd usw., welche, da sie ebenfalls das Glas zu färben vermögen, einen ungünstigen Einfluß auf die Schönheit der Färbung nehmen. Wenn man daher ein rein blau gefärbtes Kobaltglas erzielen will, muß man unbedingt reines Kobaltoxyd anwenden.

Seiner intensiven Färbung wegen wird das Kobaltglas vielfach nur als Überfangglas benützt; um das hierfür erforderliche Glas zu erhalten, wendet man Glasfäße an, die auf je hundert Teile Kieselsäure im Glasfäße fünf bis sechs Prozent Kobaltoxyd haben. In dickeren Schichten ist ein solches Kobaltoxydglas schon für das Licht ganz undurchlässig, und erscheint nur in der dünnen Schichte, in welcher es auf einem anderen Glase lagert, rein blau.

Das Kupferoxyd besitzt ebenfalls die Eigenschaft, dem Glase eine blaue Färbung zu erteilen, welche aber in ihrem Tone von jener, die das Kobaltoxyd liefert, ganz verschieden ist. Man wendet auf je hundert Teile Kieselsäure im Glasfäße einen bis einen und einen halben Teil Kupferoxyd an. Wenn während des Niederschmelzens des Glasfäßes reduzierend wirkende Gase zu der Glasmasse treten würden, so wäre es unmöglich, ein rein blau gefärbtes Glas zu erhalten; man muß daher die Vorsicht gebrauchen, diese Gase fernzuhalten, und erzielt dies am leichtesten, indem man in der Glasmasse selbst Sauerstoff entwickelt. Man setzt dem Fäße zu diesem Behufe eine kleine Menge von Salpeter zu; dieses Salz gibt zwar schon in geringer Hitze eine gewisse Menge von Sauerstoff ab, es ist jedoch eine hohe Temperatur erforderlich um den Salpeter ganz zu zerlegen. Durch Zusatz von Eisenoxyd läßt sich das durch Kupfer hervorgebrachte Blau leicht in ein angenehmes Grün abtönen.

Die Smalte.

Das unter dem Namen Smalte oder Schmalte benannte Produkt besteht seiner Wesenheit nach aus einem Glase, welches durch Kobalt blau gefärbt ist; während man aber gewöhnlich die blauen Kobaltgläser nur zu dem Zwecke darstellt, um dieselben zur Verzierung anderer Gläser zu verwenden, benützt man die Smalte selbst als Färbematerial, und zwar zum Färben des Papierses, zum Bläuen der Wäsche usw. Es muß aber hier gleich hervorgehoben werden, daß diese Verwendung der Smalte etwa seit der Mitte des 19. Jahrhunderts sehr abgenommen hat, indem man seit dem Billigerwerden des Ultramarines sich dieser blauen Farbe zu vielen Zwecken bedient, für welche früher ausschließlich Smalte in Verwendung genommen wurde.

Man kann die Smalte ihrer Zusammensetzung nach als ein durch Kobalt blau gefärbtes Glas bezeichnen; dasselbe weicht aber in bezug auf seine Zusammensetzung sehr wesentlich von den anderen Gläsern ab, indem es neben Kalium- und Natriumsilikat meistens nur geringe Mengen von Eisenoxyd und sehr wenig oder gar keinen Kalk enthält. Dieser Zusammensetzung nach muß man daher die Smalte als eine Art Wasserglas bezeichnen, dessen Zusammensetzung aber eine derartige ist, daß es von Wasser nur schwer angegriffen wird. Man kann übrigens durch sehr lange andauernde Behandlung von Smalte mit immer neuen Mengen von Wasser eine fast vollständige Zersetzung herbeiführen, indem sich das Kalium- und Natriumsilikat allmählich lösen und nur die unlöslichen Silikate des Kobaltes, des Eisens usw. zurückbleiben.

Die Zusammensetzung der Smalte ist eine sehr ungleichmäßige und hängt hauptsächlich von der Beschaffenheit der zu ihrer Darstellung verwendeten kobalthaltigen Rohstoffe ab. Die nachstehenden Analysen verschiedener Smaltesorten geben ein Bild der Zusammensetzung dieser Gläser.

	a	b	c	d	e	f
Kieselsäure	70,86	66,20	72,12	56,40	58,25	63,7
Tonerde	0,43	8,64	1,80	3,50	2,75	4,0
Eisenoxydul	0,24	1,36	1,40	4,10	7,15	1,3
Kobaltoxydul	6,49	6,75	1,95	16,00	6,40	5,7
Nickeloxydul	—	—	Spur	—	4,25	—
Bleioxyd	—	—	—	4,70	6,10	2,7
Kalk	—	—	1,92	1,60	2,40	—
Kali	21,41	16,31	20,04	13,20	12,30	20,1
Natron }				—	—	—
Arsensäure	Spur	—	0,078	Spur	deutliche Menge	—
Kohlensäure }	0,57	0,25	0,460	—	—	—
Wasser		0,67	Spur	—	—	1,7

Die einzelnen Proben stammen von folgenden „Blauwerken“, wie man die Fabriken, welche sich mit der Darstellung der Smalte befassen, auch nennt, her:

- a) Modumer höhere Couleur. Nach Ludwig.
- b) Deutsche hohe Eschel. Nach Ludwig.
- c) Deutsche, grobe, blaue Couleur.
- d) Azurblau bester Güte. Nach Rivot.
- e) Azurblau minderfein. Nach Rivot.
- f) Smalte. Nach Dudemans.

Wie sich aus der Vergleichung der vorstehend angeführten Analysen ergibt, ist in den verschiedenen Smaltesorten die Menge des färbend wirkenden Körpers, das ist das Kobaltoxydul, eine sehr großen Schwankungen unterliegende und erklärt sich hieraus auch die große Verschiedenheit in dem Aussehen der einzelnen Sorten, welche von einem ganz hellen Blau bis zu dem tiefsten Blauviolett wechselt. Da ein Teil Kobaltoxydul schon hinreichend ist, um eine 250mal so große Menge von Glas noch ganz deutlich blau zu färben, so erscheint es erklärlich, daß eine Smalte, welche volle 16 Prozent Kobaltoxydul enthält, auch im feinst gepulverten Zustande noch eine tiefblau aussehende Masse liefert.

Im Handel unterscheidet man die einzelnen Sorten von Smalte auf zweifache Art; die eine der Eigenschaften, welche hierbei in Betracht kommen, bezieht sich auf die

Tiefe oder Intensität der Farbe, die andere jedoch auf die Größe der Körner, welche in dem Pulver enthalten sind. Es hat sich zur Bestimmung dieser beiden Eigenschaften eine ganz eigentümliche Bezeichnungsweise entwickelt, welche jedoch ganz allgemein in dem Handelsverkehr Anwendung gefunden hat. Man verwendet bei dieser Bezeichnung bestimmte Buchstaben, welche sich auf den Kobaltgehalt beziehen, und andere, die auf die Korngröße Bezug nehmen.

FMO sind jene Zeichen, welche sich auf den Kobaltgehalt beziehen, C C B E sind die Zeichen, welche die Korngröße bezeichnen, FC ist feine Couleur, FCB ist feine böhmische Couleur, FE ist feine Eschel, MC ist mittelfeine Couleur, MCB ist mittelfeine böhmische Couleur, ME ist mittelfeine Eschel, OC ist ordinäre Couleur, OCB ist ordinäre böhmische Couleur, OC ist ordinäre Eschel.

Neben diesen Zeichen wendet man auch andere an, welche den Kobaltgehalt näher charakterisieren sollen; so werden mehrere „F“ angewendet, um einen größeren Kobaltgehalt anzuzeigen, z. B.: FFFFC oder FFFC für besonders feine dunkelfarbige Sorten. Bei feinen Sorten, welche in bezug auf ihren Kobaltgehalt hinter OC stehen, wendet man Zahlen an, die man dem OC nachsetzt, z. B. OC³ oder OC⁴ und bedeutete diese Bezeichnung, daß diese Sorte ein Drittel und ein Viertel des Kobaltgehaltes von OC und OE besitzt.

Es wäre entschieden zweckmäßiger und den neueren Bezeichnungsweisen für chemische Produkte entsprechender, wenn man diese eigenartige Bezeichnungsweise ganz aufgeben und an deren Stelle eine solche einführen würde, welche den Gehalt der betreffenden Smaltesorte sogleich nach Prozenten Kobaltoxydul angeben würde. Auch für die Korngröße könnte die allgemein für Mehle und Pulver überhaupt angewendete Bezeichnung nach der Sorte von Müllergaze, durch welche dieses Mehl gebeutelt werden kann, eingeführt werden; es dürfte aber mit Schwierigkeiten verbunden sein, diese alten Zeichen durch eine zweckmäßigere Bezeichnungsart zu verdrängen.

Da man zur Darstellung der Smalte gewöhnlich kein reines Kobaltoxydul verwendet, sondern sich der sogenannten Kobaltspeisen hierfür bedient, so nehmen die Fremdkörper, welche hierdurch in das Glas gelangen, einen sehr wesentlichen Einfluß auf den Farbenton der Smalte. Wie sich aus der unten folgenden Zusammenstellung einiger Analysen von Kobaltspeisen ergibt, enthalten dieselben gerade mehrere Metalle, welche auf das Glas färbend einwirken, und ist es begreiflich, daß hierdurch der Farbenton der Smalte sehr wesentlich beeinflusst werden kann. Die Smalte wird zwar in Folge der großen Färbekraft des Kobaltoxyduls immer blau erscheinen, das Blau wird aber eine sehr merkbare Abtönung erfahren, wenn eines der färbend wirkenden Metalle in größerer Menge vorhanden ist.

Die am meisten schädliche Beimengung bildet unstreitig das Nickel; in einer Smalte, welche nur eine etwas größere Menge von Nickel enthält, beobachtet man, daß das geschmolzene Glas nicht rein blau, sondern violett aussieht, beim Abkühlen bräunlich wird, indes die erkaltete Masse einen deutlich merkbaren Stich ins Rote zeigt; man bezeichnet diese Erscheinung mit dem Ausdrucke „fuchsig“.

Das in den Kobaltspeisen fast nie fehlende Eisen färbt als Eisenoxydul grünlich, als Eisenoxyd aber gelbbraun, jedoch bedeutend weniger stark als die gleiche Menge von Eisenoxydul. Man trachtet daher beim Niederschmelzen des Kobaltglases das Eisen in die Form von Oxyd zu bringen; in größeren Mengen würde das Eisenoxyd übrigens der Smalte einen grünlichen Farbenton erteilen. Mangan in der Form von Manganoxyd erteilt der Smalte einen violetten Farbenton. Wenn zugleich Eisenoxydul und Manganoxydul vorhanden sind, so kompensieren sich die Farbenwirkungen dieser beiden Körper. Kupfer erteilt als Kupferoxyd eine grüne Färbung, als Kupferoxydul jedoch eine rote Färbung; bei etwas größerem Gehalte an Kupfer in der einen oder anderen Form wird daher die Smalte einen grünlichen Farbenton, beziehungsweise einen violetten Stich zeigen.

Die Gegenwart von Kalk, Magnesia und Natron bewirkt, daß der Farbenton der Smalte in das Rötliche zieht, indes die Anwesenheit von Tonerde zwar die Farbe in bezug auf den Ton nicht beeinflusst, die Intensität derselben jedoch vermindern soll.

Blei und Wismut, welche sich in manchen Kobaltspeisen ebenfalls in sehr kleinen Mengen vorfinden, zeigen in bezug auf ihren Einfluß auf den Farbenton dieselbe Wirkung wie das Eisenoxyd.

Die Materialien, welche man zur Darstellung der Smalte verwendet, sind entweder Kobalterze, welche das Metall in Form von Oxyd enthalten, welches gewöhnlich an Kieselsäure oder an Phosphorsäure gebunden ist, oder noch häufiger Speiskobalt und Glanzkobalt, in welchen das Metall mit Arsen und Schwefel verbunden ist.

Um letztere verwenden zu können, muß man die Erze einem Glühprozeß, der sogenannten „Röstung“, unterwerfen, und hat dieser den Zweck, das Kobalt in oxydischer Form zu erhalten, indes die anderen Metalle, welche noch in den Erzen vorhanden sind, sich mit dem Arsen und zum kleineren Teile auch mit Schwefel vereinigen sollen. Um diesen Zweck zu erreichen, darf man nicht zu stark rösten, weil sonst auch die anderen Metalle oxydieren und sodann nachteiligen Einfluß auf die Reinheit der Farbe des Produktes nehmen. Man trachtet das Oxydiertwerden der fremden Metalle dadurch zu verhüten, daß man beim Schmelzen des Smaltesatzes einen Zusatz von metallischen Arsen macht. Letzteres reduziert die Oxyde der fremden Metalle und verbinden sich dieselben mit dem Arsen zu Arsenmetallen, welche sich am Boden des Schmelztiiegels beim Schmelzen als sogenannte „Kobaltspeise“ abscheiden. Selbst bei der sorgfältigsten Röstarbeit ist es nicht zu vermeiden, daß ganz bedeutende Mengen von Kobalt in die Speise übergehen. Die Speisen bestehen der Hauptsache nach aus Nickel und Kobalt mit Arsen verbunden und finden sich neben diesen Körpern auch noch alle anderen Metalle, welche in den ursprünglich angewendeten Mineralien ent-

halten waren, vor. Da die Kobaltspeisen infolge ihres Reichthumes an wertvollen Metallen einen beträchtlichen Wert besitzen, so werden sie selbstverständlich dann noch weiter verarbeitet, und zwar hauptsächlich zur Gewinnung von Nickel, Kupfer, Wismut, eventuell auch Silber.

Wie ungemein verschieden übrigens die Zusammensetzung der Kobaltspeisen sein kann, geht aus nachstehender Zusammenstellung von Analysen hervor:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
Nickel . .	52,63	53,73	20,94	43,25	36,2	40,50	—	—	—	37
Arfen . .	40,47	44,00	38,60	25,32	29,9	17,50	36,02	35,20	43,43	38
Eisen . .	2,72	Spur	Spur	0,97	1,1	2,10	10,05	23,15	5,71	9
Kupfer . .	1,61	Spur	0,67	1,57	1,5	—	0,86	8,90	3,73	2
Kobalt . .	Spur	—	35,82	3,26	1,3	5,02	53,71	31,35	39,85	—
Wismut . .	—	—	—	13,18	21,5	32,10	—	—	—	—
Silber . .	—	—	—	—	—	0,224	—	—	—	—
Mangan . .	—	—	—	—	—	—	—	—	7,30	—
Schwefel . .	—	1,65	4,47	2,18	6,9	1,00	0,16	0,50	0,28	1

Die Kobaltspeisen, deren Analysen hier angeführt sind, stammen von: a Schwarzenfels; b Curhafen; c Blaufarbenwerk zu Horst; d Sachsen; e Böhmen; f Oberschema; g, h und i Modum; k Dobschau.

In der Praxis bestimmt man den Wert eines Mineralen für die Darstellung von Smalte meistens noch immer nach einem ganz ungenauen Verfahren, während es am einfachsten wäre, sich über die Zusammensetzung und über das Verhalten der Proben beim Schmelzen durch eine quantitative Analyse genauen Aufschluß zu verschaffen. Man geht in der Weise vor, daß man von den zu verwendenden Kobalterzen eine Anzahl gleichgroßer Proben abwägt und jede derselben in verschiedener Weise röstet: schwach, stärker und sehr stark. Die gerösteten Proben werden in zwei Teile geteilt und der eine Teil mit Flüssigkeiten auf die Reinheit der Farbe und der andere auf die Intensität derselben untersucht. Man macht immer die Erfahrung, daß bei schwach gerösteten Erzen das Nickel und das Kupfer später oxydiert

als das Kobalt und sie vereinigen sich dann leicht mit dem noch vorhandenen Arsen in einer Speise. Das Rösten der Proben wird in der Art ausgeführt, daß man die erste Probe durch fünfzehn Minuten glüht und jede folgende wieder um fünfzehn Minuten länger dem Glühen unterzieht.

Um die Probe auf den Farbenton anzustellen, mengt man die geröstete Probe mit ihrem Dreifachen an Gewicht von reinem Quarzpulver (dasselbe darf weder Eisen noch Mangan enthalten), und fügt noch so viel Pottasche zu, als die Hälfte des Gewichtes von Erz und Quarz zusammen ausmacht.

Die einzelnen Körper werden sehr innig gemischt und in einem Schmelztiegel durch mindestens vier Stunden erhitzt; das Erhitzen muß so lange fortgesetzt werden, bis alle Bestandteile zu einem ganz gleichförmigen Glase zusammengesmolzen sind. Wir bemerken hierzu, daß beim Niederschmelzen derartiger Proben in dem von uns konstruierten kleinen Probeschmelzofen mit Gasfeuerung, deren Beschreibung an späterem Orte folgt, ein Zeitraum von 15 bis 20 Minuten vollkommen ausreichend ist, um eine durch und durch gleichartige geschmolzene Masse zu erhalten.

Sobald der Inhalt des Tiegels geschmolzen ist, hebt man ihn aus dem Feuer und gießt seinen Inhalt in ein mit Wasser gefülltes Gefäß. Die spröde Masse, welche man auf diese Weise erhält, wird in einem Mörser fein gepulvert und das Pulver wiederholt in Trinkgläsern geschlämmt. Jenes Pulver, welches sich bei der dritten und vierten Schlämmung ergibt, ist das feinste und wird in bezug auf seinen Farbenton mit den in Vorrat gehaltenen Mustern verglichen. Aus der Vergleichung läßt sich dann ein Schluß ziehen, welches Röstprodukt eine Smalte ergeben hat, welche in bezug auf ihren Farbenton die anderen übertrifft.

Die Intensität der Farbe wird ebenfalls auf rein empirischem Wege durch eine Probeschmelzung ermittelt. Man wendet bestimmte Mengen von geröstetem Erz an und mengt sie mit dem Einfachen, Doppelten, Dreifachen usw.

bis Zehnfachen an Quarz und der Hälfte von beiden an Pottasche. Das Gemenge wird niedergeschmolzen und hat jene Probe, welche bei der größten Menge von Quarz die größte Intensität der Farbe zeigt, den größten Wert. Diese Schmelzproben sind um so schwieriger in richtiger Weise auszuführen, je größer die angewendete Quarzmenge wird; um nicht sehr lange schmelzen zu müssen, bis man ein befriedigendes Ergebnis erhält, muß man unbedingt einen Probeschmelzofen anwenden, welcher die schnelle Erzielung sehr hoher Temperaturen ermöglicht, und bewährt sich in dieser Beziehung ein mit Leuchtgas geheizter Ofen am besten.

Bei der fabrikmäßigen Darstellung der Smalte beginnt man mit dem Rösten der zu verarbeitenden Erze und bewerkstelligt dasselbe in gewöhnlichen Flammenöfen mit flacher Sohle, auf welcher das Röstgut ausgebreitet wird. Die Dauer des Röstens und der Hitze grad, welchen man hierbei in Anwendung bringt, müssen genau nach dem Ergebnisse der in kleinem Maßstabe ausgeführten Vorprobe geregelt werden. Da bei dem Rösten der Kobalterze sehr beträchtliche Mengen von Arsen verflüchtigt werden, so müssen die Abzugskanäle der Röstöfen immer mit einer Reihe von Verdichtungs- vorrichtungen verbunden werden, in welchen die Dämpfe der arsenigen Säure zurückgehalten, beziehungsweise verdichtet werden.

Der Quarz, dessen man zur Darstellung der Smalte bedarf, wird in der Art zubereitet, daß man ihn glühend macht, durch Einwerfen in Wasser abschreckt und dann mahlt, wobei selbstverständlich eiserne Geräte nicht angewendet werden dürfen. Das durch Mahlen erhaltene Mehl wird noch durch einen Schlämmprozeß verfeinert.

Die anzuwendende Pottasche soll sehr rein sein, und ist es daher üblich, dieselbe durch Behandeln mit sehr wenig Wasser zu lösen, die Lösung zur Trockene zu verdampfen und zu kalzinieren.

Neben diesen Hauptmaterialien kommen noch zuweilen Gläserchen von weißem Glas zur Verwendung

und dienen diese dazu, um erforderlichenfalls eine Schmelze etwas zu verdünnen. Arsenige Säure und metallisches Arsen kommen ebenfalls zur Verwendung; die arsenige Säure bewirkt, daß das vorhandene Eisenoxydul in Eisenoxyd übergeführt wird, das metallische Arsen bewirkt den glatten Verlauf der Speisebildung, so daß alles etwa vorhandene Kupfer nebst dem Nickel sicher in die Speise übergeführt wird. Obwohl von einigen die Anwesenheit von Kalk und Natron in einer Smalte für die Beschaffenheit des zu erzielenden Produktes für nachtheilig erachtet wird, läßt sich nach anderen Angaben ein sehr gutes Produkt erzielen, wenn man diese Körper in die Mischung einführt; besonders günstig wirkt in manchen Fällen die Anwendung von Natriumborat (Borax). Sätze, welche ein günstiges Ergebnis liefern, sind die folgenden:

	I.	II.	III.
Sand	50	100	100
Soda	16 $\frac{1}{2}$	—	—
Kreide	10	—	—
Pottasche	—	35	50
Borax	—	10	—
Ätzkalk	—	—	6
Kobaltoxyd	—	4	1
Zaffer	5	—	—
Mennige	—	150	—

Welche Zusammensetzung die zur Smaltebereitung bestimmte Masse auch hat, immer muß sie durch inniges Mischen hergestellt und sodann vollständig ausgetrocknet werden, ehe man sie in die Schmelzgefäße bringt. Als Schmelzgefäße verwendet man Tiegel, welche aus vollkommen feuerfestem Ton hergestellt sein müssen, und benützt gewöhnlich Tiegel, welche aus einer Mischung von Ton und Schamotte angefertigt wurden. Diese Tiegel haben nahe über dem Boden eine Öffnung, die während des Schmelzens durch einen Tonpfropf verschlossen ist; nach beendeter Schmelzung wird dieser Pfropf ausgestoßen und das geschmolzene Glas abgelassen.

Das Schmelzen der Beschickung nimmt einen ziemlich langen Zeitraum in Anspruch und dauert es gewöhnlich sieben bis acht Stunden, ehe die Masse zu einer homogenen Flüssigkeit geworden ist.

Wenn man annehmen kann, daß die Masse durchgeschmolzen ist, überzeugt man sich hiervon, indem man mit einem glühenden Eisenstabe den Inhalt des Tiegels durchrührt; es darf sich hierbei der Stange an keiner Stelle ein größerer Widerstand entgegenstellen. Man erhält dann die Masse noch während einer gewissen Zeit in dünnflüssigem Zustande, um der Speise Gelegenheit zu geben, sich zu Boden zu senken und dort zu einer zusammenhängenden Schichte zu vereinigen.

Nach beendeter Schmelzung stößt man den Tonpfropf aus und läßt das geschmolzene Glas in Wasser fließen. Anstatt das Schmelzen in Tiegeln vorzunehmen, was wegen der verhältnismäßig geringen Menge von Smalte, welche jeder Tiegel liefert — beiläufig 40 Kilogramm, kann man das Schmelzen auch in Flammenöfen ausführen, auf deren aus Schamotte hergestellter Sohle der Glasfuß ausgebreitet wird. Um die hohe Temperatur, welche zum Schmelzen notwendig ist, schnell zu erreichen, empfiehlt es sich sehr, für die Beheizung des Ofens Gasfeuerung anzuwenden. Bei der Anwendung von Flammenöfen erhitzt man so lange, bis die anfangs stark schäumende Glasmasse ruhig fließt; es ist dann der Zeitpunkt eingetreten, in welchem alle Kohlenäure ausgetrieben ist. Man rührt dann durch und erhitzt wieder eine Zeitlang, um der Speise Gelegenheit zu geben, sich abzuschneiden. Das geschmolzene Glas wird schließlich mit Kellen aus dem Ofen geschöpft und in Wasser geworfen.

Die abgeschreckte Glasmasse wird sodann der Zerkleinerung zugeführt; letztere wird damit begonnen, daß man die Glasmasse in einem Stampfwerke bearbeitet, dessen Trog aus Granit angefertigt ist und dessen Stempel ebenfalls einen Schuh aus demselben Gesteine tragen; der Trog wird während des Stampfens beständig von Wasser durchflossen, welches die feineren Teile mit sich

reißt und in zwei nebeneinander stehenden Bottichen absetzt. Die ziemlich grobe sandartige Masse, welche sich in diesen Bottichen abscheidet, bildet das sogenannte Streublau, welches eine beschränkte Anwendung als Streufand findet; der größte Teil des Streublau wird unzweckmäßigerweise bei einer nächsten Schmelzung wieder mit verschmolzen; wenn man das Streublau aber auf Mühlen weiter verarbeitet, läßt sich aus demselben ganz wohl eine gute Smalteforte herstellen. Die Flüssigkeit, welche aus den Bottichen, in denen sich das Streublau abscheidet, abläuft, gelangt nun der Reihe nach in vier Waschkäffer; in dem ersten beläßt man sie nur einige Minuten, um die größten Teile zur Abscheidung zu bringen, im zweiten läßt man sie etwas länger ruhen, im dritten und vierten eine noch längere Zeit. Aus dem letzten Bottich wird die Flüssigkeit in große Behälter abgezogen, die sogenannten Eschelsümpfe, in denen sie so lange verbleibt, bis die Flüssigkeit ganz geklärt erscheint.

Die mechanische Zerkleinerung des Smalteglases ist eine ungemein wichtige Operation; je rationeller sie ausgeführt wird, desto reichlicher fällt die Ausbeute an den wertvollsten Sorten der Farbe aus. Man soll daher den zum Zerkleinern dienenden Apparaten eine solche Einrichtung geben, daß sie ihre Arbeit in kurzer Zeit und in sehr vollkommener Weise verrichten. Eine Hauptsache ist, daß man alle Zerkleinerungsarbeiten bei Gegenwart eines konstant fließenden Wasserstromes vornimmt, so daß ein ununterbrochenes Arbeiten möglich wird.

Das Stampfwerk soll so groß gewählt werden, daß es beständig Materiale für eine Raßmühle liefert, deren Steine aus Quarz angefertigt sind und welche das Mahlgut unmittelbar an eine zweite gleichgebauete Mühle abgibt. Infolge dieser in kurzer Zeit vor sich gehenden Zerkleinerung der Smalte ist dieselbe der zerlegenden Wirkung, welche das Wasser auf das Glas ausübt, nur wenig ausgesetzt und erhält man hierdurch eine größere

Menge dunkelfarbigen Produktes und eine viel kleinere von dem grünlich blauen Eschel, bei welchem die zersezende Wirkung, welche das Wasser, wenn es durch lange Zeit mit der Smalte in Berührung steht, schon sehr merklich hervortritt. Es sind auch Versuche gemacht worden, die trüben Flüssigkeiten, welche sich in den Abfizzbottichen, in welchen nur mehr feine Teile der Smalte vorhanden sein können, zu sammeln, durch Zentrifugieren von dem Wasser zu trennen und haben diese Versuche ein günstiges Ergebnis geliefert. Wenn man die Flüssigkeit aus den Abfizzbottichen in die Trommel einer langsam laufenden Zentrifuge bringt — die Trommel muß mit einem dicht gewebten Tuche ausgeschlagen sein — so wird sie gegen die Wand der Trommel geworfen; das Wasser tritt durch das Gewebe und das Smaltepulver haftet fest an der Fläche. Man kann auf diese Art in ganz kurzer Zeit eine große Flüssigkeitsmenge von der ihr beigemengten pulverförmigen Smalte trennen. Wenn die an dem Tuche haftende breiige Schichte endlich eine gewisse Dicke erreicht hat, kann man noch durch kurze Zeit reines Wasser in die Trommel fließen lassen und hierdurch die Smalte in sehr vollkommener Weise von allen in Wasser löslichen Stoffen befreien. Nachdem dies geschehen ist, stellt man den Wasserzufluß ab und versetzt dann die Trommel in sehr rasche Umdrehung; es wird hierdurch alles der Smalte noch anhaftende Wasser so vollständig ausgeschleudert, daß in der Trommel fast nur eine trockene Masse hinterbleibt.

Die nach dem einen oder anderen Verfahren erhaltenen Smaltepulver müssen vollkommen ausgetrocknet werden und werden dann nach dem Farbentone, welchen sie zeigen, genau sortiert; weil aber jede Fabrik ganz bestimmte Schattierungen in den Handel setzt, welche den schon früher erwähnten Handelsbezeichnungen entsprechen müssen, so sucht man diese herzustellen, indem man Pulver von verschiedenen Farbentönen in jenen Verhältnissen mengt, in welchen sie ein Produkt von ganz bestimmtem Farbentone ergeben. Um bezüglich dieser Mischungen

das Richtige zu treffen, ist vor allem ein sehr geübtes Auge erforderlich, welches auch geringfügige Unterschiede in dem Farbentone herauszufinden weiß.

Das Mischen der Pulver von verschiedenen Farbentönen findet durch Zusammensieben der Pulver und nachherige Bearbeitung der Mischung in Rollfässern oder zwischen Walzen statt.

Die gesamte Smaltesfabrikation ist ein Gewerbszweig, welcher in unserer Zeit immer mehr an Bedeutung verliert, und zwar aus dem schon früher angegebenen Grunde, weil man in dem Ultramarin einen billigen Ersatz für die Smalte gefunden hat. Außerdem ist das ganze Verfahren der Darstellung der Smalte ein kostspieliges und ziemlich veraltetes zu nennen, da man bei Anwendung eines reinen Kobaltpräparates, welches man in entsprechender Menge einem passend zusammengesetzten Glasfasse zufügt, leichter zum Ziele gelangt, als wenn man unmittelbar mit der Verarbeitung der Erze auf trockenem Wege beginnt.

Violette Gläser.

Obwohl Violett an und für sich eine Mischfarbe ist, welche aus Rot und Blau zusammengesetzt erscheint, läßt sich dieselbe im Glase durch ein einziges Oxyd hervorbringen und ist dieses das Manganoxyd. Zur Herstellung violetter Gläser wurde schon seit langer Zeit das Mineral Braunstein verwendet, welches bekanntlich in reinsten Form aus Mangansuperoxyd besteht. Da aber der Braunstein neben Mangansuperoxyd auch noch andere Oxyde enthält und mitunter sehr reich an Eisenoxyd ist, so ist es begreiflich, daß es bloßer Zufall ist, wenn man mit Braunstein allein ein Glas erhält, welches eine rein violette Färbung besitzt.

Mit voller Sicherheit kann man auf die Erzielung eines rein violett gefärbten Glases nur dann rechnen, wenn man sich des reinen Manganoxydes bedient. Je nach der Menge von Manganoxyd, welche man dem Glasfasse zufügt, erhält man Gläser, welche ein sehr ver-

schiedenes Aussehen zeigen. Bei Anwendung sehr kleiner Mengen von Manganoryd erhält man bekanntlich aus Gläsern, welche für sich allein einen gelblichen Stich zeigen würden, ein farbloses Glas, indem die gelbe Farbe durch die violette des Manganglases gedeckt wird. Bei Zusatz einer größeren Menge von Manganoryd, als zur Entfärbung erforderlich erscheint, ergeben sich Färbungen, welche vom zartesten Rosenrot, welches nur einen ganz schwachen Stich ins Purpurne oder Bläuliche zeigt, bis zum tiefsten Violett wechselt. Verwendet man eine große Menge von Manganoryd, so erhält man Gläser, welche nicht mehr violett erscheinen, sondern geradezu schwarz aussehen.

Braune Gläser.

Gläser, welche eine rein braune Färbung zeigen, sind ziemlich schwierig herzustellen. Am sichersten gelangt man zum Ziele, wenn man Gläser, die durch Eisenoryd gefärbt sind, mit verhältnismäßig bedeutenden Mengen von Braunstein niederschmilzt. Auch durch Versetzen des Glasfases mit Schwefelkupfer, dazugestellt durch Verbrennen von Kupfer in Schwefeldampf, ergeben sich braun gefärbte Glasmassen.

Graue Gläser.

Die Herstellung eines grau gefärbten Glases ist kaum möglich, wenn es sich um ein Glas handelt, welches durchsichtig sein soll. Am besten gelangt man noch zum Ziele, wenn man dem Glasfaze so viel an Manganoryd zusetzt, daß ein schwach violettes Glas erhalten wird und gleichzeitig auch feinst gemahlene Graphit zumengt. Die schwarzen Teilchen des Graphites geben in Verbindung mit dem Violett, welches durch die Manganfärbung hervorgebracht wird, ein eigentümliches Blaugrau, welches aber bei durchsichtigem Glas nicht besonders schön aussieht.

Der Zusatz des Graphites darf erst erfolgen, wenn das Glas fertig geschmolzen ist, indem sonst durch den

Kohlenstoff eine Reduktion der färbend wirkenden Oxyde eintreten könnte und kein Glas von entsprechender Färbung erzielt würde.

Um wirklich schöne grau gefärbte Gläser herstellen zu können, muß man ein weißes, stark durchscheinendes Glas, wie z. B. das Malbasterglas ist, anwenden. Man erhält dann unter Benützung von mehr oder weniger Manganoxyd, beziehungsweise von Graphit, Gläser, deren Farbe zwischen Aschgrau und Taubengrau liegt, und kann die Färbung auch durch Mitverwendung kleiner Mengen von Kobaltoxyd noch etwas abtönen, wenn man mehr in das Blaue neigende Farbe erhalten will.

Schwarze Gläser.

Man kann schwarze Gläser erhalten, indem man einem Glasfasse reichliche Mengen der intensiv färbenden Oxyde zusetzt; besonders wirksam in dieser Richtung sind das Eisenoxyd, Chromoxyd und Kobaltoxyd. Da man bei der Herstellung dieser Gläser vor allem darauf hinarbeitet, das Glas so intensiv zu färben, daß es selbst in sehr dünnen Schichten kein Licht durchläßt, so verwendet man zur Darstellung desselben keine reinen Oxyde, sondern Mineralien, welche diese Oxyde, wenn auch in unreiner Form, enthalten.

Am einfachsten ist es, dem Glasfasse Braunstein und Chromeisenstein zuzusetzen; wenn das Glas einen blauen Schimmer erhalten soll, wendet man die beiden eben genannten Mineralien in geringerer Menge an und ersetzt sie durch eine entsprechende Menge von Zaffer. Auch durch Verschmelzen von Basalt mit einem gewöhnlichen Glase erhält man schwarz aussehende Gläser.

Je nach den färbenden Zusätzen, welche man dem Glase gibt, erscheint dasselbe von sehr verschiedenem Aussehen; so wird jenes Glas, welches man unter dem Namen „Jet“ zur Herstellung von Trauerschmuck verwendet, nur unter Anwendung großer Mengen von Manganoxyd erhalten und zeichnet sich, nachdem es poliert ist, durch

einen sehr schönen Glanz aus. Das als „Hyalith“ bezeichnete schwarze Glas enthält gewöhnlich neben Eisen-, Mangan- und Kobaltoxyd noch Kupferoxyd, und geht man mit den färbend wirkenden Zusätzen bis zu 20 Prozent vom Gewichte der übrigen Bestandteile des Glases. Das Eisenoxyd wird in diesem Falle entweder in Form von zerkleinertem Roteisenstein oder von Eisenhammerschlag angewendet. In vielen Fabriken ist es auch üblich, dem zur Herstellung von Hyalith dienenden Saße eine gewisse Menge von Bruchglas zuzusetzen und wählt hierfür gewöhnlich dunkelfarbiges Bruchglas.

Rote Gläser. Rotes Rubinglas.

Während man die gewöhnlichen rot gefärbten Gläser, welche den Orangeton zeigen, durch Antimonoxyd unter Zusatz von einer kleinen Menge von Eisenoxyd erhalten kann, lassen sich Gläser, welche im durchfallenden Lichte das reine Rubinrot zeigen, nur unter Anwendung zweier Metalle darstellen, und zwar entweder durch Gold oder durch Kupfer.

Während bei den bisher beschriebenen farbigen Gläsern die Färbung dadurch zustande kommt, daß sich ein Silikat des färbend wirkenden Oxydes bildet, welches sich dann in dem farblosen Glase löst, liegen bei den durch Gold oder Kupfer rubinrot gefärbten Gläsern die Verhältnisse in ganz anderer Weise; diese Metalle lösen sich unmittelbar in dem Glassaße auf und erteilen demselben schon in sehr kleinen Mengen die intensiv rote Färbung. An und für sich ist die Löslichkeit der beiden genannten Metalle in Glas eine sehr geringe; wenn man daher eine etwas größere Menge derselben anwendet, so scheidet sich der überschüssige Teil des Metalles in dem Glase in Form ungemein kleiner Kristalle wieder aus und kommen hierdurch eigentümlich aussehende Gläser zustande.

Das Goldglas oder der Goldrubin.

Es wurden die merkwürdigen Erscheinungen, welche ein goldhaltiges Glas bei verschiedenen Temperaturen

zeigen kann, schon an früherer Stelle besprochen und erübrigt uns daher hier nur darauf hinzuweisen und in Erinnerung zu bringen, daß die Umwandlung des Goldes in die nicht färbend wirkende oder in die färbend wirkende Modifikation ganz von der Zeit und von der Temperatur abhängig ist.

Die färbende Wirkung des Goldes auf die Glasmasse ist eine überraschend große; es genügt, daß das Glas ein Fünzigtausendstel seines Gewichtes an Gold enthalte, um noch eine dunkelrubinrote Färbung zu zeigen; selbst wenn der Goldgehalt nur ein Hunderttausendstel beträgt, erhält man noch Glas von Rosenfarbe. Es ist dies eine färbende Kraft, welche wir kaum ein zweitesmal an unorganischen Körpern beobachten können und welche an jene der Teerfarben erinnert. Nach einigen Angaben soll die Färbekraft des Kupfers jene des Goldes noch übertreffen.

Was die Art des Glases betrifft, welches man zur Darstellung des Goldrubines verwendet, kann man jedes Glas hierfür benützen, doch ist zur Erzielung besonders feuriger Färbung immer das Bleiglas das empfehlenswerteste, indem sich in diesem das Gold in größerer Menge löst als in anderen Gläsern. Ganz besonderes Augenmerk ist aber darauf zu richten, daß der Glasatz keine schwefelsauren Salze und Chloride enthalte; das Gold löst sich erst in dem Glasätze auf, wenn die schwefelsauren Salze zersetzt oder die Chloride verflüchtigt sind. Man muß daher manches mit Gold versetzte Glas durch sehr lange Zeit in der höchsten Glut erhalten, bevor es zur Bildung von Rubin glas kommt; diese tritt erst ein, wenn die Verunreinigungen verschwunden sind. Überhaupt erfordert die Darstellung dieser Glasart die Anwendung der höchsten Temperatur, welche der Glasofen zu geben vermag; erreicht man diese Temperatur nicht, so erhält man jene Modifikation des Goldes, welche dem Glase die leberbraune Färbung gibt.

Selbst, wenn man einen Glasatz von der richtigen Beschaffenheit anwendet, erhält man nicht immer gleich

vom Anfange die Entstehung eines Glases, welches bei der späteren Behandlung in der richtigen Weise anläuft. Die Ursache dieser Erscheinung liegt gewöhnlich darin, daß die Temperatur nicht hoch genug gesteigert war. Man tut daher am besten, wenn man von dem Glasfasse, sobald man glaubt, daß derselbe gar sei, eine kleine Probe nimmt und sie anlaufen läßt. Ergibt diese Probe ein günstiges Ergebnis, so hat das Glas eben die richtige Beschaffenheit; läuft hingegen das Glas nicht in der richtigen Weise an oder erscheint dasselbe gar leberbraun, so ist dies ein Zeichen dafür, daß die Hitze zu gering war und muß das Glas noch weiter geschmolzen und so stark erhitzt werden als möglich.

Manche Fabrikanten, welchen das Zustandekommen der richtigen Beschaffenheit des Glases nicht gelingen will, meinen dem Übelstande dadurch abhelfen zu können, daß sie die Menge des Goldes vergrößern; sie erzielen hierdurch aber kein günstiges Ergebnis, denn die Löslichkeit des Goldes im Glase ist, wie schon angegeben, eine sehr geringe. Wenn man mehr als den zehntausendsten Teil vom Gewichte des ganzen Glasfasses an Gold anwendet, so findet man immer am Boden des Schmelzgefäßes einen kleinen Klumpen von metallischem Gold, welches sich in der mit Gold gesättigten Glasmasse nicht mehr lösen konnte.

Das Goldrubinglas, welches in der richtigen Weise geschmolzen und auch kunstgerecht angelauten ist, zeigt meistens eine in das Purpurne oder Violette neigende Färbung; wenn man diese nicht wünscht, sondern ein reines Rubinrot erzielen will, fügt man dem Glasfasse eine sehr kleine Menge von Antimonoxyd hinzu; die Färbung fällt dann rein rubinrot und zugleich sehr feurig aus.

Das Goldrubinglas wird nur in selteneren Fällen als massives Glas, welches durch die ganze Masse rubinrot gefärbt ist, verwendet, sondern dient meistens zum Überfangen, für welchen Zweck sich ein Glas, welches in der Hitze recht dünnflüssig wird, am besten eignet. Je

nach dem Zwecke, für welchen das Glas verwendet werden soll, setzt man auch die Glasfäße in verschiedener Weise zusammen.

Ein für Überfangglas besonders geeigneter Satz wird nach den Angaben von Fuß in folgender Art dargestellt: Man bereitet zuerst ein Kalibleiglas, die sogenannte „Schmelze“, und verarbeitet diese dann weiter auf ein Goldrubinglas, indem man ihr neben dem Golde noch einige andere Substanzen zufügt. Die Schmelze wird hergestellt aus:

Quarz	5	Gewichtsteile
Mennige	8	„
Kalialpeter	1	„
Pottasche, reine	1	„

Durch Niederschmelzen dieser Mischung erhält man demnach ein bleireiches Kaliglas; dasselbe wird in dünnflüssigem Zustande aus dem Schmelzgefäße genommen, durch Eingießen in kaltes Wasser abgeschreckt und sorgfältig zerkleinert.

Zur Darstellung des Rubinfaßes arbeitet man dann auf folgende Art weiter:

Schmelze	40	Gewichtsteile
Borax	7,5	„
Zinnoryd	0,25	„
Antimonoxyd	0,25	„

und Lösung von einem Dukaten in Königswasser.

Die festen Bestandteile werden innig gemischt und während des Mischens die Goldlösung gleichförmig über die Masse verteilt.

Das Gemische wird in Tiegeln niedergeschmolzen und durch zwölf Stunden in Fluß erhalten; der Tiegel wird dann ausgehoben und in dem Röhlofen erkalten gelassen. Beim Zerschlagen des Tiegels muß sich ein Glas in demselben vorfinden, welches von topasgelber Färbung ist und schon in schwacher Rotglut schön anläuft.

Die Zusätze, welche man neben dem Golde der Schmelze macht, haben verschiedenen Zweck; durch den Zusatz von Borax wird das Glas leichter schmelzbar;

der Zusatz von Antimonoxyd bedingt, wie schon angedeutet, die Erzielung einer reinen rubinroten Färbung; was das Zinnoxyd betrifft, kann dasselbe wegbleiben, ohne daß die Schönheit des Glases hierdurch beeinträchtigt wird.

Um ein Rubin glas herzustellen, welches sich wie gewöhnliches Glas unmittelbar aus dem Schmelzgefäße mit der Pfeife verarbeiten läßt, liegen verschiedene Vorschriften vor, nach denen man entweder ebenfalls zuerst eine Schmelze bereitet oder nach welchem man unmittelbar einen gewöhnlichen Glasatz, welcher für sich allein weißes Glas liefert, durch Goldzusatz in Rubin glas verwandelt.

Satz für ein aus dem Hufen zu verarbeitendes Rubin glas. Schmelze aus:

Sand	10	Gewichtsteile
Mennige	8	"
Pottasche, rein	1	"
Salpeter	1,25	"

Die Schmelze wird so behandelt, wie dies oben angegeben wurde und dann die eigentliche Mischung hergestellt, und zwar:

Schmelze	35	Gewichtsteile
Borax	6,39	"
Zinnoxyd	0,39	"
Antimonoxyd	0,39	"

Lösung von einem Dufaten in Königswasser.

Um nach den Angaben von J. J. Pohl aus einem Weißglasfäße Rubin glas zu erhalten, verwendet man:

Quarzsand	16,5	Gewichtsteile
Mennige	31,5	"
Pottasche	1	"
Salpeter	2,5	"
Antimonoxyd	0,1	"
Rubin glasabfall	30	"

Lösung von einem Dufaten.

Das Schmelzen dieses Satzes erfolgt in Tiegeln, welche mit einem tönernen Deckel versehen sind, dessen

Fuge man mit Lehm verstreicht. Zum Schutze gegen das allenfalls vorkommende Zerspringen der Tiegel stellt man dieselben in etwas größere Gefäße und füllt den leeren Raum mit Sand aus. Man feuert langsam durch sechs bis sieben Stunden, gibt dann scharfes Feuer, welches man bis zur zwölften Stunde unterhält. Man läßt dann das Feuer verlöschen, zerschlägt die abgekühlten Tiegel und entnimmt denselben das fertige Glas, welches entweder farblos, gelb oder auch schon rot gefärbt ist, durch das Anlaufenlassen jedoch immer schön rot wird.

Das Anlaufenlassen des Goldrubinglases ist eine Sache, welche sich durch bloße Beschreibung allein nicht erlernen läßt, sondern ein großes Maß von Erfahrung bei dem Arbeiter voraussetzt. Der Arbeiter muß genau zu beurteilen in der Lage sein, bis zu welcher Temperatur er das Glas überhaupt zu erhitzen hat, um die richtige Anlaufentemperatur zu haben. Er muß ferner wissen, wie lange er den anlaufenden Gegenstand in der Hitze lassen muß, um die gewünschte Färbung zu erhalten.

Da oft schon ganz kleine Abweichungen in der Zusammensetzung der Glasmasse hinreichen, um auf das Anlaufen des Glases einen großen Einfluß zu üben, so liegt es im eigensten Interesse der Fabrikanten, bei der Zusammensetzung des von ihnen verwendeten Glases stets in derselben Weise vorzugehen, indem hierdurch der Arbeiter immer mit einem Materiale von derselben Beschaffenheit zu tun hat, was ihm seine Arbeit bedeutend leichter macht.

Das Kupferrubinglas.

Ebenso wie metallisches Gold die Eigenschaft besitzt, dem Glase bei bestimmter Temperatur die rubinrote Färbung zu erteilen, ebenso besitzt das Kupfer dieselbe, und zwar das Kupfer in der metallischen Form und in der besondern Modifikation, in der es rot färbt. Genau so wie das Goldglas ist das Kupferglas in sehr hoher Temperatur farblos und bildet auch bei raschem Erkalten

eine farblose Masse; nur wenn die Glasmasse durch eine gewisse Zeit in der Rotglut erhalten wird, geht das Kupfer in die rot färbende Modifikation über.

Eine sehr wichtige Sache bei der Darstellung von Kupferrubinglas ist die strenge Einhaltung der Vorsichtsmaßregel, der geschmolzenen Glasmasse eine solche Beschaffenheit zu erhalten, daß sie reduzierend wirkt. Wenn während des Schmelzens in der Glasmasse Oxydationsvorgänge stattfinden würden, so wäre die Folge hiervon die, daß man kein Rubinglas erhalten würde; es müßte sich dann immer ein blau oder grünlichblau gefärbtes Glas ergeben, welches durch Kupferoxyd und Eisenoxyd gefärbt ist. Man bezeichnet diese Erscheinung als das „Durchgehen“ des Glases; wenn dieselbe eintritt, kann man dem Durchgehen dadurch abhelfen, daß man dem Glase stark reduzierend wirkende Körper zusetzt; gewöhnlich wendet man in diesem Falle Eisenfeilspäne, Zinnfolie oder auch verkohlten Weinstein an, wobei man aber von dem Reduktionsmittel gerade nur so viel anwendet, als unbedingt erforderlich ist, um das blaue oder grüne Glas nach längerem Schmelzen wieder in ein solches zu verwandeln, welches, nachdem es rasch abgekühlt wurde, ganz farblos erscheint.

Die Mengen von Kupfer, welche man zur Erzielung von Rubinglas verwenden muß, sind bei weitem größer als die Goldmengen, welche einen gleichen Effekt hervorbringen; allgemein wird angenommen, daß die Kupfermenge für Rubinglas zwei Prozent vom Gewichte der Masse des Glasfases betragen soll. Es ist ebenso von Nachteil, eine zu kleine Menge von Kupfer anzuwenden als eine zu große; letzteres ist sogar noch nachteiliger. Bei einer kleineren Menge von Kupfer kommt das Durchgehen viel häufiger vor als sonst; ist hingegen die Menge des Kupfers eine zu große, so kann die Glasmasse dieselbe überhaupt nicht in Lösung erhalten; ein Teil des Kupfers scheidet sich in kristallinischer Form aus und man erhält an Stelle von Rubinglas jene eigenartige Glasmasse, welche man als „Hämatin“ bezeichnet.

Das Kupferrubinglas ist ebenfalls von einer un-
gemein großen Farbenintensität und daher eigentlich
nur gut als Überfangglas verwendbar, da etwas dicke
Schichten des Glases fast gar kein Licht durchlassen.
Selbst bei der Anwendung des Kupferrubines als Über-
fangglas muß man trachten, dasselbe in so dünner Lage
als möglich aufzutragen — nicht über ein Zehntel Milli-
meter. Man benützt derartiges Überfangglas häufig an
den Decklampen bei Eisenbahnzügen; die Gläser dieser
Lampen müssen zwar so gefärbt sein, daß die ganze
Gläser Scheibe intensiv rot erscheint, jedoch darf die Färbung
nicht zu kräftig sein, da sonst durch das zu stark ge-
färbte Glas so viel Licht verschluckt würde, daß man die
Lampe nur auf zu geringe Entfernungen deutlich sehen
könnte.

Man kann die Kupferrubingläser sowohl unter An-
wendung von bleifreien als bleihaltigen Gläsern her-
stellen; während des Schmelzens ist, wie schon gesagt,
jede oxydierende Wirkung von dem Glase fernzuhalten
und wird von manchen auch der Kunstgriff gebraucht,
in dem geschmolzenen Glase mit einem Holzstabe zeit-
weilig zu rühren. Da der Stab in der glühenden Glas-
masse sehr schnell verkohlt und hierbei eine große Menge
von reduzierend wirkenden Dämpfen und Gasen aus dem
Holze entweichen, so bietet dieser Kunstgriff einen doppelten
Vorteil: durch die Gase wird eine tüchtige Durchmischung
der Bestandteile der Glasmasse bewirkt und gleichzeitig
dem Durchgehen des Glases vorgebeugt.

Bleifreier Satz für Kupferrubinglas.

Quarzsand	100
Soda	18
Zinnoryd	20
Kupferoryd	15
Eisenoryd	10

Bleihaltige Kupferrubingläser.

Sand	100	100
Mennige	166	200
Kupferasche	7	6
Zinnasche	7	6

VIII. Die Verarbeitung des farbigen Glases.

Wenn man Gläser, welche durch die ganze Masse gefärbt sind, verarbeiten will, so besteht kein Unterschied zwischen dem Verfahren, welches man bei der Verarbeitung von farblosem und gefärbtem Glase einschlägt. Da aber die farbigen Gläser meistens eine so satte Färbung zeigen, daß die aus ihnen geformten Gegenstände nicht besonders schön aussehen würden, verwendet man die farbigen Gläser zumeist zum „Überfangen“ farbloser Gläser und kann damit sehr schöne Farbenwirkungen erzielen, namentlich wenn man zwei oder mehrere farbige Gläser in geeigneter Weise zugleich anwendet. Unter „Überfangen“ versteht man in der Glastechnik das Überziehen eines Glases mit einem anderen; wenn man ein farbloses Glas mit einer dünnen Schichte von Kobaltglas überzieht, so ergibt sich je nach der Dicke, welche die Schichte des Kobaltglases hat, ein mehr oder weniger dunkelblau gefärbtes Glas. Überfängt man farbloses Glas mit einer Schichte von Rubinglas und läßt das letztere dann in schwacher Rotglut anlaufen, so erhält man je nach dem Grade des Anlaufens hell- bis dunkelrote Gläser. Durch geschickte Abänderungen in der Art des Überfangens kann man auch verschiedene Farbenwirkungen erzielen; wenn man z. B. damit beginnt, aus blauem Glase ein Gefäß herzustellen, dieses mit einer dickeren Schichte von farblosem Glase überzieht und dieses schließlich mit einem gelben Glase überfängt, so erhält man ein Gefäß, welches im durchfallenden Lichte grün aussieht, indem die beiden zugleich auf das Auge wirkenden Farben Blau und Gelb zusammen den Eindruck von

Grün hervorbringen. Schleift man an gewissen Stellen das gelbe Überfangglas weg, so sieht man durch das farblose Glas hindurch auf den blauen inneren Teil des Glases; man wird daher die ausgeschliffenen Zeichnungen gelb auf blauem Grunde sehen.

Wenn man in ähnlicher Weise verfährt und außerdem den Kunstgriff gebraucht, daß über dem farblosen Glase eine Schichte von weißem undurchsichtigen Glase lagert, welche ihrerseits mit mehreren farbigen Gläsern überfangen wird, so kann man durch entsprechendes Ausschleifen bis zu verschiedenen Tiefen auf dem Glase bunte Zeichnungen hervorbringen. Wie man aus diesen Beispielen entnehmen kann, lassen sich durch passende Kombination der farbigen Gläser mit farblosen und weißen sehr mannigfaltige Farbenwirkungen auf den Glasgegenständen hervorbringen; es erfordert aber geschickte Arbeiter, um von den ungemein dünnen Schichten der einzelnen Überfanggläser gerade nur so viel wegzuschleifen, als erforderlich ist, um eine gewisse Farbenwirkung hervorzubringen.

Das Überfangen geschieht immer mittels der Glasbläserpfeife. Man taucht z. B. die Pfeife in farbloses Glas, bläst den an der Pfeife haftenden Tropfen etwas auf, taucht sodann die Pfeife in das zum Überfangen bestimmte farbige Glas und formt dann den Gegenstand in der gewöhnlichen Weise an der Pfeife aus. Hat man blaues Glas angewendet, so zeigt der überfangene Gegenstand innen farbloses Glas und an der Außenseite die blaue Färbung des Überfangglases. Hat man Rubin glas zum Überfangen genommen, so wird der fertige Gegenstand vorsichtig so weit angewärmt, „anlaufen gelassen“, bis die Rubin farbe in der entsprechenden Weise hervorgetreten ist.

Ein schwieriger auszuführendes Verfahren des Überfangens besteht darin, daß ein Arbeiter eine gewisse Menge farblosen Glases an die Pfeife nimmt; gleichzeitig hat ein anderer Arbeiter ein Stück des farbigen, zum Überfangen bestimmten Glases an einem Eisen befestigt und bis zum

Weichwerden in das Feuer gehalten. Er heftet dann diesen erweichten „Zapfen“ an die farblose Glasmasse und trachtet sie gleichförmig auf derselben auszubreiten. Wie leicht einzusehen, muß dieses Ausbreiten ganz gleichmäßig geschehen, indem sonst an jenen Stellen, an welchen das Überfangglas in dickerer Schichte vorhanden wäre, dunklere Flecken entstehen würden.

Nach einem anderen Verfahren bläst man einen Tropfen des farbigen Glases zu einem eiförmigen Gefäße auf, schneidet dann den oberen Teil desselben, der an der Pfeife haftet, ab und stellt das hinterbleibende, wie ein abgestutztes Ei aussehende Gefäß in ein passendes Gestell. Der Arbeiter füllt dann dieses Gefäß mit flüssigem farblosen Glase, befestigt an letzterem die Pfeife, wärmt bis zum Weichwerden des Ganzen an und vergrößert durch Blasen das ganze Gefäß; es wird hierdurch ein gleichmäßiges Austreiben beider Glasschichten bewirkt und demgemäß auch eine gleichmäßige Färbung des Überfangglases erzielt.

IX. Die durch Überfärbung entstehenden Gläser.

Wenn man Glas durch Eisenoxyd, Kobaltoxyd und Manganoxyd färbt, so erhält man Gläser von gewissen Farben und richtet sich die Intensität der Farbe nach der Menge des färbend wirkenden Oxydes welches man dem Glasfuge zugemischt hat. Wenn einmal eine gewisse Menge des färbend wirkenden Oxydes zugesetzt ist, so ergibt sich bei den genannten Oxyden ein Glas, dessen Färbung eine so intensive ist, daß dasselbe schwarz erscheint.

In ganz anderer Weise verhält sich aber das Gold, das Kupfer und außerdem das Chromoxyd. Wenn man bei Färbung von Glas mit diesen Materialien eine gewisse Grenze überschreitet, so treten eigentümliche Erscheinungen auf, welche sogar zur Erfindung sehr schöner Gläser von eigentümlichem Aussehen geführt haben.

Die erwähnten Erscheinungen kommen übrigens nicht an Gläsern allein vor, sondern zeigen sich auch ganz allgemein an anderen Lösungen. Wir bemerken hier, daß man die gefärbten Gläser als Lösungen betrachten muß, in welchen ein farbiges Silikat, z. B. Kobaltsilikat, in der farblosen Silikatmasse, aus der das Glas besteht, gelöst ist. Es ist bekannt, daß jeder in einer Flüssigkeit lösliche Körper nur bis zu einem gewissen Maße von der Flüssigkeit aufgenommen wird; fügt man mehr von dem Körper hinzu, so bleibt er ungelöst: die Lösung ist dann „gesättigt“. In der Regel wird das Löslichkeitsverhältnis der Flüssigkeiten für die in ihnen löslichen Körper größer, wenn die Temperatur eine höhere ist; die Flüssigkeit ist dann „heiß gesättigt“. Läßt man die Temperatur der heiß gesättigten Lösung sinken, so muß sich ein Teil des gelösten Körpers ausscheiden und man erhält in der bis auf gewöhnliche Temperatur abgekühlten Flüssigkeit wieder eine gesättigte Lösung.

Bringt man z. B. Salpeter mit Wasser bei gewöhnlicher Temperatur zusammen, so wird von dem Salze eine gewisse Menge gelöst, jeder Überschuß bleibt ungelöst und lagert sich am Boden des Lösungsgefäßes ab. Erhitzt man aber das Gefäß, so wird neuerdings Salpeter gelöst, bis endlich, sobald die Flüssigkeit zu kochen beginnt, auch hier der Sättigungspunkt erreicht ist; beim Abkühlen scheidet sich der nur in der heißen Flüssigkeit lösliche Teil des Salpeters kristallinisch aus und man hat wieder eine kalt gesättigte Lösung des Salzes vor sich.

Wenn wir diese Verhältnisse auf die Gläser übertragen, welche für gewisse Körper nur ein beschränktes Löslichkeitsvermögen haben, so ergibt sich folgendes:

Das Gold ist, wie bei der Schilderung der Darstellung des Goldrubinglases abgegeben wurde, nur in sehr geringer Menge in dem Glase löslich; fügt man einer bestimmten Menge eines Glassatzes mehr Gold zu, als derselbe zu lösen vermag, so finden wir diesen ungelöst bleibenden Überschuß unter dem erkalteten Glase in Form eines geschmolzenen Klümpchens wieder vor.

Das Kupfer ist im Glase in bedeutend reichlicher Menge löslich als das Gold und erteilt je nach der Zusammensetzung des Glassazes demselben entweder eine eigentümliche blaue Farbe, die durch Kupfersilikat bewirkt wird, oder es löst sich ähnlich wie Gold als Metall in dem Glase auf und färbt letzteres beim Anlaufenlassen rubinrot.

Wenn man aber dem Glassaze eine solche Zusammensetzung gibt, daß er eine sehr große Menge von Kupfer enthält und der Glassaz nicht stark sauer ist, das heißt, nicht sehr reich an Kieselsäure ist, so löst sich eine sehr bedeutende Menge von Kupfer als Metall in der flüssigen Glasmasse, scheidet sich aber, wenn dieselbe auf eine gewisse Temperatur abgekühlt ist, in kristallinischer Form wieder aus, so daß man ein Glas erhält, welches nur durchscheinend ist, eine zinnoberrote Färbung besitzt und in welchem sich kristallinische Körper vorfinden, welche sich bei der Untersuchung mit dem Mikroskope als winzige Kristalle von Kupfer erweisen. Durch entsprechende Abänderung in der Zusammensetzung des Glases und der Behandlung desselben während des Schmelzens kann man das Aussehen des fertigen Glases in verschiedener Weise abändern und Gläser erzielen, welche im Aussehen sehr voneinander abweichen. Es lassen sich auf diese Weise jene Glasarten herstellen, welche man mit dem Namen Hämatinon (Blutglas), als Astralit und als Aventurin bezeichnet hat. Alle drei Glasarten eignen sich, wegen ihres eigentümlichen Aussehens ungemein zur Anfertigung von Ziergläsern.

Von den färbend wirkenden Oxyden, die wir in den farbigen Gläsern anwenden, macht das Chromoxyd in gewissem Sinne eine Ausnahme; dasselbe löst sich zwar in verhältnismäßig bedeutender Menge in dem Glase auf und erteilt demselben die bekannte prachtvoll grüne Färbung. Wendet man aber immer größere Mengen von Chromoxyd an, so erhält man nicht, wie dies bei Anwendung von Kobaltoxyd oder Eisenoxyd der Fall ist, endlich schwarze Gläser, sondern stets ein durchsichtiges

grünes Glas, in welchem man aber zahllose Kristalle, welche wahrscheinlich dem hexagonalen Kristallsysteme angehören, eingelagert sieht. Wir haben hier das Beispiel einer heiß gesättigten Lösung von Chromoxyd in dem Glase vor uns: so lange das Glas in der Glühhitze ist, vermag es eine große Menge von Chromoxyd in Lösung zu erhalten; wenn aber die Temperatur des Glases unter eine gewisse Grenze sinkt, vermag es nicht mehr so viel Chromoxyd gelöst zu erhalten und ist die Folge davon, daß sich der Überschuß des Chromoxydes in Form kleiner Kristalle in der zähflüssigen Masse ausscheidet. Da das auf diese Weise erhaltene Glas in seinem Aussehen eine gewisse Verwandtschaft mit dem unter Anwendung von Kupfer erzielten Aventurin besitzt, sich aber von demselben leicht durch seine grüne Farbe unterscheiden läßt, hat man für dasselbe den Namen „Chromaventurin“ in Anwendung gebracht.

Die Darstellung des Chromaventuringlases.

Man kann diese Glasorte unter Anwendung eines jeden Sazes, welcher zur Darstellung eines Kali- oder Natronglases dient, herstellen; in der Regel wendet man aber nur Glasfäße an, welche Natrongläser liefern und wegen ihrer leichteren Schmelzbarkeit billiger herzustellen sind. Nach einer von Pelouze herstammenden Vorschrift erhält man ein sehr schönes Chromaventurin durch Schmelzung der nachstehend angegebenen Mengen von Körpern:

Sand (Kieselsäure)	250
Soda	100
Kohlensaurer Kalk	50
Kaliumbichromat	40

Es ergibt sich sodann ein Glas, welches intensiv grün gefärbt ist, und in helles Licht gebracht, prachtvoll das Licht reflektiert, so daß es aussieht, als wäre es mit kleinen Diamanten durchsetzt. Das Chromaventuringlas zeichnet sich noch außerdem durch seine besondere Härte

aus, welche es wohl nicht seiner Zusammensetzung selbst, sondern den in das weiche Glas eingelagerten ungemein harten Kristallen von Chromoxyd verdankt. Man kann mit einem muschelrig gebrochenen Stück von Chromaventurin, welches eine scharfe Schneide besitzt, gewöhnliches Fensterglas leicht ritzen, ja sogar so weit einschneiden, daß es an der Schnittstelle gebrochen werden kann, als wenn man es mit einem Diamant geschnitten hätte.

Zur Darstellung von grünem und blauem Aventuringlas werden von Alexander folgende Glasätze empfohlen.

	Für Grün	Für Blau
Sand	100	100
Soda	35	35
Flußspat	15	15
Feldspat	30	30
Baryumcarbonat . . .	25	25
Kaliumbichromat . . .	12	10
Mangan	7	5
Kobaltoryd	--	0,5.

Der Zusatz von Flußspat und Feldspat darf nicht zu groß genommen werden, indem sonst eine Opalfärbung des Glases eintreten könnte, welche die Wirkung der Kristalle in dem Aventurin beeinträchtigen würde. Roter Aventurin fällt am schönsten aus, wenn man einen Satz anwendet, welcher kein Bleioxyd oder nur eine sehr geringe Menge davon enthält. Wenn man folgenden Satz anwendet, so erhält man entweder ein opales rotes oder durchsichtiges dunkelrotes Glas oder auch ein farbloses Glas, welches erst beim Anwärmen rot anläuft und in seinem Inneren zahllose Flimmern abscheidet. Der betreffende Satz hat folgende Zusammensetzung:

Sand	100
Soda	32
Pottasche	8
Kalk	32
Mennige	1

Kupferoxydul	6
Eisenoxydul	3
Zinnoxyd	3

Das Chromaventuringlas wird zur Herstellung von Schmuckgegenständen verwendet, seltener aber zur Anfertigung von Gefäßen; gerade aber seines herrlichen Aussehens bei starker Beleuchtung wegen eignet es sich zur Anfertigung von Prunk- und Schmuckgefäßen. In welchem Maße dies der Fall ist, kann man täglich in Venedig vor den Schaufenstern der bekannten Firma Salviati beobachten: inmitten der zahlreichen farbigen Glasgegenstände, welche dort zur Schau gestellt sind, ziehen die aus Chromaventurin hergestellten Gefäße vor allen anderen die Aufmerksamkeit der Beschauer auf sich.

Die Darstellung des Hämatinglases.

Die mit diesem Namen bezeichnete Glasorte war schon im Altertume bekannt und spricht der römische Naturforscher Plinius in seinen Schriften von demselben als von einer allgemein bekannten Sache, ohne daß er sich jedoch mit einer Beschreibung der Herstellung dieser Glasorte bemüht hat. Wie so viele Künste ging auch beim Sturze des Römerreiches die Kunst der Herstellung des Hämatins verloren; es dauerte bis zum Jahre 1847, bis es Bettenkofer in München auf Grund mehrfacher Versuche gelang, ein Hämatin herzustellen, welches dem antiken Glase vollkommen gleich ist. Während das aus dem Altertume stammende Hämatin vielfach in seiner Farbe Ungleichheiten zeigt, vermögen wir jetzt dasselbe jedoch immer von derselben Beschaffenheit zu erhalten. Bettenkofer hat auf Grund seiner Versuche eine so vollkommene Vorschrift zur Darstellung dieses Glases gegeben, daß wohl überall nach derselben gearbeitet wird.

Nach der Vorschrift Bettenkofers stellt man ein Bleiglas dar, läutert dasselbe vollkommen und setzt ihm eine große Menge von Kupfer in Form von Kupferhammer Schlag (ein Gemenge von Kupferoxyd, Kupferoxydul und

metallischem Kupfer) zu. Außerdem wird noch eine kleine Menge von Eisenhammerschlag (Eisenoxyduloxyd) und eine kleine Menge von Kohle zugesetzt; die beiden letztgenannten Körper wirken als Reduktionsmittel.

Wenn man diesen Glassatz niederschmilzt und erstarren läßt, so ergibt sich ein Glas, welches durchaus nicht das Aussehen des Hämatins hat, sondern eine unschöne leberbraune Färbung besitzt. Man darf aber das Glas nicht erstarren lassen, sondern hält dasselbe in einer solchen Temperatur, daß es so weich ist, um beim Berühren mit einem Eisenstabe den Eindruck desselben anzunehmen. In diesem Zustande wird das Glas während einiger Stunden belassen und zeigt dann die Farbe, welche dem Hämatin eigen ist. Die Zeit, während welcher das Glas in dem halbweichen Zustande erhalten bleiben muß, ist offenbar jene, in welcher die molekulare Umlagerung der Bestandteile vor sich geht, deren Endergebnis eben das charakteristisch aussehende Hämatin-glas ist.

Der von Bettenkofer angegebene Glassatz besteht aus folgenden Bestandteilen:

Kieselsäure	100
Kalk	11
Magnesia	1
Bleiglätte	33
Soda	50

Die innig gemischten Bestandteile werden geschmolzen und der fertigen Glasmasse sodann 25 Teile Kupferhammerschlag und etwas später zwei Teile Eisenhammerschlag und nach diesem etwas Kohle zugesetzt.

Da ein Glas von dieser Zusammensetzung ziemlich schwierig schmilzt, hat Bettenkofer die Zusammensetzung seines Glassatzes später nach der folgenden Vorschrift abgeändert:

Kieselsäure	100
Kalk	10
Magnesia	0,5
Bleiglätte	40

Soda	60
Kupferhammerschlag	30
Eisenhammerschlag	2
Tonerde	2

Da bei Anwendung sehr fein verteilter Körper die färbende Wirkung derselben schneller eintritt, kann man auch das eben angegebene Verfahren *Pettenkofers* in der Weise abändern, daß man an Stelle des Kupferhammerschlages ein Gemisch aus gefällttem reinem Kupferoxyd und feinstverteiltem metallischen Kupfer anwendet. Das feinstverteilte Kupfer wird für diesen Zweck in der Weise hergestellt, daß man über glühenden Kupferoxyd einen Strom von trockenem Wasserstoffgas leitet, wodurch die Reduktion des Oxydes zu Metall leicht vor sich geht. An Stelle des durch Wasserstoff reduzierten Kupfers kann man auch Kupfer anwenden, welches durch Eisen aus reinem Kupfervitriol abgeschieden wurde.

Man bringt in diesem Falle in eine dickwandige Glasflasche eine klare Lösung von Kupfervitriol, wirft rostfreie Schuhnägel in die Flasche, verschließt dieselbe rasch und schüttelt ununterbrochen so lange, bis alles Kupfer in Form eines feinen Niederschlages abgeschieden ist und die Flüssigkeit nunmehr die rein grüne Färbung einer Eisenvitriollösung zeigt. Der aufgeschlämmte Inhalt der Flasche wird auf ein bereit gehaltenes Filter gebracht, einige Male mit kochendem Wasser ausgewaschen und dann schnell getrocknet. Das sich ergebende Pulver wird zerteilt und etwa in demselben enthaltene Eisenteilchen mittels eines Magnetes ausgezogen.

Wenn man äquivalente Mengen von Kupferoxyd und fein verteilterm Kupfer in den oben angegebenen leichter schmelzenden Satz von *Pettenkofers* einführt, selbstverständlich mit Hinweglassung des Kupferhammerschlages, so ergibt sich ein *Hämatinglas*, welches überhaupt keine leberbraune Färbung zeigt, sondern sofort beim Abkühlen der geschmolzenen Glasmasse die charakteristische Färbung annimmt.

Ein richtig vorbereitetes *Hämatin* erscheint dem Auge

als eine gleichförmige rote Masse, welche das Licht nur in geringem Grade durchläßt; selbst sehr dünne Splitter lassen nur an den Rändern rotes Licht durchgehen. Wenn man Hämatin pulvert, so ergibt sich ein Pulver, welches nicht die zinnoberrote Färbung der dichten Masse zeigt, sondern eine Färbung besitzt, welche der Fleischfarbe am nächsten steht.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Hämatins, welche aber immer nur an sehr dünnen Splintern vorgenommen werden kann, nimmt man wahr, daß man eine scheinbar farblose Grundmasse vor sich hat, in welche sehr zahlreiche schwarze Körnchen eingebettet erscheinen. Bei Anwendung sehr starker Vergrößerungen lösen sich aber die Punkte voneinander los und erscheinen dann gewissermaßen als kleine Platten, welche in der Mehrzahl der Fälle eine rein quadratische Form besitzen; polygonale Formen sind weit seltener wahrnehmbar; die Größenverhältnisse der einzelnen Platten sind fast immer genau die gleichen. Wenn man diese Kristalle, denn das sind diese regelmäßig geformten Körper, im reflektierten Lichte betrachtet, so erscheinen sie hellrot, leuchtend wie ein stark glühender Körper; im durchfallenden Lichte erscheinen sie schwarz, sind sonach undurchlässig. Über die chemische Natur dieser Kristalle wissen wir nichts anzugeben, denn wenn man es versucht, die sie einschließende Glasmasse in Lösung zu bringen, gelingt dies nicht, ohne daß auch die Kristalle gleichzeitig gelöst werden; das einzige, was man mit Sicherheit annehmen kann, ist, daß die Kristalle kupferhaltig sind; möglicherweise bestehen sie aus reinem Kupfer, aus kristallisiertem Kupferoxydul oder einem eigentümlichen Kupfersilikat.

Die Darstellung des Astralites.

Diese Glasart, ebenfalls eine Erfindung Bettenkofers, wurde von ihm erhalten, als er den Versuch machte, in einem Glasfuge, welcher für Hämatin Glas berechnet war, einen Teil der Kieselsäure durch die (der Kiesel-

säure in manchen Stücken verwandte) Borsäure zu ersetzen. Er wendete zwei Sätze von folgender Beschaffenheit an:

	a	b
Kieselsäure	80	80
Bleiglätte	120	110
Soda	72	72
Kalk	—	5
Kupferhammerschlag	24	26
Borax (geschmolzen)	18	18
Eisenhammerschlag	1	2

Das aus diesen Sätzen niedergeschmolzene Glas wurde im Windofen langsam abgekühlt, und zwar in der Weise, daß man eine Grundmasse erhielt, in der Kristalle ausgeschieden waren. Der Satz a enthielt als der leichter schmelzbare viel größere Kristalle als der Satz b, welcher strenger flüssig ist. An den geschliffenen Flächen der Masse a waren folgende Erscheinungen wahrnehmbar: Die Farbe des Glases ist so dunkel, daß dasselbe fast schwarz aussieht; im auffallenden Sonnenlichte betrachtet, erscheinen jedoch die geschliffenen Flächen deutlich rot, und zwar treten an manchen Stellen zahllose, dicht nebeneinander liegende Kristalle von roter Färbung hervor, indes andere Stellen nur schimmern und einen bläulichen Schein von sich geben; bei der Schmelze b waren die gleichen Erscheinungen zu beobachten, jedoch in geringerem Maße, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil sich in der zäher flüssigen Masse die Kristalle nicht in so reichlicher Menge auszubilden imstande waren, als in der leichter schmelzbaren Masse a. Durch die eigentümliche Farbewandlung, welche der Astralit zeigt, erscheint er als ein sehr wertvolles Material zur Herstellung von Ziergläsern; seine Anwendung ist aber doch eine ziemlich beschränkte, da er die Eigenschaft besitzt, sehr spröde zu sein und daher beim Schleifen leicht zerbricht.

Die Darstellung des Aventuringlases.

Das Aventuringlas ist ein eigentümlich braun gefärbtes Glas, welches von zahlreichen goldglänzenden

Flittern, die mit freiem Auge deutlich wahrgenommen werden können, durchsetzt ist. Die Fabrikation dieses Glases wurde schon seit langer Zeit in den berühmten Glasfabriken auf der Insel Murano bei Venedig betrieben, die Art der Darstellung jedoch geheim gehalten. Es gelang aber ebenfalls wieder Bettenkofer, ein Verfahren aufzufinden, nach welchem diese Glasart dargestellt werden kann. Um nach diesem Gelehrten aus einer Hämatinschmelze Aventurin herzustellen, braucht man der geschmolzenen Masse nur eine so große Menge von Eisenfeilspänen zuzusetzen, daß etwa die Hälfte des in ihr enthaltenen Kupfers ausgeschieden wird; diese Kupfermenge wird dann als zusammengeschmolzene Masse am Boden des Gefäßes vorgefunden.

Nimmt man von der geschmolzenen Glasmasse aus dem Gefäße, so erhält man ein grünes Glas, welches aber so intensiv gefärbt ist, daß es beinahe schwarz aussieht. Wenn man aber so arbeitet, daß das Glas nur so weit abgekühlt wird, um noch weich zu sein, und erhält es in diesem Zustande durch mehrere Tage, so erfolgt die Umbildung in Aventuringlas. Kühlt man hingegen zu rasch ab, so ergibt sich ein leberbraunes Glas, welches die Eigenschaften des Aventurins nicht besitzt.

Es entspann sich feinerzeit ein lang andauernder Streit darüber, von welcher Beschaffenheit die goldglänzenden Kristalle sind, welche man in dem Aventuringlase beobachtet; durch scharfsinnige Versuche ist derselbe dahin entschieden worden, daß diese Flitter aus metallischem Kupfer bestehen. Während sich bei zu raschem Abkühlen nur die leberbraune Masse bildet, können in der langsam abkühlenden Masse die Teilchen sich frei lagern; es kommt metallisches Kupfer zur Abscheidung, aber nicht wie in dem Hämatinlase in Form ungemein kleiner Kristalle, sondern die Kupferkriställchen finden Zeit, sich in größerer Zahl nebeneinander zu lagern, so daß hierdurch die mit freiem Auge deutlich sichtbaren goldglänzenden Flitter zustande kommen.

Die Literatur weist eine größere Zahl von Vorschriften

auf, nach welchen man mit Sicherheit schönes Aventurin-
glas darstellen kann und lassen wir die wichtigsten
derselben folgen.

Aventurin nach Hautefeuille.

I.

Glas aus der Fabrik von:

Saint-Gobin (Frankreich) . . .	2000
Salpeter	200
Kupferhammerschlag	120
Eisenoxyd	60

II.

Sand	1500
Kreide	357
Soda	801
Pottasche	341
Salpeter	200
Kupferhammerschlag	125

III.

Glas	1200
Sand	600
Soda	650
Salpeter	200
Kupferhammerschlag	125

Man schmilzt einen dieser Glasfäße nieder und
setzt ihm nach und nach in kleinen Mengen 38 Teile Eisen-
feilspäne zu, wobei man mit einem Eisenstabe umrührt.
Nach Zusatz der letzten Eisenmenge nimmt das Glas
eine blutrote Farbe und eine breiartige Beschaffenheit
an. Der Schmelztiegel wird sodann bedeckt, mit heißer
Asche umhüllt und sehr langsam erkalten gelassen. Nach
dem Zerschlagen des Tiegels erscheint sein Inhalt aus
Aventurin bestehend.

Aventurin nach Gbell.

I.	
Sand	150
Kreide	35,5
Soda	80
Pottasche	14
Salpeter	20
Kupferoxyd	13
Eisenfeilspäne	4,5
II.	
Sand	67,3
Kalk	9
Bleiglätte	1
Soda	12
Pottasche	7
Kupferoxyd	5
Eisenhammer Schlag	5,5
III.	
Sand	80
Kalk	8
Soda	18
Pottasche	9
Kupferoxyd	4
Eisenhammer Schlag	6

X. Die weißen Gläser.

Wir können jene Gläser, welche man als „weiß“ bezeichnet, ihrer Beschaffenheit nach in mehrere Gruppen teilen, und zwar in solche, welche eigentlich aus farblosem, das Licht vollkommen durchlassendem Glase bestehen, dessen Oberfläche aber derart uneben gemacht wurde, daß das auffallende Licht nach allen Richtungen zerstreut wird, so daß die Gläser zwar Licht durchlassen, ohne jedoch durchsichtig im eigentlichen Sinne des Wortes zu sein. In diese Kategorie von Gläsern gehören alle

mattgeschliffenen Gläser, ferner jene, welche durch Ätzen eine raue Oberfläche erhalten haben. In diesem Falle ist es sonach ein rein physikalischer Vorgang, durch welchen man Glas erhält, welches, im reflektierten Lichte betrachtet, weiß aussieht.

Eine zweite Form des weißen Glases wird dadurch erhalten, daß man dem Glasfabe eine solche Zusammensetzung erteilt, daß er nur im geschmolzenen Zustande eine gleichförmige Masse bildet, aus der sich aber bei der Abkühlung kleine Kristalle eines an sich farblosen Körpers ausscheiden; diese Kristalle, an und für sich farblos, zerstreuen das Licht nach allen Richtungen in gleichförmiger Weise und bringen dadurch auf das Auge den Eindruck „weiß“ hervor. Es zeigt sich hier eine Erscheinung, welche gleich jener ist, die wir am Schnee beobachten können. Der Schnee besteht bekanntlich aus vollkommen farblosen Eiskristallen, welche nach den Gesetzen des hexagonalen Kristallsystemes aneinandergruppiert sind. Die rein weiße Farbe des Schnees kommt dadurch zustande, daß die spiegelnden Flächen der einzelnen Eiskristalle das Licht nach allen Seiten zerstreuen, sich sonach verhalten wie die farblosen Kristalle, welche in einer farblosen Glasmasse von verschiedener chemischer Beschaffenheit eingebettet sind.

Wir kennen eine ganze Reihe von Glasarten, welche hierher gehören; vor allen anderen sind hier die sogenannten „entglasten“ Gläser zu nennen, ferner das Milchglas, das Beinglas, das sogenannte „Heißgüßporzellan“, das Arholithglas, das Réaumur'sche Porzellan usw.

Als dritte Kategorie der weißen Gläser, und zwar als jene, welche man im eigentlichen Sinne des Wortes als „weiß“ bezeichnen kann, haben wir jene zu nennen, welche aus einem farblosen Glase bestehen, in das ungemein kleine Teilchen eines rein weißen Körpers, auf welchen die Glassubstanz keinerlei Einfluß äußern kann, eingebettet liegen. Gläser von dieser Beschaffenheit sind selbst in sehr dünnen Schichten vollkommen undurchsichtig

und lassen nur, wenn sie ungemein dünn geschliffen sind, etwas Licht durch. Derartige Gläser werden gewöhnlich zum Unterschiede von den anderen mehr weniger durchscheinenden weißen Gläsern als „Emailgläser“ bezeichnet.

Da man imstande ist, die Emailgläser in ähnlicher Weise zu färben, wie dies mit den anderen Glasforten der Fall ist, die Farbe aber auf dem weißen Untergrunde ein ganz anderes Aussehen zeigt, als in dem durchsichtigen Glase, kann man sich der Emailgläser als eines ungemein wertvollen Mittels bedienen, um Schmuckgläsern das herrlichste Aussehen zu erteilen, so daß man sagen kann: Gegenwärtig gibt es keine Farbenwirkung und keinen Farbenton mehr, welchen man nicht mit Hilfe der farbigen Gläser und der Emailgläser hervorzu- bringen imstande wäre.

Das Beinglas.

Diese schon seit geraumer Zeit bekannte Glasorte, welche wegen ihres Aussehens auch mit dem Namen „Milchglas“ bezeichnet wird, kann in verschiedener Intensität hergestellt werden; wendet man eine starke Färbung an, so erhält man das eigentliche Beinglas, welches nur wenig Licht durchläßt; vermindert man hingegen die Menge des undurchsichtig machenden Körpers, so kann man Gläser erzielen, welche nicht ganz durchsichtig sind und jenen eigentümlichen Schimmer zeigen, welchen wir an dem Minerale Milchopal wahrnehmen; man hat daher diese Gläser auch mit der Bezeichnung Opalgläser oder opalisierende Gläser belegt.

Zur Erzielung von Beinglas muß man einem Glas- sätze, einerlei, ob derselbe ein Bleiglas oder ein bleifreies Glas ist, phosphorsauren Kalk (Kalziumphosphat) zu- mischen. Ein mit einem derartigen Zusätze versehenes Glas zeigt in seinem Verhalten eine gewisse Ähnlichkeit mit den Rubingläsern; das fertig geschmolzene Glas ist vollkommen klar und durchsichtig. Beim Abkühlen tritt

aber eine Trübung der Masse ein, welche um so stärker hervortritt, je größer der Zusatz an phosphorsaurem Kalk gemacht wurde. Noch stärker bildet sich die Trübung aus, wenn man das Glas, nachdem es bis auf einen gewissen Grad abgekühlt ist, wieder anwärmt, wieder abkühlt und diese Operation mehrere Male wiederholt, bis das Glas den gewünschten Grad von Undurchsichtigkeit, beziehungsweise die weiße Farbe angenommen hat. Die Erklärung dieser Erscheinung kann nur auf die Weise gegeben werden, daß das Glas die Eigenschaft besitzt, im heißflüssigen Zustande phosphorsauren Kalk zu lösen, daß sich aber derselbe wieder in kristallinischer Form abscheidet, wenn das Glas abgekühlt wird. Die Vermehrung der Abscheidung, beziehungsweise die Bildung größerer Kristallgruppen von phosphorsaurem Kalk tritt ein, wenn man das Glas durch Anwärmen genügend erweicht, um im Innern desselben eine gewisse Beweglichkeit der kleinsten Theilchen zu ermöglichen.

Der phosphorsaure Kalk, welchen man zur Herstellung von Beinglas anwendet, muß sich im Zustande der größten Verteilung befinden; wenn man den Versuch macht, den in Form verschiedener Mineralien in der Natur vorkommenden phosphorsauren Kalk zu verwenden, so erzielt man kein Ergebnis, welches befriedigen könnte; auch dann nicht, wenn man das Mineral durch Mahlen und Schlämmen in ein unfühlbare Pulver verwandelt hat. Gute Erfolge ergeben sich nur, wenn man Knochenasche oder kalzinirten Baker-Guano benützt.

Die Knochenasche wird dargestellt, indem man Tierknochen bei Luftzutritt verbrennt und so lange glüht, bis eine völlig weiß gebrannte Masse hinterbleibt. Die im Handel vorkommende Knochenasche, welche namentlich von Südamerika aus in den Handel gesetzt wird, erscheint nicht weiß, sondern besitzt eine graue Farbe, welche sie einem kleinen Gehalte an Kohlenstoff verdankt. Man kann diese Asche nur dann gut verwenden, wenn man sie bei Luftzutritt der Weißglut aussetzt, bis alle Kohletheilchen verbrannt sind.

Wenn man feinst gepulverte Knochenasche mit dem Mikroskope untersucht, so zeigt sie sich aus ungemein kleinen Kristallen bestehend, welche nur lose aneinanderhaften und infolge ihrer großen Oberfläche sich leicht in der Glasmasse lösen können.

Der Guano besteht bekanntlich aus den Excrementen von Wasservögeln und besteht aus einer kleinen Menge organischer stickstoffhaltiger Substanzen, sonst aber nur aus phosphorsaurem Kalk nebst einer kleinen Menge von phosphorhafter Magnesia. Der im Handel vorkommende sogenannte Baker-Guano zeichnet sich anderen Guanoarten gegenüber dadurch aus, daß er nur Spuren von Eisenverbindungen enthält, sonach dem Milchglase, zu dessen Herstellung er verwendet wird, keine gelbliche Färbung erteilt. In bezug auf seine kristallinische Struktur zeigt der weiß gebrannte Guano noch größere Feinheit, als dies mit der Knochenasche der Fall ist. Um eine vollkommen gleichförmige Verteilung der Knochenasche (Guanoasche) durch die ganze Glasmasse zu erzielen, müssen die zur Bildung des Sazes dienenden Materialien sehr innig gemischt werden und muß das Eintragen desselben in den Glashafen bei hoher Temperatur und in kleineren Anteilen erfolgen, damit ein recht schnelles Niederschmelzen der Glasmasse stattfindet. Um während des Schmelzens eine mischende Bewegung in der Glasmasse hervorzurufen, fügt man dem Saze häufig auch eine gewisse Menge von Kochsalz zu; dieses verdampft allmählich und bewirkt die aus dem geschmolzenen Glase entweichenden Dämpfe eine mischende Bewegung in demselben. In vielen Glashütten ist es auch Gebrauch, am Ende der Schmelzung eine Kartoffel, welche an einen starken Eisendraht gespießt ist, bis auf den Boden des Schmelzgefäßes zu stoßen; das aus der Kartoffel verdampfende Wasser und die aus dem Stärkemehl sich entwickelnden dampfförmigen Produkte bewirken ein starkes Aufwallen der dünnflüssigen Glasmasse.

Es wurde schon angedeutet, daß das Aussehen des Beinglases von der Menge des phosphorsauren Kalkes

abhängt, welcher dem Glasfuge beigemischt wird. Das eigentliche Milchglas ist von milchweißer Farbe und so undurchsichtig, daß ein unter dasselbe gelegter schwarzer Körper nicht wahrgenommen wird. Wenn man aber hinter Milchglas eine helle Flamme bringt, so läßt das Glas so viel Licht durch, daß man die Flamme als verwaschenen roten Fleck wahrnimmt. Um diesem Uebelstande abzuhelpen, wenden manche Fabrikanten neben dem phosphorsauren Kalk noch eine gewisse Menge von Zinnoxyd an; man erhält auf diese Weise zwar ein Glas, welches völlig undurchsichtig ist, dessen Farbe aber nicht die Weichheit des eigentlichen Milchglases besitzt und welches sich in seiner Zusammensetzung schon mehr dem Emailglase nähert.

Bei Verwendung von geringen Mengen von Kalziumphosphat erzielt man Gläser, welche immer mehr undurchscheinend oder „opak“ werden, je kleiner die Menge des phosphorsauren Kalkes genommen wird; es tritt aber dafür eine andere Erscheinung ein, welche zur Herstellung von Luxusgläsern mit Vorteil benützt werden kann: das Glas fängt an zu opalisieren. Die Erscheinung des Opalisierens kommt in diesem Falle wohl dadurch zustande, daß die Teilchen des phosphorsauren Kalkes in der durchsichtigen (farblosen) Glasmasse verhältnismäßig weit auseinander liegen und das Licht in eigentümlicher Weise zurückwerfen.

Das reine Milchglas zeigt noch eine eigentümliche Erscheinung, welche ebenfalls gewerblich benutzt werden kann; wenn man einem Glasfuge, der ein rein weißes Milchglas liefern würde, eine gewisse Menge fein verteilter Kohle zufügt und ihn eine Zeitlang geschmolzen erhält, so ergibt sich ein vollkommen schwarz gefärbtes Glas. Die Erklärung dieser Erscheinung liegt darin, daß durch die Kohle eine gewisse Menge des phosphorsauren Kalkes zu Phosphorkalzium reduziert wird und dieses die Eigenschaft besitzt, Glas schwarz zu färben.

Wir lassen nachstehend einige Vorschriften zur Herstellung von Milchglas folgen und fügen denselben noch

bei, daß es zur Erzielung von Opalglas zu empfehlen ist, fein gemahlenes, satt gefärbtes Milchglas einem farblosen Glasfuge beizumischen und mit ihm niederzuschmelzen; das Opalisieren tritt dann besonders schön hervor.

Sätze für Milchglas.

Vorschriften von Socf.

I.

Sand	100
Knochenasche	30
Pottasche	30
Borax	5
Mennige	5

II.

Sand	100
Pottasche	35
Baker=Guano (ausgeglüht)	30
Kalialpeter	3
Zinnoryd	3

Vorschrift von Schür.

Sand	100
90 ^o / _o -ige Pottasche	38,9
Soda	5,5
Kochsalz	4,4
Kalialpeter	3,3
Mennige	11,1
Baker=Guano (ausgeglüht)	33,3
Braunstein	0,28
Borax	1,7

Die Opalgläser.

Obwohl sich unter Anwendung kleiner Mengen von phosphorsaurem Kalk Opalgläser darstellen lassen, besitzen diese die Eigenschaft des Opalisierens nicht in besonders hohem Maße. Opalgläser, bei welchen das Opalisieren weit kräftiger hervortritt, können aber mit Glasfugen er-

halten werden, welche entweder Kalibleigläser oder Natronkalkgläser sind, welche aber gewisse Zusätze erhalten haben. Ihrer Natur nach sind diese Zusätze von so verschiedener chemischer Beschaffenheit, daß man eigentlich gar nicht sagen kann, wodurch das Opalisieren selbst hervorgerufen wird. Man kann Opalgläser herstellen, indem man dem Glasfaze Fluorkalzium (das Mineral Flußspat) zusetzt, und erhält ebenso ein Opalglas, wenn man Schwerpat (Bariumsulfat) oder Feldspat (Tonerde-silikat in Verbindung mit Kali- oder Natronsilikat) mit dem Glasfaze verschmilzt.

Ursprünglich war die Ansicht verbreitet, daß man gutes Opalglas nur unter Anwendung von Flußspat erhalten könne, und daß es eine Fluorverbindung sei, welche die Eigenschaft des Opalisierens bedingt; nachdem man aber, wie angegeben, mit anderen voneinander so sehr verschiedenen Körpern ebenfalls ein sehr schönes Opalglas erzielen kann, so liegt die Frage nach der eigentlichen Ursache der Opalwirkung noch vollständig ungeklärt vor. Die Opalgläser erhalten meistens ihr eigentümliches Aussehen erst durch wiederholtes Anwärmen, so daß dieser Umstand zu der Vermutung veranlaßt, daß das Opalisieren dadurch entsteht, daß sich in der farblosen Glasmasse Ausscheidungen bilden, welche zwar ebenfalls farblos sind, aber ein Lichtbrechungsvermögen haben, welches von jenem der Grundmasse verschieden ist.

Wenn man Opalgläsern, welche bleihaltig sind, färbende Metalloxyde zusetzt, so kommt die färbende Wirkung der letzteren ebenfalls zur Geltung; da sie aber neben der Opaleszenz auftritt, so ergeben sich ganz eigentümliche Farben- und Lichtwirkungen, welche sich zur Herstellung von sehr schön aussehenden bunten Gläsern gut verwerten lassen.

Wir lassen im nachstehenden einige Vorschriften zur Darstellung von Opalgläsern folgen und bemerken, daß die besondere Färbung derselben durch Metalloxyde gleich beim Niederschmelzen erfolgen kann. Es ist aber bei

dieser Färbung wohl zu beobachten, daß man es mit einem nur wenig Licht durchlassenden Glase zu tun hat, daher in bezug auf die Mengen der färbend wirkenden Oxide ganz andere Verhältnisse zu wählen hat, als wenn man ein farbloses Glas zu färben hat. Nur eingehende Versuche können in diesem Falle dahin führen, eine ganz bestimmte Färbung an einem Opalglase hervorzubringen.

Vorschriften zu Säzen für Opalgläser.

Deutsche Vorschriften.

I.		II.	
Sand	100	Sand	180
Soda	30	Soda	50—55
Kalk	10	Kalk	19
Flußspat	12	Flußspat	30—32
Feldspat	12	Feldspat	30—32

III.

(Nach Kempner) A.

100 Teile eines	}	Feldspat . . .	50—80
Gemenges aus		Flußspat . . .	20—50
verschmolzen mit:		Soda	15—50
		oder: Pottasche . . .	30—65
		und Sand	50—100

IV.

(Nach Kempner) B.

100 Teile eines	}	Feldspat . . .	85—71
Gemenges aus		Flußspat . . .	17—50
		Schwerspat . . .	12—40
verschmolzen mit:		Soda	15—50
		oder: Pottasche . . .	20—65
		und Sand	70—120

V.

(Nach Snapp.)

Berschmelzen von norwegischem Feldspat unter fortwährend erhöhtem Zusatz von Kalk; es ergibt sich zuerst ein farbloses, glänzendes, gutes Glas, bei mehr Kalk ein sehr schönes Opalglas, bei noch höherem Kalkgehalt ein rein weißes Milchglas.

VI.

Französische Vorschrift.

(Flußpat—Opalglas.)

Sand	100
Mennige	32—25
Pottasche	27—28
Flußpat	14—16

VII.

Englische Vorschrift.

Sand	188
Mennige	94
Pottasche	61
Kalispeter	11
Feldspat	29
Flußpat	29

Die Kryolithgläser.

Das Mineral Kryolith (Eisstein), welches in seinen reinen Varietäten einem Stücke weißen Eises sehr ähnlich sieht, war durch lange Zeit eine mineralogische Seltenheit, bis man in Grönland und später auch in anderen Teilen von Nordamerika mächtige Lager dieses Mineralen entdeckte. Seiner chemischen Beschaffenheit nach besteht der Kryolith aus einem Doppelfluoride: Aluminiumfluorid und Natriumfluorid. Diese Zusammensetzung ließ schon vermuten, daß sich dieses Mineral zur Fabrikation von Glas eignen werde, denn mit Kieselsäure verschmolzen mußte es ein Tonerdenatriumglas ergeben.

Die ersten Versuche, dieses Mineral in der angegebenen Weise zu verwenden, wurde in böhmischen Glashütten gemacht und fielen insofern befriedigend aus, als man mit dem Kryolith und Quarzsand ein eigentümliches weißes Glas erzielte. In den amerikanischen Glashütten, in welchen man dem Kryolith ebenfalls große Aufmerksamkeit zuwendete, wurden mit demselben auch weiße Gläser erzielt, welche in ihrem Aussehen eine große Ähnlichkeit mit weißem Porzellan zeigten und deshalb von den amerikanischen Fabrikanten unter dem Namen „Heißgussporzellan“ („Hot-cast China“) in den Handel gebracht wurde.

Wenn man Kryolith mit Quarzsand zusammenschmilzt, so wird das in dem Minerale enthaltene Fluor in Verbindung mit Silizium als Fluorsilizium ausgeschieden, welches beim Zusammentreffen mit Wasserdampf Fluorwasserstoff bildet. Nachdem aber der Fluorwasserstoff eine Verbindung ist, welche fast alle Körper ungemein heftig angreift und auch beim Einatmen höchst nachteilig wirken kann, so zeigt die Fabrikation der Kryolithgläser insofern eine Schattenseite, als bei derselben die Schmelzgefäße und die Öfen stark angegriffen werden und sich die Arbeiter sehr hüten müssen, etwas von den sich entwickelnden Dämpfen einzuatmen. Es sei übrigens bemerkt, daß die Arbeiter während der Entwicklung des Fluorwasserstoffes nichts mit dem Glase zu tun haben, indem das Glas erst dann in Arbeit genommen werden kann, wenn diese Entwicklung schon beendet ist.

Man erhält unmittelbar aus dem Kryolith ein Glas, wenn man einen Gewichtsteil desselben mit zwei Gewichtsteilen Quarzsand zusammenschmilzt. Es ergibt sich hierbei ein Glas, welches, wenn es rasch abgekühlt wird, vollkommen farblos und durchsichtig aussieht; läßt man hingegen das Glas langsam auskühlen, so trübt es sich immer mehr und mehr und bildet dann eine vollkommen weiße Masse.

Beim Schmelzen der Glasmasse entweicht, wie angegeben, ein Teil des in der Masse enthaltenen Fluores

in Form von Fluorwasserstoff, ein anderer aber in Verbindung mit dem Silizium aus der Kieselsäure als Fluorsilizium. Eine gewisse Menge von Fluoraluminium muß aber unzerseht bleiben, wenn man ein weißes Glas erhalten will, denn, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, entsteht die weiße Färbung dadurch, daß sich die in dem geschmolzenen Glase noch vorhandene Menge von Fluoraluminium beim langsamen Abkühlen der Glasmasse abscheidet.

Wenn man aus einem klar geschmolzenen Krvolithglase Gefäße formt, so erscheinen dieselben infolge der verhältnismäßig raschen Abkühlung farblos; wenn man sie aber wiederholt anwärmt, so daß sie erweichen und langsam abkühlen, so trübt sich die Glasmasse und man erhält weißes Glas. Bei der Untersuchung von solchen richtig dargestellten Krvolithgläsern zeigt es sich immer, daß dieselben einen gewissen Gehalt an Fluor aufweisen; setzt man einem derartigen Glase so viel Kieselsäure zu, daß der letzte Rest von Fluoraluminium zerlegt wird, so erhält man ein farbloses Glas, welches weder durch langsames Abkühlen noch durch Anwärmen weiß wird. Diese Erscheinung ist wohl der beste Beweis dafür, daß das Weißwerden dieser Gläser beim Abkühlen der Ausscheidung von Fluoraluminium zuzuschreiben ist.

Da man aber auch weißwerdende Gläser erhalten kann, wenn man in den Glasfaz keinen Krvolith, beziehungsweise keine Tonerde einführt, wohl aber einen Fluor enthaltenden Körper zusetzt, nämlich Flußspat, das ist in chemischem Sinne Fluorkalzium, so muß man annehmen, daß die trübende Wirkung im allgemeinen dadurch zustande kommt, daß in dem geschmolzenen Glase eine Fluorverbindung, Fluorkalzium oder Fluorblei — je nach der Zusammensetzung des Glasfazes gelöst ist und sich beim Abkühlen ausscheidet.

Bei alleiniger Anwendung von Krvolith und Kieselsäure bedarf man einer sehr großen Hitze, um ein klar geschmolzenes Glas zu erhalten; um letzteres unter Anwendung einer niedrigeren Temperatur zu erzielen, hat

man Versuche gemacht, einen Teil der Tonerde durch andere Oxide zu ersetzen. Man hat in dieser Beziehung mit Vorteil Zinkoxyd oder Bleioxyd oder beide gemeinsam angewendet und werden jetzt die Kryolithgläser wohl allgemein unter Mitverwendung dieser Oxide angefertigt.

Glasfäße, welche in dieser Weise zusammengesetzt sind und günstige Ergebnisse liefern, haben folgendes Mischungsverhältnis:

Amerikanische Vorschriften für Kryolith-
glasfäße (Philadelphia).

I.	
Quarzsand	10
Kryolith	4
Zinkweiß	9

II.	
Quarzsand	100
Kryolith	20
Soda	12
Natronsalpeter	4
Zinkoxyd	2
oder Bleioxyd	2

Deutsche Vorschriften.

I.	
Kieselsäure	100
Kryolith	16
Soda	8
Pottasche	8
Kohlensaurer Kalk	8,5

II.	
Kieselsäure	170
Kryolith	25
Soda	25
Kohlensaurer Kalk	10

III.

Weißes Fluorglas (ohne Kryolith).

(Nach Tedesco.)

Fluornatrium	33
Soda	5
Kaolin	15
Kreide	10
Kieselsäure	156

Das angewendete Fluornatrium wird dargestellt, indem man Soda mit Fluorwasserstoff soweit neutralisiert, daß nach dem Eindampfen zur Trockene eine Masse hinterbleibt, welche aus 90% Fluornatrium und 10% Soda besteht.

IV.

Weißes Flußpatglas.

Flußpat	8
Pottasche	40
Kieselsäure	6

Nach Zsigmondi soll die durch Zusammenschmelzen dieser Körper erhaltene Masse mit Wasser ausgelaugt und die sich ergebende Lösung von Fluorkalium zur Trockene eingedampft werden. Durch entsprechenden Zusatz von Fluorkalium zu einem Glassatz erhält man dann ein weißes Glas. — Dieses Verfahren dürfte seiner Umständlichkeit und der hohen Gestehungskosten des Glases wegen wohl keinen praktischen Wert haben.

Das Alabasterglas.

Diese Glasorte, welche ebenfalls eine von jenen ist, welche man häufig zur Darstellung von Luxusgefäßen verwendet, kann man auf zweierlei Arten darstellen, welche wir nachfolgend beschreiben werden. In bezug auf sein Aussehen rechtfertigt dieses Glas den ihm gegebenen Namen vollkommen, denn es zeigt jenes eigentümliche durchscheinende Aussehen, welches den reinen Alabaster-

sorten eigen ist und unterscheidet sich von demselben noch am ehesten dadurch, daß der Maafter eine mehr milchweiße Farbe zeigt, indes das Maafterglas rein weiß aussieht. Wenn man jedoch den Kunstgriff gebraucht, dem Glasfaze gerade nur so viel an reinem Kobaltoryd zuzusetzen, daß das Glas nur einen schwach bläulichen Ton, aber durchaus kein deutliches Blau zeigt, so erzielt man ein Glas, welches sich dem Aussehen nach kaum von Maafter unterscheiden läßt.

Ein schönes Maafterglas läßt sich dadurch herstellen, daß man einen Glasfaz anwendet, welcher sehr reich an Kali ist und kein Natron enthält und zu dessen Herstellung eine kleine Menge von Talk (kieselsaure Magnesia) mitverwendet wird. Das Hauptaugenmerk bei der Darstellung des Maafterglases liegt darin, daß man nur solche Materialien anwendet, welche ganz frei von Eisen sind (man würde sonst ein gelbliches Glas erhalten) und daß man sich einer sehr reinen Pottasche bedient, welche mindestens 95 Prozent kohlen-saures Kali enthalten muß. Durch Mitverwendung einer kleinen Menge von Borax wird das Glas etwas leichter schmelzbar und nimmt auch höheren Glanz an.

Ein Glasfaz, welcher stets ein günstiges Ergebnis liefert, hat die folgende Zusammensetzung:

Sand	100
Kohlen-saures Kali	40
Borax	5
Talk	5

Wenn man mit einem Glasofen arbeitet, welcher die Hervorbringung einer sehr hohen Temperatur gestattet, kann man die Menge der Pottasche vermindern und lassen sich Gläser herstellen, für welche nur 30 Teile Pottasche verwendet werden.

Am sichersten gelingt die Darstellung des Maafterglases nach diesem Verfahren, wenn man ein lauter geschmolzenes Glas von der eben angegebenen Zusammensetzung aus dem Hasen schöpft und in kaltem Wasser abschreckt. Dieses Glas wird dann getrocknet und bei

einer abermaligen Schmelzung einer neuen Masse dieser zugesetzt.

Nach dem zweiten Verfahren zur Darstellung von Malabasterglas schmilzt man gewöhnliches Kristallglas nieder und gießt das lauter geschmolzene Glas in kaltes Wasser. Beim langsamen Eingießen des Glases in das Wasser ergibt sich eine Masse, welche von zahllosen Sprüngen durchsetzt ist. Man setzt diese Masse einem in Fluß befindlichen gewöhnlichen Glase zu und schmilzt es mit diesem nieder, wobei man aber die Vorsicht gebraucht, die Temperatur nicht höher steigen zu lassen, als unbedingt notwendig erscheint, um die Glasmasse in jener Konsistenz zu erhalten, in welcher sie eben verarbeitet werden kann. Geht man mit der Temperatur absichtlich hoch, so erhält man immer nur ein farbloses Glas.

Wenn man die Glasmasse durch Eingießen in kaltes Wasser abschreckt, so zerreißt sie nach allen Richtungen und füllen sich die Risse mit Luft; wenn man nun dieses Glas eben nur schmilzt, so finden die unzähligen Luftbläschen, von denen es durchsetzt ist, nicht Zeit, sich zu größeren zu vereinigen und zu entweichen; sie bleiben in der Glasmasse verteilt und bewirken, daß dieselbe zwar Licht durchläßt, ohne jedoch durchsichtig zu sein. Würde man jedoch das Glas so stark erhitzen, daß es dünnflüssig wird, so könnten die Luftbläschen allmählich entweichen und würde nur farbloses Glas erhalten werden.

Der hier stattfindende Vorgang der Bildung einer zwar durchscheinenden, aber nicht durchsichtigen Masse ist genau derselbe, welcher sich beim Gefrieren des Wassers beobachten läßt. Wenn das Wasser plötzlich stark abgekühlt wird, so gefriert es so schnell, daß die Luftbläschen aus demselben nicht entweichen können; man erhält weißes Eis. Kühlt man hingegen das Wasser langsam ab, so findet alle in ihm gelöst gewesene Luft Zeit, zu entweichen und man erhält farbloses durchsichtiges Eis.

Das Eisglas.

Das mit diesem Namen bezeichnete Glas wird nicht durch Anwendung eines Glassazes erhalten, der sich durch eine von jenem gewöhnlicher farblosler Gläser unterscheidet, sondern es verdankt seine Entstehung einzig und allein gewissen physikalischen Verhältnissen; nach diesen kann man es als eine Modifikation des eben geschilderten Malbasterglases ansehen. Zur Anfertigung von Gegenständen aus Glas, welche das Aussehen zeigen, als wenn sie aus Eis bestehen würden, verfährt man auf folgende Weise: Der Arbeiter nimmt aus einem Glashafen klar geschmolzenes Glas an die Pfeife und bläst dasselbe so weit auf, daß ein kleines dickwandiges Kölbchen entsteht. Dieses taucht er sofort in ein neben ihm stehendes Gefäß, welches mit Wasser gefüllt ist. Durch die rasche Abkühlung erstarren die obersten Schichten der Glasmasse und zerreißen sogleich infolge der überaus starken Spannung, welche hierdurch in der ganzen Masse entsteht, in zahllose kleine Stücke.

Der Arbeiter wärmt nun dieses Kölbchen wieder so stark an, daß das Glas genügend erweicht wird und bläst es zu einer Flasche, einem Trinkglase usw. auf. Hierbei werden die zerrissenen Teilchen ebenfalls ausgedehnt und überzieht sich der ganze Glasgegenstand mit einem feinen Neze, welches durch die Sprünge hervorgerufen wird, so daß er aussieht, als wenn er mit Eis überzogen wäre; die Ränder der Sprünge verschmelzen hierbei wieder, so daß die Oberfläche des Glases zwar uneben, aber nicht scharf und rauh anzufühlen ist.

Nach einem anderen Verfahren soll man ein Gemenge aus drei Teilen Glasmehl und einem Teile Sand mit so viel Wasser anfeuchten, daß gerade eine Masse von schwach bildsamer Beschaffenheit entsteht und wird diese in eine Form unter starkem Drucke eingepreßt. Die Form wird dann vorsichtig abgenommen und der ganz trockene Gegenstand in ein Sandbad gestellt (es geschieht dies, um eine Verziehung der Masse zu verhüten) und

in diesem Sandbade so weit erhitzt, daß das Glas zu schmelzen anfängt und die Sandkörner hierdurch verkittet werden.

Das eben angegebene Verfahren ist ein ziemlich unständliches und dabei schwierig auszuführendes, dürfte daher in der Praxis nicht viel Anklang finden. Weit leichter kommt man zum Ziele, wenn man einen Gegenstand, welcher aus gewöhnlichem Glase eben fertiggestellt wurde, aber noch weich ist, mit Glaspulver bestäubt, durch geschicktes Wenden und Drehen des Gegenstandes dafür sorgt, daß das Glaspulver über die ganze Oberfläche gleichmäßig ausgebreitet wird und dann den Gegenstand wieder so weit anwärmt, daß das auf ihm liegende Glasmehl mit der Masse des eigentlichen Gefäßes zusammenschmilzt. Es entsteht hierdurch ebenfalls ein Glas, welches aussieht, als wenn es mit Eis überzogen wäre.

Man kann den nach dem letztabgegebenen Verfahren hergestellten Eisgläsern noch dadurch ein sehr hübsches Aussehen erteilen, daß man zum Bestäuben nicht bloß Mehl von farblosem Glas verwendet, sondern auch solches anwendet, welches aus farbigen Gläsern hergestellt wurde. Man kann auf diese Art Eisgläser erhalten, welche mehrere Farben nebeneinander zeigen oder auf dessen Oberfläche rote, blaue, gelbe Eisteilchen nebeneinander zu liegen scheinen. Gläser von diesem Aussehen erhält man, wenn man zum Bestäuben die vorher sorgfältig gemischten Pulver verschiedenfarbiger Gläser benützt.

XI. Die weißen Emailgläser.

Obwohl der Hauptsache nach die sogenannten Emaille (Schmelzgläser) in ihrer Zusammensetzung zu den Gläsern gehören und sich von diesen nur dadurch unterscheiden, daß in ihnen ein indifferenter farbloser Körper eingelagert ist, welcher ihnen eine rein weiße Farbe und Undurchsichtigkeit verleiht, so zeigen sich in der Darstellung dieser Gläser doch so große Abweichungen von jenen Verfahren, welche wir bei der Fabrikation der

farblosen und farbigen Gläser einschlagen, daß man die Darstellung der Emaille als einen ganz besonderen Zweig der Technik betrachten muß, welcher nur in seinen Grundzügen mit der eigentlichen Glasmacherkunst im Zusammenhange steht.

Die Kunst, Emailgläser anzufertigen, ist eine schon sehr alte; wir kennen europäische Emaille, welche schon eine Reihe von Jahrhunderten zählen, und scheint die Kenntniss der Darstellung von Email in Asien, namentlich bei den Japanern, zu den schon seit alterstgrauer Zeit geübten Künsten zu gehören.

Sowohl in Europa als auch in Japan stellte man früher die Emaille ausschließlich für künstlerische Zwecke her und hat es in dieser Beziehung sowie in bezug auf die Anfertigung farbiger Emaille auf eine sehr hohe Stufe der Entwicklung gebracht. Erst in der Neuzeit, etwa um die Mitte des 19. Jahrhunderts, fing man an, sich der Emaille auch für technische Zwecke zu bedienen. Es wurde nämlich um diese Zeit mit den Versuchen begonnen, eisernes Geschirr, zunächst gußeisernes, später auch Geschirr aus Eisenblech mit einer dem Glase gleichenden Masse zu überziehen und hierdurch das Eisen gegen die Einwirkung von Säuren und anderen Stoffen, von welchen es leicht angegriffen werden kann, zu schützen.

Erst nach einer Reihe sehr umständlicher und mühevoller Untersuchungen gelang es, dieses Ziel zu erreichen, und ist es bekannt, welche Ausdehnung gegenwärtig die Fabrikation der emaillierten Geschirre besitzt. Die Versuche, sich zum Überziehen der Eisengegenstände gewöhnlicher Gläser zu bedienen, schlugen samt und sonders fehl; die Ursache hiervon lag einfach in der ungleichmäßigen Ausdehnung und Zusammenziehung der beiden einander so unähnlichen Körper, wie dies Eisen und Glas sind. Schon eine geringe Erwärmung der Gefäße genügte, um zu bewirken, daß der Glasüberzug rissig wurde und binnen kurzer Zeit sich ganz von dem Eisen löste. Schließlich gelang es aber, alle Schwierigkeiten dadurch zu überwinden, daß man sich zum Überziehen des Eisens nicht

der gewöhnlichen Glasmasse bediente, sondern jene eigentümlich zusammengesetzten, den Gläsern ähnlichen Körper in Verwendung nahm, welche man als Email bezeichnet.

Nachdem diese technischen Schwierigkeiten überwunden waren, fing man auch mit Versuchen an, die emaillierten Gegenstände künstlerisch auszuschnücken, indem man den Versuch machte, den Emailmassen verschiedene Farben zu erteilen. Auch in dieser Hinsicht gelangte man zu erfreulichen Ergebnissen; man ist gegenwärtig imstande, emaillierten Eisengegenständen ein solches Aussehen zu geben, daß sie von schön bemaltem Porzellan kaum zu unterscheiden sind.

Für die Glasfabrikation gewann aber die Emailherstellung von diesem Zeitpunkte angefangen eine immer höhere Bedeutung und nimmt gegenwärtig in der Fabrikation der verzierten und Luxusgläser eine so wichtige Stellung ein, daß sie in jenen Glaswerken, welche sich mit der Herstellung der verzierten Glaswaren beschäftigen, geradezu unentbehrlich geworden ist. Wenn wir sonach hier die Fabrikation der Emailmassen in Kürze beschreiben, so geschieht dies ausschließlich von dem Standpunkte des Glasfabrikanten aus betrachtet; für denjenigen, welcher sich über das Wesen der als Schutzmassen und Überzüge auf Metallen dienenden Emaille unterrichten will, verweise ich auf mein diesen Gegenstand speziell behandelndes Werk „Die Fabrikation der Emaille und das Emaillieren“*), in welchem ich alle erforderlichen Operationen ausführlich beschrieben habe.

Bei jenen Emailen, welche für rein technische Zwecke zu dienen haben, handelt es sich in erster Reihe darum, den Massen eine solche Zusammensetzung zu geben, daß sie an der metallischen Unterlage fest haften und sich selbst bei starken Temperaturänderungen nicht von denselben loslösen. Erst nachdem eine Masse, welche diesen Anforderungen entspricht, aufgetragen ist, kann man eine

*) Die Fabrikation der Emaille und das Emaillieren. Von Paul Mandau. Dritte Auflage. Wien, A. Hartleben.

zweite auftragen, welche dem Ganzen eine schöne glatte Oberfläche, Glanz und schönes Aussehen erteilt. Man bezeichnet die erst aufgetragene Masse als die „Grundmasse“, indes die zweite mit dem Namen der „Deckmasse“ bezeichnet wird. Die Zusammensetzung beider Massen muß eine derartige sein, daß die Deckmasse leichter schmilzt als die Grundmasse, welche übrigens auch so weit erweichen muß, um sich innig mit der Deckmasse zu vereinigen.

Wenn man Emaille in der Glasfabrikation benützt, so geschieht dies entweder dazu, um farblose Gläser zu überfangen oder Verzierungen auf schon fertiggestellten Glasgegenständen zu befestigen. In beiden Fällen handelt es sich aber um Massen, welche keinen hochliegenden Schmelzpunkt besitzen dürfen; derselbe soll vielmehr so niedrig liegen, daß schon eine ganz mäßige Hitze, bei welcher gewöhnliche Gläser erst anfangen weich zu werden, vollkommen ausreichend ist, der Emaille einen solchen Grad von Weichheit zu erteilen, um sie auf dem anderen Glase festschmelzen zu machen, so daß schon gelindes Anwärmen genügt, um die Emaille mit der eigentlichen Glasmasse untrennbar zu verbinden.

Wenn wir demnach den Begriff „Email“, wie derselbe für die Fabrikanten von verzierten Gläsern gilt, definieren wollen, müssen wir sagen: Die Emaille sind leicht schmelzbare Gläser, welchen ein Körper beigemischt ist, welcher ihnen eine rein weiße Farbe und einen so hohen Grad von Undurchsichtigkeit erteilt, daß sie selbst in sehr dünnen Schichten kein Licht durchlassen. Da man sich in der Glastechnik nicht bloß der weißen Emaille bedient, — diese kommt vielmehr nur zumeist als Überfang in Anwendung — sondern auch Emailmassen von allen Farben anwendet, müssen wir den Begriff „weiß“ bei den Emailen in der Art auffassen, daß zwar die Emailmasse immer weiß ist, das Weiß aber durch gewisse Zusätze färbend wirkender Körper verdeckt wird.

Die Färbungen, welche auf diese Weise entstehen, unterscheiden sich sehr wesentlich von jenen, welche durch

die färbend wirkenden Körper an den farblosen Gläsern hervorgebracht werden, denn wir haben es bei den farbigen Emailen stets mit einer Farbenwirkung zu tun, welche durch „zurückgeworfenes Licht“ zustande kommt, da ja die Emaille vollkommen undurchsichtig sind, indes bei den durchsichtigen Gläsern die Farbenwirkung durch „durchfallendes Licht“ hervorgerufen wird.

Die Veränderungen, welche hierdurch in dem Aussehen eines färbend wirkenden Körpers hervorgerufen werden können, sind überraschend große; so große, daß man fast nicht glauben sollte, daß sie in beiden Fällen durch einen und denselben Körper hervorgebracht worden seien. Wenn man z. B. ein farbloses Glas mit Kobaltoxyd versetzt, so ergibt sich, je nach der Menge des angewendeten Kobaltoxydes, ein mehr oder weniger sattes Kobaltblau. Färbt man hingegen eine Emailmasse mit Kobaltoxyd, so entsteht zwar auch der Eindruck von „blau“ im Auge des Beschauers, jedoch in völlig anderer Weise; das Blau erscheint uns hier als „Deckfarbe“, während es im gewöhnlichen Glas als eine „Lasurefarbe“ wahrgenommen wird.

Während wir demnach durch Anwendung verschiedenfarbiger Gläser, welche durchsichtig sind, immer nur Farbenwirkungen hervorzubringen imstande sind, welche als Lasurefarben bezeichnet werden können, vermögen wir bei Verwendung farbiger Emaille die Farbenwirkungen der Deckfarben hervorzubringen. Durch zweckentsprechende Vereinigung beider Arten von Gläsern können wir daher in künstlerischer Hinsicht mit dem Glase dasselbe leisten, was man in der Malerei zu leisten imstande ist.

Die Herstellung der zu schmelzenden Massen.

Die innige Vermengung der zur Bildung des Glases erforderlichen Materialien ist zwar eine Sache, welche stets durchgeführt werden muß, wenn man ein vollkommen homogenes Glas erzielen will, hat aber in der Emailfabrikation eine noch weit höhere Bedeutung als in der

Darstellung des gewöhnlichen Glases, denn es handelt sich darum, eine Masse herzustellen, welche bis in ihre kleinsten Theilchen durch und durch vollkommen gleichförmig ist. Es ist dies aus dem Grunde notwendig, weil man sonst absolut nicht dahin kommt, eine Emailmasse zu erhalten, welche in einer etwas ausgedehnteren Fläche gleichförmig weiß erscheint. Wenn an einer Stelle nur etwas mehr von der weiß färbenden Substanz liegt als an einer anderen, so nimmt das Auge sofort den Unterschied wahr. Während die erstere Partie als hartes Weiß erscheint, hat die andere das Aussehen einer blaßbläulichen Masse, welche in Wolken in die andere Masse übergeht. Die gleichen Erscheinungen können aber auch beobachtet werden, wenn man eine derart ungleichförmige Emaille färbt; an jenen Stellen, an welchen die undurchsichtig machenden weißen Körnchen etwas dichter liegen, erscheint auch die Färbung ganz anders als an jenen, an welchen bei der weißen Emailmasse der bläuliche Ton wahrgenommen wird. Wir haben daher vorläufig bei der Herstellung der Emailmassen drei wesentliche Erfordernisse zu beachten und sind diese in folgendem angegeben:

1. Die Materialien, welche zur Herstellung weißer Emaille zu dienen haben, müssen, so weit dies überhaupt möglich ist, frei von färbend wirkenden Dryden sein.

2. Die Materialien müssen auf das feinste zerfeinert und die Pulver so innig miteinander gemischt werden als dies möglich ist.

3. Das Niederschmelzen der Emailmassen soll so schnell als möglich stattfinden, damit keine Sonderung der spezifisch viel schwereren Bestandteile von den spezifisch leichteren eintritt.

Wenn namentlich die letztgenannte Bedingung in ihrer Gänze erfüllbar wäre, so könnte man die Fabrikation der Emailmassen mit dem vollständigen Niederschmelzen des Satzes für beendet halten. Allein in fast allen Fällen beginnt nach dem erstmaligen Schmelzen der Massen die eigentliche Arbeit erst von neuem, denn

es ist ganz unmöglich, gleich beim erstmaligen Schmelzen eine gleichförmige Masse zu erzielen. Die geschmolzene Masse muß vielmehr abgeschreckt, fein vermahlen und wieder geschmolzen werden. Es kommt sogar nicht selten vor, daß eine zum zweiten Male geschmolzene Emailmasse noch nicht entspricht; man muß sie abermals abschrecken, neuerdings mahlen und zum dritten Male niederschmelzen. Besonders häufig stellt sich die Notwendigkeit einer wiederholten Schmelzung ein, wenn man Emailsätze niederzuschmelzen hat, welche sehr reich an Zinnoxyd sind. Dieser Körper, welcher sich durch ein sehr hohes spezifisches Gewicht auszeichnet, hat das Bestreben, in der dünnflüssig geschmolzenen Glasmasse hinabzusinken und ist die Folge dann die, daß die höher gelegenen Anteile der Schmelze nur eine sehr geringe Menge von Zinnoxyd enthalten und insolgedessen stark durchscheinend sind, indes unmittelbar über dem Boden des Schmelzgefäßes eine rein weiße Masse, welche mit Zinnoxyd überladen ist, lagert.

Infolge dieser Verhältnisse bleibt nichts anderes übrig, als durch wiederholtes Umschmelzen der Massen dahin zu streben, in denselben das zugefügte Zinnoxyd ganz gleichförmig zu verteilen. Es geschieht dies unter Anwendung besonderer Kunstgriffe und Schmelzgefäße, auf welche wir noch eingehender zurückkommen werden.

Was die Vorbereitung der Materialien betrifft, aus welchen Emailmassen dargestellt werden sollen, geschieht dieselbe zwar in so ziemlich derselben Weise, wie dies bei der Herstellung der Sätze für feine Glasarten geschieht; man muß jedoch auch hier noch besondere Vorsichtsmaßregeln anwenden, um das Eintreten der Färbung der Emailmassen zu verhindern.

Man darf daher zur Zerkleinerung der harten Körper, welche zur Herstellung der Schmelze dienen, unbedingt keine metallenen Maschinen anwenden. Es sind daher Bohrer, an welchen die Stempel mit metallenen Schuhen versehen sind, sowie Desintegratoren von vornherein ausgeschlossen und darf das Zerkleinern nur unter

Anwendung von Kollermühlen geschehen, welche aus Stein angefertigt sind.

Da zur Herstellung der Massen immer harte Mineralien verwendet werden, Quarz und für die schwerer schmelzbaren Emaille auch Feldspat, so muß man dieselben durch Glühendmachen und darauffolgendes Abschrecken in spröde Körper verwandeln, die sich dann leichter zerkleinern lassen. Als Kollermühlen verwenden wir solche, bei welchen die mahrenden Läufersteine aus Quarzgestein bestehen und soll auch der Mahltrog, in welchem die Läufer rotieren, aus demselben Materiale bestehen. Um den Läufern das gehörige Gewicht zu erteilen, kann man den Kunstgriff verwenden, dieselben aus massivem Eisenguß herzustellen und an ihrem Umfange mit aneinander gefügten Platten von Quarzgestein zu belegen. Wenn man ein Mahlgut auch noch so lange in der Kollermühle bearbeitet, ist es doch nicht möglich, dasselbe in ein Pulver zu verwandeln, dessen Teilchen so ziemlich gleiche Größe haben; um dies zu erzielen, bleibt kein anderer Weg übrig, als das Material zu schlämmen. Um nicht eine übergroße Menge des Pulvers dem Schlämmen zu unterwerfen, geht man in der Weise vor, daß man die Gesamtmenge des Pulvers durch mehrere Sortiertrommeln gehen läßt, welche die Pulver in verschiedene Korngrößen zerlegen; die letzte Sortiertrommel, welche mit feiner Müllergaze überzogen ist, liefert ein Mehl, welches fein genug ist, um dem Schlämmen unterzogen zu werden. Man schlämmt unter Anwendung einer großen Menge von Wasser und läßt die Schlammflüssigkeit, welche das Aussehen einer bläulichen Milch zeigen soll, in große Absetzgefäße fließen. In diesen läßt man sie klären, zieht das Wasser ab, bringt den dicken, am Boden liegenden Schlamm in dichtgewebte Säcke, welche man zubindet und überläßt die Masse so, gegen Staub geschützt, dem vollständigen Austrocknen.

Die durch die Sortiertrommeln erhaltenen gröberen Pulver sowie die gröberen Teile, welche sich beim Schlämmen ergeben, werden neuerdings vermahlen und

erscheint es in diesem Falle angezeigt, sich einer Mahlmühle zu bedienen, um das lästige Verstauben der Masse hintanzuhalten.

Wie aus diesen Angaben über das Zerkleinern der Materialien für die Zwecke der Emaillefabrikation zu entnehmen ist, benötigt man einer bedeutenden mechanischen Kraft und auch einer verhältnismäßig großen Wassermenge; man soll daher solche Werke immer an Orten anlegen, wo eine bedeutende Wasserkraft zur Verfügung steht.

Da man die leicht schmelzbaren Emaille immer aus bleihaltigen Gläsern darstellt, so kann man das Zinnoryd auf trockenem Wege aus der schon früher angegebenen Zinn-Bleilegierung herstellen, muß aber selbstverständlich bei der Zusammensetzung der Schmelzmassen darauf Rücksicht nehmen, daß das angewendete Zinnoryd nicht allein aus diesem Körper besteht, sondern ein Gemisch aus Zinnoryd und Bleioryd ist.

Um das Zinnoryd in der entsprechenden Form zu erhalten, mahlt man die durch Verbrennung der Bleilegierung erhaltene Masse in der Weise, daß man eine steinerne Mahlmühle verwendet und die abfließende trübe Flüssigkeit, welche viel Wasser enthalten soll, sogleich in das Schlammwerk leitet; in den obersten Teilen desselben lagern sich die kleinen Theilchen der unverändert gebliebenen Legierung ab, welche bei einer nächsten Darstellung von Zinnoryd wieder mit verschmolzen werden.

Um den Saß für die Emailmasse herzustellen, müssen die abgewogenen Pulver der Materialien auf das innigste gemischt werden und geschieht dies wieder in Kollfässern, welche man durch Wasserkraft betreibt und in welchen man die Materialien so lange mischt, bis der Erfahrung nach ein gleichartiges Gemenge erhalten wird.

Das Schmelzen der Emailmasse.

Das Niederschmelzen der Emailmasse könnte wohl in einem gewöhnlichen Glasofen vorgenommen werden;

man müßte aber hierbei in der Weise arbeiten, daß man das klar geschmolzene Email aus dem Hafen schöpft und im Wasser abschreckt; um Gleichförmigkeit zu erzielen, müßte diese erste Schmelzmasse wieder geschmolzen werden und wieder ausgeschöpft usw. Da aber ein derartiges Arbeiten an einem gewöhnlichen Glasofen sehr unbequem

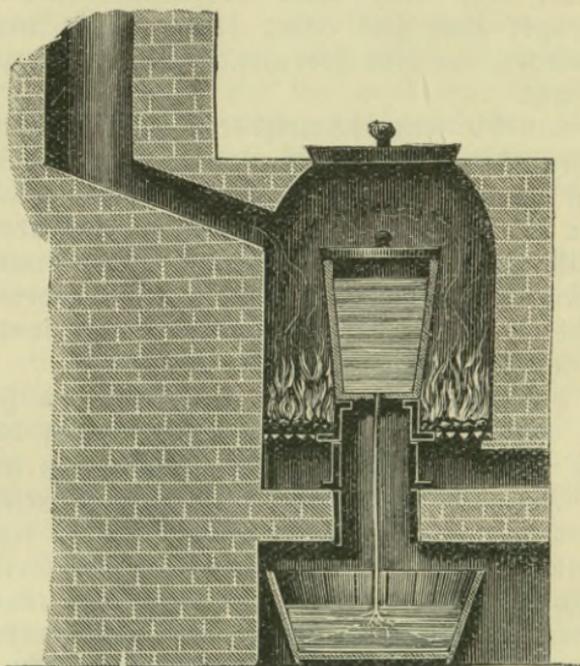


Fig. 1. Schmelzofen alter Konstruktion.

und für die Arbeiter auch ungemein anstrengend wäre, hat man schon in ziemlich früher Zeit Öfen hergestellt, in welchen das Niederschmelzen der Emailmasse in zweckmäßigerer Weise vorgenommen werden kann. Die Einrichtung eines solchen Ofens alter Bauart geht aus der Abbildung (Fig. 1) hervor. Auf dem durchbrochenen Roste eines kleinen Schachtofens steht ein kurzer hohler Zylinder, welcher aus feuerfestem Materiale angefertigt sein muß und auf einem zweiten gleichgeformten Zylinder

gesetzt ist; unterhalb des Aschenfalles ist ein mit Wasser gefülltes Gefäß abgebildet, welches aber erst gegen Ende der Schmelzzeit eingeschoben wird. Der mit einem Deckel versehene Schmelztiegel wird auf den oberen Zylinder gestellt und das Feuerungsmaterial von oben eingetragen. In den Boden des Schmelztiegels ist eine enge Öffnung gebohrt, welche mit einem Brei aus feinem Quarzmehl verschlossen wird. Nachdem der Tiegel mit der Schmelzmasse beschickt war, wurde kräftig gefeuert, und zwar so lange, bis endlich die geschmolzene Emailmasse durch die enge Öffnung in das Wasser abfloß. Dies konnte offenbar erst dann geschehen, wenn die in dem Tiegel befindliche Masse das Quarzmehl aufgelöst hatte, so daß es in die Glasmasse überging.

Es ist unschwer, einzusehen, daß die Einrichtung eines solchen Ofens keine besonders zweckmäßige ist, da man alle Wärme verliert, welche nach dem Abfließen der geschmolzenen Emailmasse noch in dem Mauerwerk enthalten ist; außerdem kann die Emailmasse schon lange geschmolzen sein, ohne daß jedoch der Verschuß am Boden des Schmelztiegels aufgelöst ist, was wieder einer Verschwendung an Brennstoff und Zeit gleichkommt. Um diesen Übelständen abzuweichen, haben wir einen Schmelzofen für Emailmassen konstruiert, welcher ein ununterbrochenes Arbeiten gestattet und bei welchem die Wärme des Brennmaterials vollständig ausgenützt werden kann. Die Abbildungen (Fig. 2 und 3) zeigen die Einrichtung eines derartigen Ofens im lotrechten Durchschnitte und im Grundrisse. Der Ofen hat zwei Feuerungen F; zwischen beiden steht die Esse E, durch welche die Feuergase abziehen. Der Innenraum des Ofens ist durch zwei Scheidewände in drei gleichgroße Teile zerlegt und stehen in jeder dieser Abteilungen drei oder auch vier Schmelztiegel. Der Weg, welchen die Feuergase nehmen müssen, ist durch die Pfeile angedeutet. Da die Feuergase noch mit einer sehr hohen Temperatur den Ofen verlassen, so läßt man sie nicht sofort in Freie entweichen, sondern nützt die in ihnen enthaltene Wärme noch aus,

und zwar zur Erwärmung von Einbrennmuffeln, zum Trocknen der geschlämmten Pulver usw.

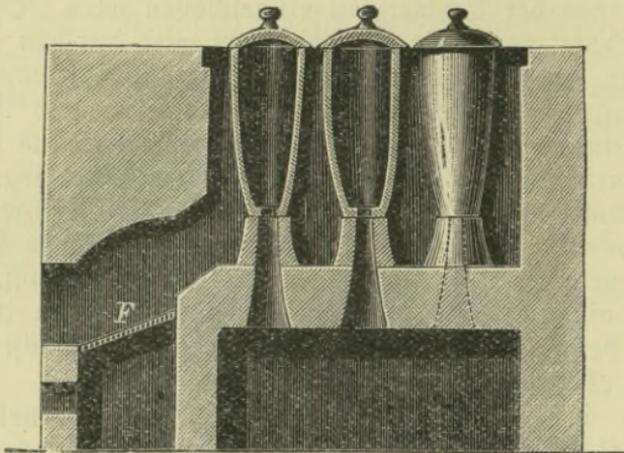


Fig. 2.

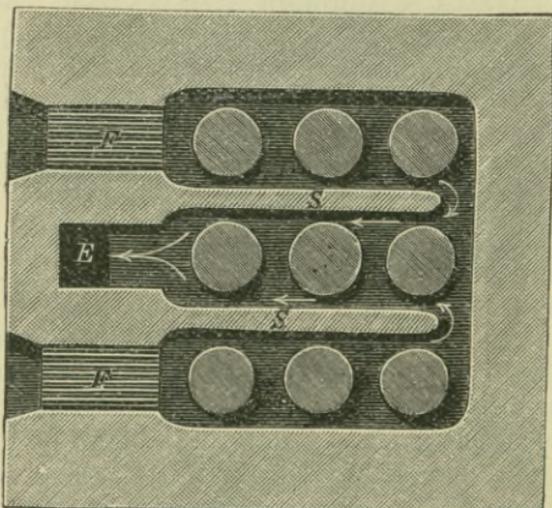


Fig. 3.

Um nicht die fertig geschmolzene Emailmasse länger als erforderlich in Fluß zu erhalten, und zwar so lange, bis der Pfropfen aus Quarzmehl, welcher die Öffnung

im Boden des Tiegels verschließt, geschmolzen ist, haben wir diese unzuweckmäßige Einrichtung durch eine bessere ersetzt; Fig. 4 zeigt die Abbildung eines Schmelztiegels, welcher mit derselben versehen ist. In dem Boden des Tiegels ist eine nach unten hin enger werdende Öffnung angebracht, welche während des Schmelzens durch einen eisernen oder porzellanenen Keegel verschlossen ist. Dieser Keegel sitzt an einem Eisenstabe, dessen Form aus der Abbildung entnommen werden kann; der Stab findet seine Führung in einer Öffnung des Deckels, welcher, wie die Abbildung zeigt, aus zwei aneinander passenden Teilen besteht. Da der Eisenstab durch die schmelzende Masse angegriffen würde, muß derselbe mit einer Emailmasse überzogen werden, deren Schmelzpunkt so hoch liegt, daß sie noch ganz fest ist, wenn der Inhalt des Schmelztiegels schon dünnflüssig geworden ist.

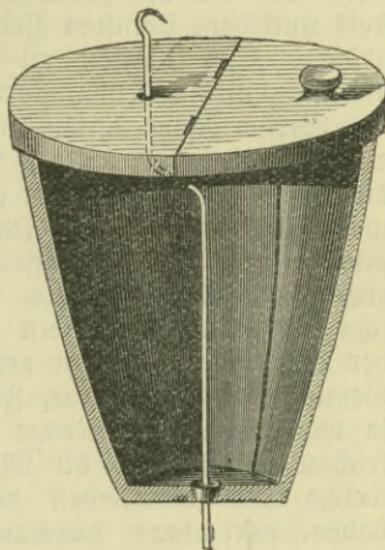


Fig. 4.

Wenn man mit einem Eisenstabe, welcher ebenfalls mit dem strengstflüssigen Email überzogen ist, ohne Widerstand zu finden in dem Inhalte des Tiegels rühren kann, erscheint derselbe vollständig geschmolzen; man gibt dann zweckmäßig durch weitere zehn Minuten scharfes Feuer, um den Inhalt des Tiegels recht dünnflüssig zu machen und hebt dann das an der Eisenstange befindliche Ventil, wodurch der Inhalt des Tiegels zum Ausfließen gebracht wird. Nachdem fast alles ausgeflossen ist, drückt man das Ventil wieder nieder und beschickt den Tiegel neuerdings mit der etwas vorgewärmten Mischung; durch die Abkühlung, welche hierdurch im Tiegel eintritt, wird der

kleine Rest der geschmolzenen Emailmasse, welche über dem Ventile sich befindet, sofort zum Erstarren gebracht und ist wieder ein vollkommen dichter Verschuß hergestellt.

Da man bei Anwendung der eben geschilderten Einrichtungen der Schmelzöfen und Schmelztiigel vollkommen freie Hand hat und ununterbrochen fortarbeiten kann, wird man mit der geringstmöglichen Menge von Brennstoff und dem kleinsten Zeitaufwande imstande sein, viel größere Emailmassen zu schmelzen, als dies mit den alten unvollkommenen Vorrichtungen möglich war.

Wir erwähnten, daß man bei den Emailen, welche auf Eisen befestigt werden sollen, besondere Rücksicht auf die Ausdehnung derselben in der Wärme zu nehmen hat und daß man deshalb gewöhnlich zwei verschieden zusammengesetzte Emailmassen verwendet, von welchen die zuerst aufgetragene, die sogenannte Grundmasse, die schwerer schmelzbare sein muß. Die Zusammensetzung der Grundmasse besteht gewöhnlich darin, daß man ein Gemische aus Kieselerde, Feldspat und Borax anwendet; je mehr man die Menge des Borax vergrößert, desto leichter flüssig wird die Masse. Für jene Emailmassen, welche zum Überziehen von Kochgeschirren zu dienen haben, darf man durchaus keinen Zusatz eines Bleipräparates verwenden, indem sonst durch saure Speisen die Emaillierung angegriffen werden und eine Vergiftung der Speisen durch Bleisalze erfolgen könnte.

Bei jenen Emailmassen, welche ausschließlich zur Herstellung von Luxusgläsern dienen sollen, kommen diese Verhältnisse nicht in Betracht und kann man den Säzen reichlich Bleioxyd zusetzen, um eine leichtere Schmelzbarkeit derselben zu erzielen.

Es sei übrigens bemerkt, daß man einen Zusatz von Bleipräparaten nicht bei allen Emailsorten anwenden darf, indem es nicht möglich ist, gewisse Farben auf einem bleihaltenden Email in der richtigen Weise zu verschmelzen. In solchen Fällen kann man daher nur bleifreie Emailmassen anwenden und muß sich, um dieselben

leichter schmelzbar zu machen, eines größeren Zusatzes an Borax bedienen.

Eine ganz eigentümliche Rolle spielt in der Zusammensetzung der Emailmassen die Magnesia; Emailmassen, welche eine gewisse Menge von Magnesia enthalten, lassen sich viel leichter gleichmäßig auf eine zu emaillierende Unterlage ausbreiten als solche, in denen die Magnesia fehlt.

Da die Grundmasse jeder, auch der farbigen Emaille, stets eine rein weiße Emailmasse bildet, so muß man vor allem anderen trachten, letztere auch von absolut weißer Farbe zu erhalten. Man beginnt damit, daß man sich bemüht, alle zur Zusammensetzung der Masse dienenden Stoffe frei von Eisenverbindungen zu erhalten. Letzteres gelingt aber immer nur, wenn man die Darstellungskosten nicht ungemein erhöhen will, bis zu einem gewissen Grade. Es zeigt daher eine Emaillemasse, welche unter Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln hergestellt wurde, im Vergleiche mit weißem Porzellan stets eine schwach gelbliche Färbung, die durch ungemein geringe Mengen von Eisenoxyd hervorgerufen wird. Die Färbung, welche die Emaille zeigt, gleicht jener einer recht guten fettreichen Milch, zeigt daher einen deutlichen Stich ins Gelbe. So wenig auffällig derselbe auch ist, genügt er doch, die Schönheit einer hell gefärbten Masse zu vermindern.

Um den hierdurch hervorgerufenen Übelständen zu begegnen, gibt es jedoch ein einfaches Mittel, welches man ja auch bei anderen Gläsern in Anwendung bringt. Dasselbe besteht darin, daß man der Masse gerade so viel an einem intensiv blau färbenden Körper zufügt, daß Komplementierung der Farben eintritt, das heißt, das Gelb und das Blau gleichen sich so vollkommen aus, daß die Masse rein weiß aussieht.

Wenn man Emailmassen darstellt, welche gelb, orange, zinnoberrot oder braun sein sollen, so ist eine Komplementierung der Farbe nicht notwendig; wenn es sich aber darum handelt, ein reines Blau, reines Purpur-

rot oder Rosenrot zu bereiten, muß man die Farbungsausgleichung vornehmen. Letztere erfordert übrigens so wenig Kosten, daß wohl jeder Fabrikant dieselbe ausführen wird, und dann mit der rein weißen Masse fortarbeiten wird.

Man kann zur Komplementierung der gelben Färbung reines Kobaltoxyd verwenden; gewöhnlich begnügt man sich damit, an Stelle dieses kostspieligen Präparates eine feine Sorte von Smalte anzuwenden. Die Smalte ist nichts anderes als ein durch Kobaltoxyd gefärbtes leichtflüssiges Glas; wenn man dem Emailsaße die entsprechende Menge von feinstgemahlener und geschlämmter Smalte zusetzt, so verschmilzt dieselbe vollkommen mit den anderen Bestandteilen der Masse und man erzielt eine vollkommen weiße Emailmasse.

Die Zusammensetzung der Emailmassen.

Wenn wir ein Glasgefäß darstellen wollen, welches weißen Grund zeigt, auf welchem verschiedenfarbige Verzierungen angebracht sind, so geschieht dies in der Weise, daß man das farblose Glas mit einer Schichte von weißem Email überzieht, überfängt, und dann auf dieser weißen Schichte die anderen farbigen Gläser durch Überfangen aufträgt. Durch nachfolgendes Wegätzen oder Wegschleifen einer oder mehrerer der farbigen Überfänge lassen sich verschiedene Farbenwirkungen hervorbringen.

Eine zum Überfangen bestimmte weiße Emailmasse muß in bezug auf ihre Ausdehnbarkeit bei Temperaturänderungen mit dem farblosen Glase, mit welchem sie verbunden ist, große Übereinstimmung zeigen; ist dies nicht der Fall, so genügt oft schon eine geringfügige Temperaturänderung, um das Springen des Gefäßes herbeizuführen. Neben dieser Eigenschaft muß aber die Überfangemaille noch die Eigenschaft besitzen, bei nicht zu großer Hitze schon genügend dünnflüssig zu werden.

Die bleihaltigen Deckmassen, welche man für Geschirre anwendet, können ziemlich gut verwendet werden

und lassen wir die Vorschriften für zwei derartige Massen folgen.

I.

Schmelze aus:	Kieselmehl	75
	Borax	48
	Zinnoxid	50
	Bleiweiß	30
	Soda	22,5
	Salpeter	20
	Kohlensaures Ammoniak .	15
	Magnesia	10
wird vermahlen mit	Kieselmehl	12,6

II.

Schmelze aus:	Kieselmehl	88
	Borax	50
	Zinnoxid	55
	Bleiweiß	15
	Soda	25
	Kohlensaures Ammoniak .	15
	Salpeter	22,5
	Magnesia	12,5
wird vermahlen mit	Kieselmehl	12 — 20

je nach dem Grade der Schmelzbarkeit.

Was den Zusatz von kohlensaurem Ammoniak betrifft, welcher in diesen Vorschriften angegeben ist, verhindert derselbe, daß die erkaltende Emailmasse sich zu stark zusammenzieht und Haarrisse bekommt. Diese Wirkung des kohlensauren Ammoniaks ist bis nun nicht erklärbar, indem dieses Salz schon bei einer Temperatur flüchtig ist, welche weit unter der Glühhitze liegt; sie ist aber tatsächlich vorhanden und wird daher das kohlensaure Ammoniak allgemein in der Emailfabrikation angewendet.

Emailmassen mit Zusatz von Glas oder Porzellan.

An Stelle einer gewissen Menge von Quarzmehl, beziehungsweise von Feldspat, wendet man zur Herstellung

der Emailmassen auch das Mehl von farblosen, schwer schmelzbaren Gläsern an oder ersetzt dasselbe durch feinstgemahlene weißes Porzellan. Das Porzellan eignet sich als Zusatz zu Emailmassen noch besser als das Glas, indem es als ein gegen die Emailmasse vollkommen indifferenten Körper von weißer Farbe einen Teil des Zinnoxhyd zu ersetzen imstande ist.

Wenn sich bei der so hergestellten Emailmasse zeigen sollte, daß dieselbe für jenen Zweck, für welche sie dienen soll, nicht genügend weiß erscheint, so kann man dem leicht abhelfen, indem man den Gehalt an Zinnoxhyd erhöht.

Eine zur Herstellung von kleineren Ornamenten besonders geeignete Emailmasse ist auch jene, welche man in den meisten Fällen zur Herstellung von Zifferblättern für kleine Uhren anwendet. Wir führen hier mehrere zu diesem Zwecke gut geeignete Emailsätze an.

	I.	II.	III.
Sand	100	100	100
Bleioxhyd	50	108	167
Zinnoxhyd	50	38	33
Pottasche	200	20	80

Aus der Zusammensetzung der hier angegebenen Emailmassen ergibt sich, daß dieselben eigentlich aus einem Bleioxhyd-Kaligläse bestehen, welches durch einen Zusatz von Zinnoxhyd undurchsichtig gemacht wurde.

Die Darstellung von Emailen unter Benützung farbloser Gläser.

Es wäre dem Anscheine nach am einfachsten, die Emailmassen, welche in der Glasfabrikation zu dienen haben, auf die Weise herzustellen, daß man einfach das Pulver eines rein weißen Glases mit der erforderlichen Menge von Zinnoxhyd auf das innigste mengt, die Masse niederschmilzt und durch wiederholtes Schmelzen gleichförmig zu machen sucht. So einfach und naheliegend dies auch zu sein scheint, so ergibt sich doch bei der Durch-

führung manche Schwierigkeit, welche nicht leicht überwunden werden kann.

Wir haben wiederholt den Versuch gemacht, das Pulver eines feinen weißen, das heißt in diesem Falle farblosen Bleikristallglases mit einer so großen Menge von Zinnoryd zu mischen, als zur Erzielung einer rein weiß aussehenden Emailmasse erforderlich ist und haben dieses Gemisch im Probeofen niedergeschmolzen. Es ergab sich aber nach dem Zerbrechen des Tiegels stets eine Masse, welche in ihren oberen Partien nur sehr wenig Zinnoryd enthielt, indes in dem nahe über dem Boden liegenden Teile der Schmelze fast die ganze Menge des Zinnorydes enthalten war. Durch das wiederholte Schmelzen dieser Masse war es auch noch nicht möglich, ein Email von gleichmäßiger Beschaffenheit zu erzielen und war in allen Fällen eine dritte Schmelzung hierfür notwendig. Es zeigte sich aber auch dann keine vollkommene Gleichmäßigkeit in der Masse und waren einige Stellen derselben bedeutend heller und von bläulichem Tone. Bei der Untersuchung dieser Stellen mit dem Mikroskope konnte deutlich erkannt werden, daß dieselben von kristallinischer Struktur waren. Es kann diese Erscheinung nur auf die Weise erklärt werden, daß durch das oftmalige Umschmelzen der Masse in derselben molekulare Umlagerungen erfolgen, welche zur Ausscheidung farbloser Mikrokristalle führen.

Wenn man die Emailmassen in der Weise darstellt, daß man die Bildung der Glasmasse erst beim Niederschmelzen veranlaßt, scheint der Vorgang stattzufinden, daß im Augenblicke der Glasbildung die Masse ziemlich zähe ist und infolge dieser Beschaffenheit das Hinabsinken der schweren Teilchen von Zinnoryd nicht geschehen kann. Wenn hingegen die Teilchen des Zinnorydes zwischen den Teilchen eines fertigen Glases liegen, so erweicht dieses anfangs, geht aber, sobald eine gewisse Temperatur erreicht ist, sogleich in eine dünnflüssige Masse über, in welcher die Teilchen des Zinnorydes schnell in die Tiefe sinken.

Wir kennen nur einen einzigen Fall, in welchem sich Emaille von tadelloser Beschaffenheit unmittelbar unter Verwendung von fertigen Gläsern herstellen lassen; es darf aber in diesem Falle kein Zinnoxid in der Masse enthalten sein, sondern muß man sich des antimonfauren Natrons bedienen. Beim Niederschmelzen einer derartigen Mischung ist aber die größte Sorgfalt darauf zu verwenden, daß der schmelzende Saß nicht mit reduzierend wirkenden Feuergasen in Berührung kommt; man wendet daher stets die Vorsicht an, der Masse eine kleine Menge von Salpeter beizumischen, so daß sich aus dem schmelzenden Glase Sauerstoff entwickelt.

Am zweckmäßigsten geht man bei der Herstellung dieser Emaille, bei welchen der weiße undurchsichtig machende Körper das Antimonoxid ist, in der Weise vor, daß man feines Kristallglas erhitzt, abschreckt und drei Gewichtsteile desselben mit einem Gewichtsteil antimonfauren Natrons und 0,1 Teil Salpeter innig mengt und die Masse niederschmilzt. In den meisten Fällen erhält man schon bei der ersten Schmelzung eine Masse von genügend gleichartiger Beschaffenheit; sollte sich diese nicht ergeben, so muß die Emailmasse noch einmal geschmolzen werden.

Emailsätze für farbige Emaille.

Wie schon dargelegt wurde, kann man nicht jedes Emaille zur Herstellung farbiger Massen verwenden; es gibt jedoch gewisse Sätze, welche Gläser liefern, die man nebst der erforderlichen Menge von Zinnoxid auch mit fast allen färbend wirkenden Substanzen verschmelzen kann. Ein Saß für ein Glas, welches diesen Anforderungen entspricht, ist der folgende:

Quarzmehl	3
Kohlensaurer Kalk	1
Borax (kalzinert)	3

Dieses Gemische gibt ein leicht schmelzbares Natronalkaliglas, welches sich zweckmäßig als Unterlage für solche

Emaillen eignet, welche in hellem Rot, Purpur oder reinem Blau erscheinen sollen. Ein anderer Glasatz, welcher denselben Anforderungen entspricht, aber etwas schwerer schmelzbar ist, hat nachstehende Zusammensetzung:

Quarzmehl	60
Alaun	30
Kochsalz	35
Mennige	100
Magnesia	5

Die Emailmassen, welche durch Zusatz gewisser Körper bestimmte Farben erhalten haben, können sowohl als Deckfarben wie auch als Lasurfarben angewendet werden. Bei den Emaillen erster Art muß die Masse immer so viel Zinnoxid enthalten, daß sie vollkommen undurchsichtig ist; bei jenen aber, bei welchen der Untergrund durchscheinen soll, wendet man Sätze an, welche kein Zinnoxid enthalten, sondern dort, wo es sich um einen gewissen Grad von Trübung handelt, einen gewissen Zusatz von Antimonoxid erhalten haben. Wir werden einige der hierher gehörigen Sätze bei der Beschreibung der farbigen Emaille anführen.

Die Färbung der undurchsichtigen Gläser.

Ebenso, wie man die farblosen durchsichtigen Gläser durch Zusatz gewisser Metallverbindungen zu färben imstande ist, kann man auch die weißen Gläser, das Milchglas, Mabafterglas, Eisglas und die weißen Emaillen mit Farben versehen und stehen zur Ausführung der Färbung zwei Wege zugebote. Nach dem einen Verfahren überzieht man das weiße Glas mit einem durchsichtigen, aber gefärbten Glase, man überfängt dasselbe mit farbigem Glase. Nach dem zweiten Verfahren färbt man aber das weiße undurchsichtige Glas selbst durch seine ganze Masse.

Das Überfangen der weißen Gläser mit farbigen ist eine Arbeit, welche immer genau nach demselben Ver-

fahren ausgeführt wird: Der mit der Pfeife bis zu einem gewissen Grade ausgearbeitete Gegenstand wird in das geschmolzene farbige Glas getaucht und bleibt an demselben eine gleichmäßige Schichte des letzteren haften. Bei weiterem Aufblasen des Gegenstandes muß sich auch die farbige Schichte über die ganze Oberfläche desselben ausbreiten und erscheint der fertige Gegenstand dann auf der Außenseite entsprechend gefärbt, während er auf der Innenseite weiß erscheint. Gewöhnlich wünscht man, daß die Überfangfarben, welche auf diese Art hergestellt werden, recht zart ausfallen, so daß z. B. Kugeln und Schirme für Lampen — man fertigt derartige Schirme meistens aus Beinglas an — an der Außenseite ein zartes Rosenrot oder ein ganz blaßes Blau zeigen. Um diese Farbtöne zu erzielen, muß der Arbeiter, welcher das Überfangen vorzunehmen hat, genau zu beurteilen wissen, wie dick die Schichte des farbigen Glases sein muß, um diese Wirkung hervorzubringen, das heißt, wie weit er den Gegenstand aus dem weißen Glase auszuarbeiten hat, ehe er ihn in das farbige Glas taucht.

Es lassen sich in dieser Hinsicht auch sehr hübsche Farbenwirkungen hervorbringen, z. B. die, daß ein aus Milchglas hergestellter Lampenschirm oben ziemlich dunkelrot erscheint, das Rot aber nach unten hin verläuft, so daß der untere Teil des Schirmes nur mehr ein sehr blaßes Rosenrot zeigt. Man erzielt diese und ähnliche Wirkungen dadurch, daß man den Teil, welcher fatter gefärbt sein soll, mit einer dickeren Schichte des Überfangglases überdeckt als den unteren, und beim Anlaufenlassen des roten Überfangglases dafür Sorge trägt, daß in dem oberen Teil des Schirmes das Rot zur vollen Entwicklung kommt, indessen man den unteren Teil nur so weit anlaufen läßt, daß sich ein zartes Rosenrot entwickelt.

Das zweite Verfahren, undurchsichtige weiße Gläser zu färben, unterscheidet sich in bezug auf seine Ausführung in nichts von jenen Verfahren, welche man bei der Anfertigung von durchsichtigen farbigen Gläsern einhält:

man setzt der Glasmasse eben die entsprechende Menge des färbend wirkenden Körpers zu und schmilzt den Glasfluß nieder.

Die Farbewirkung ist aber bei den durchsichtigen Gläsern eine ganz andere, als bei den weißen. Farbloses Glas erhält z. B. durch Kupferoxyd die bekannte blaue, etwas in das Grüne neigende Färbung, welche für die durch Kupferoxyd allein gefärbten Gläser so charakteristisch ist. Wenn man aber weißes Glas mit Kupferoxyd färbt, so erscheint die Färbung türkisblau mit einem Stich ins Grüne; durch Zusatz von etwas Eisenoxyd neben dem Kupfer kann man eine Färbung erzielen, welche der Farbe des Berylls sehr ähnlich ist. Wendet man zur Färbung des Glases Kobaltoxyd an, so erhält man bekanntlich bei durchsichtigem Glase das reinste Blau, welches je nach der Menge des Kobaltoxydes vom blassen Himmelsblau bis zum dunkelsten Ultramarinblau wechseln kann. Die durch Kobaltoxyd in weißen Gläsern hervorgerufene Färbung liegt aber zwischen einem sehr blassen Berggrünblau und dem Blau, welches sehr dunkel gefärbte Türkise zeigen.

Eisenoxyd erscheint im durchsichtigen Glase mit der bekannten bräunlichgelben Färbung; im weißen Glase ergibt das Eisenoxyd eine mehr in das Rot neigende Färbung und kann durch gleichzeitigen Zusatz von etwas Manganoxyd in Rot abgetönt werden. Manganoxyd liefert in weißen Gläsern eine violette Färbung, welche aber bei größeren Mengen von Manganoxyd leicht in Braun übergehen kann. Wenn man neben Manganoxyd noch Graphit anwendet, so kann man ein Grau herstellen, welches je nach dem Mengenverhältnis beider Körper alle Abstufungen zeigen kann.

Was nun das Färben der Emaille betrifft, so kann man bei diesen ebenfalls zwei Arten unterscheiden: durch die ganze Masse gefärbte Emaille und Emaille, welche farbig und durchscheinend zugleich sind, so daß sie als „Lasuren“ verwendet werden können.

Was die durchscheinenden Emaille betrifft, haben

dieselben mehr für die Porzellanmalerei als für die Verzierung von Gläsern Bedeutung, indem sie mit einem sehr leicht schmelzenden Glase, dem sogenannten „Fluß“, gemengt, mit Lavendelöl oder Terpentinöl angerieben werden und die so erhaltene Masse mit dem Pinsel auf die weiße Unterlage (Porzellan) aufgetragen wird. Nachdem die Malerei fertiggestellt ist, wird der Gegenstand in einer Muffel erhitzt, aber nur so weit, daß der leicht schmelzbare Fluß eben geschmolzen wird und sich mit der Unterlage fest verbindet. Man erkennt, daß dieses „Einbrennen“ der Farben gelungen ist, wenn das früher matt und glanzlos aussehende Gemälde nunmehr mit schönem Glanze erscheint.

Man kann diese Art der Malerei auch auf Glasgegenständen zur Ausführung bringen — die gewöhnliche Glasmalerei wird auf dieselbe Art ausgeführt; für runde Gegenstände, wie Vasen und Schalen, kommt dieses Verfahren der Schmückung nur in selteneren Fällen zur Durchführung, weil es eben als künstlerische Arbeit hoch zu stehen kommt.

Für die gewöhnlichen Zwecke der Ausschmückung von Gläsern mit farbigen Emailen wendet man gewöhnlich Emaille an, welche durch die ganze Masse gefärbt sind, und stellen sich entweder sehr satt gefärbte Massen, sogenannte Pasten dar, welche eine große Menge von färbender Substanz enthalten, von welchen man nur eine gewisse Menge mit einem Emailfuge zu verschmelzen braucht, um ein farbiges Email zu erhalten, oder man bereitet sich die in der Masse gefärbte Emaille unmittelbar aus den Grundmaterialien. Im letzteren Falle muß man sich immer ein besonderes Glas darstellen, dessen Zusammensetzung eine solche ist, daß sie auf das Aussehen der Farben keinen nachteiligen Einfluß nehmen kann. Man unterscheidet diese Massen als die sogenannten „Grundmassen“ und wendet je nach der Beschaffenheit, welche das Email zeigen soll, eine leichter schmelzbare „weiche“ Grundmasse an, und eine solche, welche erst bei höherer Temperatur schmilzt, „harte Grundmasse“. Nach-

stehend folgen die Vorschriften zur Zusammensetzung derartiger Grundmassen.

	weich	hart
Quarz	4,5	5,0
Pottasche	1,5	1,5
Soda	7,0	7,0
Mennige	3,5	3,0

Zur Erzielung der verschiedenen Farben werden entsprechende Mengen der Grundmasse mit neuen Mengen von Quarz, Mennige, Borax usw. und den färbend wirkenden Oxiden zusammengesmolzen. Wir lassen nachstehend einige Vorschriften zur Herstellung derartiger farbiger Emaille folgen.

Sätze für gelbe Emailen.

	Därgelb	Eisenbeingelb	Durchscheinendes (opales) Gelb
Grundmasse (weich)	9	26	9
Quarz	4	10	4
Mennige	2	13	5
Eisenoxyd	2	1,5	0,8
Antimonoxyd	—	—	0,8

Sätze für grüne Emailen.

	I.	II.
Sand	3,5	3,0
Mennige	5,5	5,5
Borax	0,5	0,5
Pottasche	0,5	1,0
Kupferoxyd	0,4	0,4

	Kameliengrün	Olivengrün
Grundmasse, weich	9	90
Kupferoxyd	1	3,4
Eisenoxyd	1	6
Sand	4	—
Mennige	5	—
Manganoxyd	—	2,5

Sätze für blaue, rote und violette
Emaillen.

	Lapisblau	Türkisblau
Grundmasse	50	93
Kobaltoxyd	0,5	—
Kupferoxyd	2,5	7
	Granatrot	Violett
Grundmasse	41,0	50,0
Antimonoxyd	1,0	—
Manganoxyd	3,0	0,5
Salpeter	2,5	—
Soda	2,5	—
Kobaltoxyd	—	3,5

Weisse, durchscheinende Emaillen lassen sich zur Verzierung von Gläsern in sehr zweckmäßiger Weise verwenden, indem dann auf einer durchsichtigen Glasunterlage Wirkungen zustande kommen, wie wir sie an den ausgezeichnet schönen Limousiner Emaillen bewundern. Um eine derartige Emaille herzustellen, braucht man nur die Menge des Zinnoxydes so weit zu verringern, daß die genügend durchgeschmolzene Emaille stark durchscheinend ist; stellt man aus solchen Emaillen Ornamente, Blumen usw. dar, schmilzt dieselben auf farbloses Glas, so erscheinen die Gegenstände sehr schön grau getönt, wobei die dickeren Schichten sich sehr hübsch von den dünneren abheben.

Man hat in neuerer Zeit auch versucht, das Verfahren der Grubenschmelzerei in Glas nachzuahmen, obwohl daselbe mit dem Wesen des Glases nicht recht harmoniert, sondern eine Technik ist, welche sich hauptsächlich für Metalle eignet.

Der echte Grubenschmelz, auch häufig mit der französischen Bezeichnung Email cloisonné belegt, besteht bekanntlich darin, daß man in einer Metallplatte, welche eben oder gebogen sein kann, Vertiefungen ausarbeitet, von denen jede einer bestimmten Farbe entspricht; damit die Farben von einander getrennt bleiben, läßt man

zwischen zwei Farben etwas Metall stehen, so daß ein Abschluß, eine Grube (cloison), entsteht. Die japanischen Künstler, welche in dieser Hinsicht seit alter Zeit Hervorragendes leisten, stellen die Gruben dadurch her, daß sie sehr dünne, entsprechend gebogene Blechstreifen auf die Metallplatte löten. Die nach dem einen oder dem anderen Verfahren vorbereitete Platte wird nun auf folgende Art behandelt: Die einzelnen Grübchen werden mit gepulverten farbigen Emaillen, welche mit der entsprechenden Menge von Fluß vermischt sind, angefüllt und die Platte dann so weit erhitzt, daß die Emailmassen geschmolzen werden. Man füllt sodann auf die geschmolzene Masse, welche sich stark in die Grübchen gesenkt hat, wieder pulverförmiges Email nach und schmilzt abermals. Schließlich wird die ganze Oberfläche der Platte eben geschliffen und erscheint nun die Zeichnung in Farben, und zwar in der Weise, daß zwischen je zwei Farben immer eine schmale Linie von Metall sichtbar ist.

Man hat nun Nachahmungen dieser Arbeiten in Glas in der Weise hergestellt, daß man aus ziemlich schwer schmelzbarem Glase durch Blasen in eine Form ein Gefäß herstellte, welches an seiner Oberfläche mit Grübchen versehen war. Diese Grübchen wurden mit einer Mischung aus Emailpulver und Fluß angefüllt und das Gefäß wieder so stark erhitzt, daß die Emailmasse aufgeschmolzen wurde. Je nachdem es die so entstandene Zeichnung erheischte, wurden die dünnen Glaslinien, welche über die farbigen Massen emporragten, entweder so belassen wie sie waren oder vergoldet.

Es lassen sich auf diese Art Nachahmungen von Gegenständen, die aus echtem Grubenschmelz auf Metallunterlagen hergestellt sind, in sehr täuschender Weise herstellen — allein derartige Nachahmungen werden von den Kennern nicht besonders hoch geschätzt, indem ihnen der ästhetische Eindruck fehlt, welchen die echten Grubenschmelzarbeiten hervorbringen.

Wir wollen bei diesem Anlasse auch erwähnen, daß man aus dunkelfarbigem Glase Gefäße: Vasen, Schalen,

Krüge usw. angefertigt hat, welche dann auf der Oberfläche in der Weise verziert wurden, wie die schönen, aus Indien stammenden sogenannten „tauschierten“ Gegenstände zeigen. Die reichen Ornamente, welche auf diesen indischen Gegenständen sichtbar sind, werden aus Gold- und Silberfäden gebildet, welche in kunstvoller Weise auf der Metallunterlage befestigt werden.

Wenn man ein Glas zur Herstellung des Gefäßes angewendet hat, welches in seiner Farbe der dunkel oxydierten Bronze ähnlich ist (die indischen tauschierten Gefäße bestehen aus oxydierter Bronze), so lassen sich die Zeichnungen in Gold und Silber leicht auf dieser Unterlage ausführen und erscheint der Gegenstand auf den ersten Blick einem echt indischen tauschierten Gefäße sehr ähnlich; der ästhetische Eindruck wird aber für den Kenner derartiger Gegenstände vollkommen zerstört, wenn er wahrnimmt, daß er keinen echten Gegenstand, sondern eine — wenn auch gut gelungene Nachahmung vor sich hat.

Man muß in solchen Fällen wohl erwägen, daß das Glas ganz andere Eigenschaften besitzt als die Metalle und daß schon der Glanz, welcher dem Glase eigen ist und welcher gar keine Ähnlichkeit mit dem Glanze der Metalle besitzt, davon abhalten sollte, Metallgegenstände aus Glas nachzubilden. In neuester Zeit ist es Modesache geworden, Glasgefäße in jenen absonderlichen Formen, welche die sogenannte „sezeßionistische Kunststrichtung“ für schön erklärt, so herzustellen, daß dieselben aussehen, als beständen sie aus uralter Bronze, welche viele Jahrhunderte unter der Erde gelegen ist. Auf den ersten Blick ist der Eindruck, welchen solche Gegenstände auf den Beschauer machen, ein eigentümlicher — er wird aber zur unangenehmen Empfindung, wenn man erkennt, aus welchem Materiale diese „antiken Bronzegefäße“ hergestellt sind.

Man sollte daher aus rein ästhetischen Rücksichten darauf verzichten, Metallgefäße aus Glas nachahmen zu wollen; wir besitzen in den farbigen durchsichtigen und undurchsichtigen Gläsern, in der Vergoldung und Ver Silberung derselben, zu welchen noch die Ätzung und der

Schliff kommen, eine so reiche Auswahl von Mitteln, aus Glas originelle Gegenstände herzustellen, denen aber der Charakter des Glases vollkommen gewahrt bleibt, daß man gar nicht notwendig hat, zu Künsteleien zu greifen und aus Glas Metallgefäße herstellen zu wollen; wir können derartige Experimente nur als Konzessionen an eine Kunsttrichtung ansehen, welche wir als jene des „verdorbenen Geschmacks“ bezeichnen können.

XII. Die Glasspezialitäten.

Wir kennen eine Reihe von Gläsern, welche ausschließlich zur Herstellung von Luxusgegenständen angewendet werden und sich von den gewöhnlichen farblosen und gefärbten Gläsern wesentlich unterscheiden, daher als Besonderheiten oder Spezialitäten in der Glastechnik bezeichnet werden können.

Da die hierher gehörigen Gläser oft von wahrhaft prachtvollem Aussehen sind, erscheinen sie ganz besonders zur Anfertigung von Luxusgegenständen geeignet und werden letztere, soferne sie in der Mode sind, mit guten Preisen bezahlt. Wir erwähnen letzteren Umstand hier ganz besonders, indem bekanntlich die Mode — das ist die jeweilige, aber oft sehr rasch wechselnde Ansicht des Publikums über das, was für „schön“ erklärt wird, hier eine mächtige Rolle spielt. Um in dieser Richtung nur ein Beispiel anzuführen, nennen wir nur die bekannten sogenannten „Millefiori-Gläser“, welche von den venezianischen Fabriken in besonderer Schönheit zuerst dargestellt wurden. Es hat eine Zeit gegeben, in welcher derartige Gläser ungemein beliebt waren — gegenwärtig werden sie nur wenig beachtet, obwohl nicht daran zu zweifeln ist, daß sie wieder „in Mode“ kommen werden.

Als Glasspezialitäten im eigentlichen Sinne des Wortes können wir die folgenden bezeichnen: Millefiori-Gläser, Marmor-, Achat- und Jaspisgläser, die Atlasgläser, die geflaserten (in allen Farben schillernden) Gläser,

die Perlmuttergläser, die irisierenden Gläser und die sogenannten Lüstergläser oder Gläser mit eigentümlichen Metallschimmern. An diese Glasspezialitäten reihen sich noch andere, bei welchen Vergoldung, Versilberung, Verplatinierung neben Ätzung und Mattierung angebracht sind usw.

Da man imstande ist, die verschiedenen hier angeführten Spezialitäten an einem und demselben Glasgegenstande zu vereinen, so ergibt sich hieraus von selbst eine sehr große Mannigfaltigkeit und ist es dann Sache des Fabrikanten, durch geschickte Vereinigung der verschiedenen Glasarten Luxusgegenstände herzustellen, welche auf den Beschauer einen angenehmen Eindruck hervorbringen. In welcher Weise diese Verbindung der verschiedenen Glasarten in harmonischer Art statthaben soll, ist selbstverständlich nicht Gegenstand der Technik, sondern hängt ausschließlich von dem Geschmacke desjenigen ab, welcher angibt, in welcher Weise die verschiedenen Glasarten benützt werden sollen.

Die Millefiori - Gläser.

Die hierher gehörigen Gläser zeichnen sich durch ein sehr hübsches und eigenartiges Aussehen aus; sie haben das Aussehen, als wenn sie aus ungemein zahlreichen Fäden, welche die verschiedensten Farben besitzen, zusammengefügt wären; die einzelnen Fäden laufen aber einander durchaus nicht parallel, sondern sind entweder in hübschen Schraubenlinien gewunden, umeinander und durcheinander geschlungen, so daß das Ganze einen sehr angenehmen und heiteren Eindruck auf den Beschauer macht.

Die Art der Darstellung der Millefiori - Gläser ist eine sehr einfache. Vorbedingung für dieselbe ist das Vorhandensein von dünnen Glasstäbchen, deren Durchmesser zwei bis höchstens drei Millimeter beträgt und welche in den verschiedensten Farben vorhanden sein müssen. Manche dieser Stäbchen, besonders jene, welche aus recht intensiv gefärbten Gläsern (Kobaltblau) bestehen, sind so

hergestellt, daß sie in ihrem Innern einen Faden zeigen, dessen Durchmesser 0,5 bis 1 Millimeter beträgt und welcher von farblosem Glas umgeben ist.

Diese überfangenen Stäbchen werden in der Weise hergestellt, daß man zuerst aus dem farbigen Glase einen zylindrischen Körper formt, diesen wiederholt in farbloses Glas taucht und das Ganze dann so lange streckt, bis der im Innern des Stabes befindliche Faden gefärbten Glases dünn genug geworden ist.

Wenn man aus weißem oder gefärbtem Emailglas Stäbchen in ähnlicher Weise formt, dieselben ebenfalls mit farblosem Glase überfängt, das Ganze etwas streckt, dann anwärmt und schraubenförmig dreht, so erhält man, nachdem die zusammengedrehte Masse wieder angewärmt und gestreckt wurde, farblose Glasstäbchen, in deren Innerem aber eine Spirale aus weißer oder farbiger Emaille sichtbar ist. Läßt man ein solches Stäbchen in heißem Zustande zwischen Walzen durchlaufen, durch welche es platt gedrückt wird, so erscheint die im Innern liegende Emaille als ein flach gedrücktes spiralförmig gewundenes Band.

Um aus diesen Stäbchen ein Gefäß herstellen zu können, legt man eine Anzahl verschiedenfarbiger Stäbchen, welche aber alle von gleicher Länge sein müssen, nebeneinander auf eine ebene Bronzeplatte, schiebt sie auf dieser in den Ofen und wartet so lange, bis die Stäbchen ganz weich geworden sind und aneinander haften. Der Arbeiter befestigt sodann an seiner Pseife einen Tropfen farblosen Glases und nimmt mit diesem die nunmehr zu einer Platte verschmolzenen Stäbchen auf und bildet aus denselben einen Zylinder. Dieser Zylinder wird vorne verschlossen und bläst dann der Arbeiter die Glasmasse in gewöhnlicher Weise zu einem Gefäße auf.

Durch das Blasen, Wenden und Drehen, welches der Glasbläser mit der wiederholt angewärmten Masse vornimmt, werden die einzelnen farbigen Stäbchen in die Länge gestreckt, hin- und hergebogen, so daß das fertige Gefäß aus zahllosen farbigen und farblosen Fäden, die

in der mannigfachsten Weise verschlungen sind, zusammengesetzt erscheint.

Die gewöhnlichen Millefiori-Gläser, wie man sie zu billigen Preisen im Handel vorfindet, haben eine Eigenschaft, welche ihnen nicht zum Vorteile gereichen kann; sie sind nämlich ungemein leicht zerbrechlich und spröde. Bisweilen genügt schon eine kleine Temperaturänderung, um zu bewirken, daß ein derartiger Gegenstand, ohne berührt worden zu sein springt, oder sogar in Stücke zerfällt.

Die Ursache dieser Erscheinung ist leicht zu erklären. Die Millefiori-Gegenstände werden, wie beschrieben, aus vielen verschiedenfarbigen Glasstäbchen zusammengesetzt; diese Gläser haben aber oft eine ganz verschiedene Zusammensetzung und infolgedessen auch sehr verschiedene Ausdehnungskoeffizienten. Es findet daher in der Glasmasse immer eine starke Spannung der kleinsten Theilchen statt, so daß eine geringfügige Temperaturänderung schon hinreichen kann, um den Zusammenhang des Ganzen aufzuheben.

Es ist jedoch nicht schwierig, diesem Übelstande zu begegnen, wenn man bei der Fabrikation die erforderliche Sorgfalt walten läßt. Vor allem muß man bestrebt sein, die farbigen Stäbchen aus einer und derselben Glasmasse herzustellen, so daß der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung nur auf die geringen Mengen jener Körper, welche als Färbemittel des Glases verwendet werden, zurückzuführen ist. Als zweites wichtiges Erfordernis für die Haltbarkeit derartiger Gläser ist zu beachten, daß dieselben nach der Fertigstellung nochmals bis zum beginnenden Weichwerden angewärmt werden und dann sehr langsam gekühlt werden sollen. Wenn man diese beiden Bedingungen einhält, zeigen die Millefiori-Gläser eine Haltbarkeit, welche jener eines anderen gut gekühlten Glases ganz gleichkommt.

Die irisirenden Gläser.

Die mit diesem Namen bezeichneten Gläser zeichnen sich dadurch aus, daß sie an ihrer Oberfläche ein pracht-

volles Farbenpiel in allen Farben des Regenbogens zeigen. Man kann dasselbe sowohl an farblosen als an farbigen Gläsern hervorbringen; da sich jedoch die Regenbogenfarben am schönsten an farblosen Gläsern zeigen, wendet man gewöhnlich ein farbloses stark glänzendes Glas zur Anfertigung der irisierenden Gegenstände an.

Bekanntlich zeigen Seifenblasen, wenn man sie so lange aufbläst, daß die Wandungen der Blase sehr dünn werden, das Irisieren in der schönsten Weise; dasselbe kommt dadurch zustande, daß das Licht in der sehr dünnen Seifenschichte zerlegt wird; überhaupt ist das Irisieren eine Eigenschaft farbloser Körper, wenn sie dieselben in sehr dünnen Schichten vorfinden. Preßt man z. B. eine ziemlich schwach gewölbte Konvexlinse mittels einer geeigneten Vorrichtung gegen eine ebene Platte aus schwarzem Glase, so bilden sich um den Punkt, an welchem sich die Linse und die Kugel berühren, farbige Ringe in den Regenbogenfarben; in diesem Falle sind es die sehr dünnen Luftschichten, welche rings um den Berührungspunkt lagern, welche diese Farbenerscheinung hervorrufen. Schlechtes (das ist leicht zerseßbares) Glas zeigt oft sehr schönes Irisieren; durch die Einwirkung der Atmosphärien wird das Glas an der Oberfläche angegriffen und ungemein dünne Blättchen von zerseßtem Glase an der Oberfläche abgeschieden, welche dann die Ursache des Farbenspieles sind.

Man kann aber das Irisieren des Glases auch auf künstlichem Wege hervorrufen, indem man die fertigestellten Glasgegenstände mit solchen Chemikalien behandelt, welche eine oberflächliche Zersezung des Glases hervorrufen. Da bei richtiger Ausführung der Arbeit die „Entglasung“ auf der ganzen Oberfläche des Glases bis zu dem gewünschten Grade fortschreitet — welcher von der Dauer der Einwirkung abhängt, so kann man den Gegenständen hierdurch das schönste Farbenpiel erteilen.

Wir kennen verschiedene Methoden, nach welchen sich das Irisieren des Glases hervorbringen läßt; in Wirklichkeit sind es immer die Dämpfe von Chlorwasserstoff oder von anderen Chlorverbindungen, die unter gewissen Ver-

hältnissen angewendet werden, das Glas an seiner Oberfläche irisierend zu machen.

Dementsprechend kann man die Verfahren zum Irisierendmachen des Glases in trockene und nasse teilen; bei den ersten kommen gewisse Präparate zur Anwendung, welche auf das glühende Glas einwirken und die Entglasung der Oberfläche derselben veranlassen. Bei den Verfahren auf nassem Wege wendet man Flüssigkeiten an, welche Chlornasserstoff enthalten und unter Druck auf das Glas einwirken.

Das Irisierendmachen in der Hitze.

Man verwendet zu diesem Zwecke gewisse Mischungen von Metallsalzen, welche so beschaffen sind, daß sie in hoher Temperatur Dämpfe von Metallchloriden entwickeln, welche dann auf das Glas zerlegend einwirken. Am häufigsten verwendet man hierfür Zinnsalz (Zinnchlorid) neben Baryumkarbonat und Strontiumkarbonat oder Strontiumnitrat; in manchen Fällen wird auch ein Zusatz von Kupferniträt angewendet.

Eine häufig angewendete Mischung zum Irisieren besteht aus:

Zinnsalz	2 Teile
Baryumkarbonat	1 Teil
Strontiumkarbonat	0,5 Teile
Kupferniträt	1 Teil

Da sowohl das Zinnsalz als auch das Kupferniträt aus der Luft Feuchtigkeit anziehen, muß man diese Präparate immer in wohlverschlossenen Gefäßen halten und die entsprechende Menge erst herausnehmen, wenn das Präparat sogleich benützt werden soll.

Wenn man größere Gegenstände zu irisieren hat, muß man die Arbeit stets in Muffeln vornehmen und verfährt hierbei in folgender Weise: Man verwendet zwei nebeneinander stehende Muffeln, deren Größe jener der zu bearbeitenden Gefäße angepaßt sein muß; beide werden bis zum schwachen Glühen erhitzt. Die Glasgegenstände

werden in der ersten Muffel so lange erhitzt, bis sie gleichmäßig bis nahe zur schwachen Rotglut erwärmt sind und dann in die zweite Muffel übertragen; nachdem sie in dieser stehen, streut man von der irisierend machenden Mischung auf den Boden dieser Muffel und beobachtet die Erscheinung, welche sich nun einstellt. Hat die Muffel den richtigen Wärmegrad angenommen, so müssen sich von dem auf dem Boden der Muffel liegenden Pulvern dichte schwere Dämpfe erheben, welche den ganzen Raum der Muffel erfüllen. Man setzt dann den Deckel der Muffel ein und überläßt das Ganze sich selbst, bis die Gegenstände genügend abgekühlt sind.

Wenn die Gegenstände vor dem Frisierendmachen ganz gleichförmig angewärmt wurden, so zeigen sie auch auf ihrer ganzen Oberfläche die Frisierung in gleichmäßiger Weise; ist hingegen die Erwärmung keine gleichmäßige gewesen, so tritt das Farbenspiel ungleichmäßig auf. Man muß daher beim Anwärmen der Gegenstände in der Vorwärmemuffel alle Aufmerksamkeit darauf verwenden, daß dieselben ganz gleichmäßig erhitzt werden; größere Gegenstände sollen daher während des Anwärmens wiederholt gedreht werden. In Muffeln, deren Wände nicht gleichförmig erhitzt werden, ist dieses Drehen der Gegenstände besonders notwendig.

Aber auch Gegenstände, welche gleichmäßig angewärmt wurden, können in der Frisiermuffel fehlerhaft ausfallen. Es genügt hierfür, daß in dieser Muffel ein Luftzug entsteht — die Folge davon ist, daß die Frisierung nicht gleichförmig ausfällt, sondern wolkige Stellen zeigt. Hat man die Gegenstände nicht bis zur erforderlichen Temperatur vorgewärmt oder zu wenig Frisierpräparat angewendet, — man muß davon stets soviel verwenden, daß der ganze Raum der Muffel von den Dämpfen dicht erfüllt wird — so erhält man nur eine ganz schwache Frisierung. Bisweilen findet man auch, daß die oberen Partien des Gefäßes schön irisierend sind, indes die unteren metallartig aussehende Flecken zeigen. Diese Erscheinung ist ein Beweis dafür, daß sich diese

Partien zu nahe an dem Frisierungspräparat befunden haben.

Wie aus dem eben Gesagten entnommen werden kann, erfordert die Hervorbringung einer schönen Frisierung eine ganz bedeutende praktische Erfahrung des mit der Ausführung derselben betrauten Arbeiters. Überdies ist es durchaus nicht gleichgiltig, welche Glasorte man zu irisieren hat, indem gewisse Gläser sich leicht irisieren lassen, während andere sich hierfür nur in untergeordneter Weise eignen. Zu jenen Gläsern, welche leicht zu irisieren sind, gehören vor allen anderen die bleireichen weichen Gläser, indes harte Kaligläser von den Frisierungspräparaten nur in geringem Maße angegriffen werden.

An Stelle der oben angegebenen Mischung kann man das gewöhnliche Frisieren auch mit Zinnfalz allein hervorbringen, doch bedarf es in diesem Falle einer etwas längeren Einwirkung der Dämpfe auf das Glas. Wenn die Frisierung stärker hervortreten soll, fügt man dem Zinnfalze eine kleine Menge — etwa ein Zehntel vom Gewichte des Zinnfalzes — an Baryumnitrat zu.

Zum Frisierendmachen von kleinen Gegenständen, welche mit der Pfeife hergestellt wurden, braucht man die Gegenstände nicht in einer besonderen Muffel vorzuwärmen, sondern bringt die Frisierung an ihnen sogleich hervor, nachdem sie fertiggestellt und noch glühend heiß sind. Man bedient sich hierbei folgenden Verfahrens:

Der Glasbläser hat neben seinem Arbeitsplatz einen kleinen eisernen Ofen stehen, Fig. 5, welcher durch Holzkohle geheizt wird. In dem oberen Teil des Ofens sitzt ein eiserner Trichter T, welcher bis zum schwachen Glühen erwärmt ist. Wie die Abbildung zeigt, hat der Trichter nahe an seiner Spitze einen röhrenförmigen Seitenansatz R, welcher aus dem Ofen hervorragt und mittels einer kleinen Klappe geschlossen werden kann. Über dem Trichter sitzt eine zweiteilige Blechhaube H, welche schnell geöffnet oder geschlossen werden kann.

Ein Hilfsarbeiter wirft durch den röhrenförmigen Ansatz an dem Trichter die entsprechende Menge der Fri-

siermasse in den Trichter und schließt dann die Klappe an dem Ansaugrohre. Die sich entwickelnden Dämpfe steigen in dem Trichter nach oben und treffen dort mit dem heißen Glasgegenstande zusammen, welchen der Arbeiter an der Pfeife hineinhält, indes er die beiden Klappen soweit schließt, daß er die Pfeife noch frei wenden und drehen kann, um eine ganz gleichförmige Irisierung hervorzubringen. Hält er die Einwirkung für genügend, so öffnet er die Klappen wieder und kann auf diese Art ein Glas innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes an der ganzen Oberfläche gleichförmig irisierend machen.

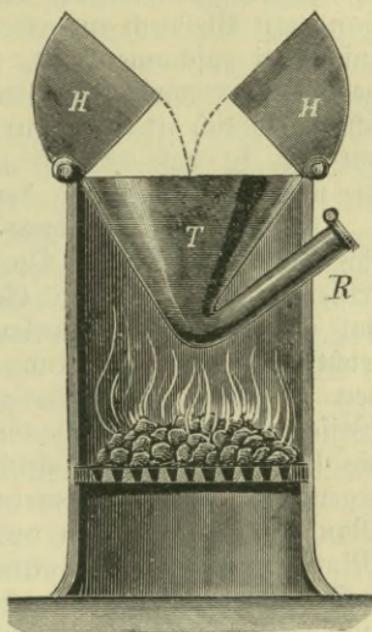


Fig. 5.

Das Irisierendmachen auf nassem Wege.

Nach dem zweiten Verfahren die Gläser irisierend zu machen, benützt man die Wirkung, welche Salzsäure (Chlorwasserstoff) auf gewisse Gläser auszuüben imstande ist, wenn sie mit denselben unter erhöhtem Druck und bei höherer Temperatur zusammengebracht wird.

Die Salzsäure, welche man hierfür verwendet, braucht nicht stärker zu sein, als etwa 15- bis 20-prozentig; man muß sie jedoch unter einem Druck von vier bis fünf Atmosphären auf das Glas wirken lassen, und zwar unter einer Temperatur, welche beiläufig 150 Grade beträgt.

Ein Apparat, welchen man zu dieser Arbeit anwendet, muß selbstverständlich aus starkem Kesselblech gearbeitet sein, welches zum Schutze gegen die zerstörende Wirkung,

welche Salzsäure auf das Eisenblech ausüben würde, innen ganz mit Bleiblech ausgekleidet sein muß. Wenn Salzsäure mit Blei zusammentrifft, wird dieses zwar ebenfalls angegriffen, es wird aber hierbei Chlorblei gebildet, welches schwer löslich ist und nur auf der Oberfläche des Bleies entsteht, so daß es das unter ihm liegende Blei gegen die weitere Einwirkung der Salzsäure schützt.

Das in Rede stehende Verfahren hat den Vorteil für sich, daß man in einer Operation so viele Glasgegenstände irisieren kann, als das Gefäß aufzunehmen vermag; es hat aber auch seine unleugbaren Nachteile, welche nicht leicht zu überwinden sind. Wir wissen, daß sich die Gläser den chemischen Agenzien gegenüber in sehr verschiedener Weise verhalten; manche Gläser, zu welchen in erster Reihe die harten Kaligläser gehören, zeigen den Chemikalien gegenüber eine ungemein große Widerstandsfähigkeit. Man kann in Gefäßen aus solchen Gläsern konzentrierte Mineralsäuren kochen, ohne daß das Glas merklich angegriffen wird. Gläser von dieser Beschaffenheit werden also auch der oberflächlichen Änderung in ihrer Zusammensetzung, wie selbe eintreten muß, wenn das Glas irisierend werden soll, einen sehr merklichen Widerstand entgegensetzen und wird daher die Zeitdauer, während welcher die Behandlung fortgesetzt werden muß, um zu einem günstigen Ergebnisse zu gelangen, eine weit längere sein, als wenn man mit einem weichen leicht zersehbaren Glase zu tun hat.

Gläser der letzteren Art sind Natrongläser und solche, welche bedeutende Mengen von Bleioxyd enthalten; auch borsäurehaltige Gläser werden leicht angegriffen. Wenn man daher das Irisierendmachen der Gläser auf nassem Wege mit Sicherheit durchführen will, muß man sich durch Vorversuche darüber Gewißheit verschaffen, welches Glas geeignet erscheint, und darf selbstverständlich in einer Operation immer nur Gegenstände, welche alle aus einer und derselben Glasart bestehen, in Arbeit nehmen. Wir bemerken übrigens zu diesem Gegenstande noch, daß das Irisierendmachen des Glases nach diesem Verfahren dem

vorbeschriebenen gegenüber keine Vorteile bietet, aber, wie die Beschreibung zeigt, in der Ausführung weit umständlicher ist. Es ist dies wohl der Grund, daß es selten ausgeübt wird und fast überall das Frisierendmachen unter Anwendung der festen Salze vorgenommen wird.

Man kann beim Frisierendmachen gleichzeitig das Glas mit Verzierungen versehen, welche nicht irisierend sind. Es geschieht dies gewöhnlich in der Weise, daß man jene Stellen, welche nicht irisierend sein sollen, mit einer Masse bedeckt, welche das Glas vor dem Angegriffenwerden schützt. Man bemalt derartige Stellen mit Asphaltdeckgrund, mit gefärbtem Wachs oder mit Harz. Es ist aber schwierig, auf diese Art reine Umrisse der geschützten Stellen zu erhalten, indem in der Hitze, welcher das Glas ausgesetzt werden muß, diese Substanzen zum Teile schon verkohlt werden. Es erscheint daher zweckmäßiger, das Glas an seiner ganzen Oberfläche irisierend zu machen und nachträglich durch Behandeln mit einer ätzenden Flüssigkeit, z. B. mit einer Lösung von Fluorammonium an jenen Stellen, an welchen die Frisierung verschwinden soll, die Verzierungen hervorzubringen. Es genügt schon die Behandlung, mit einer nicht sehr konzentrierten Lösung von Fluorammonium, um die ungemein dünne Schichte des entglasteten Glases wegzuzägen und hierdurch dem Glase wieder sein gewöhnliches Aussehen zu erteilen.

Durch Anwendung eines ganz eigentümlichen Verfahrens kann man den irisierten Gläsern — aber auch gewöhnlichen Gläsern silberartigen Glanz erteilen. Man muß zu diesem Behufe reine Tonerde, wie man sie durch Fällen einer Lösung von schwefelsaurer Tonerde mit Ammoniak, Waschen und Trocknen des sich bildenden Niederschlages erhält, anwenden. Das sich ergebende trockene Pulver besteht aus Tonerdehydrat; man erhitzt es vorsichtig, bis alles Wasser vertrieben ist und erhält dann ein sehr zartes weißes Pulver, das aus reiner Tonerde besteht. Diese Tonerde wird mittels einer sehr stark verdünnten Gummilösung zu einem dünnen Brei angemacht und dieser mittels des Pinsels auf jene Stellen des Glas-

gegenstandes aufgetragen, welche mit dem Silberglanze erscheinen sollen. Man läßt die Bemalung freiwillig ganz trocken werden, wärmt dann das Glas bis zum beginnenden Glühen an und setzt es den Dämpfen von Schwefelkohlenstoff aus. Die Tonerde wird hierdurch in Schwefelaluminium übergeführt, welches den silberartigen Glanz der von ihr bedeckten Stellen des Glases hervorbringt. Es wird aber dieses Verfahren — obwohl es schöne Wirkungen auf dem Glase hervorbringt, doch ziemlich selten angewendet, indem die Erzeugung des Silberglanzes in einfacherer Weise mittels der sogenannten Resinatfarben gelingt.

Die Marmor-, Achat- oder Jaspisgläser.

Man kann unter dieser Bezeichnung eine Anzahl sehr verschiedenartig aussehender Gläser zusammenfassen, welche gegenwärtig vielfach als Modegläser hauptsächlich zur Anfertigung von verschiedenen Zier- und Luxusgefäßen verwendet werden, aber auch zur Anfertigung von Knöpfen, Perlen usw. benützt werden können.

Ebenso verschieden wie die Arten dieser Gläser sind auch die Verfahren, nach welchen sie dargestellt werden können. Wir wollen daher die einzelnen Methoden in der Weise beschreiben, daß wir jene, welche auf rein technischen Kunstgriffen des Arbeiters beruhen, von jenen trennen, welche durch nachträgliche Behandlung der fertigen Gläser auf chemischem Wege zustande gebracht werden.

Man findet im Handel sogenannte Marmorgläser vor, welche aus einer gewöhnlich trüben Glasmasse von rötlicher oder auch grünlicher Färbung bestehen, in welcher aber verschiedenfarbige Flecken von rotem, blauem oder auch verschieden gefärbtem Glase wahrnehmbar sind, wie man sie an gewissen Sorten von buntem Marmor wahrnimmt. Gewöhnlich haben diese Flecken keine scharf begrenzten Umrisse, sondern sind dieselben verwischt und mit der Grundmasse des Gefäßes verwaschen.

Man kann solche Gläser in der Weise herstellen, daß

man aus einem trüben Glase — einem opalisierenden Glase oder einem, welches durch kleine Mengen von Email getrübt ist, an der Pfeife ein kleines birnförmiges Gefäß aufbläst und an verschiedene Stellen desselben Tropfen von farbigem Glase anheftet. Nachdem dies geschehen ist, wird die an der Pfeife haftende Masse wieder so weit angewärmt, daß man sie aufblasen kann und daß das Aufblasen bis zu einem gewissen Grade fortgesetzt wird, worauf man, wenn erforderlich, abermals Tropfen von gefärbtem Glase aufträgt und das Gefäß durch fortgesetztes Aufblasen weiter formt. Wenn man das Gefäß, nachdem es eine gewisse Größe erreicht hat, mit farblosem Glase überfängt und vollendet, so erscheinen schließlich in die trübgefärbte Grundmasse die verwaschenen Flecken, welche die sogenannte „Marmorierung“ vorstellen, eingebettet.

Man kann jedoch ein marmorartiges Glas auch noch auf andere Art anfertigen, so daß dasselbe beiläufig das Aussehen eines Breccien- oder Wurstmarmors erhält. Um Gefäße herzustellen, welche dieses Aussehen zeigen, wird in folgender Weise vorgegangen: Man verwendet gleich dicke Platten von gefärbtem Emailglas, welche man zerschlägt; aus den Bruchstücken wird auf einer Metallplatte eine Platte zusammengesetzt, welche nur sehr kleine Zwischenräume zeigt, und sucht nun diese Zwischenräume so viel als möglich durch kleine Stückchen oder grobes Pulver von Emailglas auszufüllen. Dieses Zusammenfügen der verschiedenfarbigen Glasstücke ist eigentlich der wesentlichste Teil der ganzen Arbeit und muß mit aller Sorgfalt vorgenommen werden, wenn das künftige Gefäß wirklich ein schönes Aussehen erhalten soll.

Man beginnt die Arbeit damit, daß man die Platte so stark anwärmt, daß die Ränder der neben einander liegenden Glasstücke untereinander und mit dem dazwischen gestreuten Pulver zu einer gleichmäßigen ebenen Platte verschmelzen; man läßt die Platte verköhlen und untersucht sie dann genau; sollten sich Stellen zeigen, welche nicht mit Glasmasse erfüllt sind, so bedeckt man diese mit Glaspulver und wärmt die Platte abermals an. Schließlich

wird an einer Glasbläserpfeife ein Zapfen von gewöhnlichem Glase befestigt und mit diesem die stark erweichte Platte aufgenommen und zu einem Zylinder gerollt, welchen man an der Vorderseite schließt, so daß man nach wiederholtem Aufblasen mit dem Formen des Gefäßes beginnen kann. Je stärker man aufbläst, desto schmaler fallen die heller gefärbten Ränder der Glasmasse, welche zwischen den einzelnen farbigen Glasstücken liegt, aus und erhält man schließlich ein Gefäß, welches das eigentümliche Aussehen von Breccienmarmor in sehr schöner Weise zeigt.

Wie aus der eben gegebenen Beschreibung des Verfahrens hervorgeht, erfordert dasselbe eine sehr geschickte Hand, liefert aber dann auch schöne Ergebnisse. Man kann das Verfahren auch in der Weise abändern, daß man auf der Metallplatte Stücke von gefärbtem, aber durchsichtigem Glase zusammenlegt, die Zwischenräume mit gepulvertem Emailglas ausfüllt und auf das Ganze eine etwas dickere Platte von weißem oder schwach gefärbtem Email legt. Man verfährt dann weiter in der angegebenen Weise bei der Ausformung des Gefäßes. Dasselbe erscheint dann an seiner Innenseite weiß und an der Außenseite mit den Marmorzeichnungen, welche durch das farbige, mit dem Emailglase verschmolzene Glas hervorgebracht werden.

Als Jaspisglas wird häufig ein sehr dunkelfarbiges schwarzgrünes Glas bezeichnet, welches aus Glas besteht, das durch einen starken Zusatz von Eisenoxyd und Graphit und einem gewöhnlichen Glasfaß erhalten werden kann.

Ein Glasfaß, welcher ein Glas von der Farbe liefert, welche man gewöhnlich von dem Jaspisglase verlangt, läßt sich aus folgenden Materialien herstellen:

Quarzsand	100
Kalk	12
Pottasche	12
Soda	36
Glauberfalz	3
Eisenoxyd	4
Graphit	12.

Die Verarbeitung dieses Glases geschieht in der Weise, daß der Arbeiter zuerst mit der Pfeife etwas von dem Glase aus dem Hafen nimmt, dasselbe ganz wenig aufbläst, den entstandenen eiförmigen Körper wieder in das Glas taucht, neuerdings etwas aufbläst und dieses abwechselnde Eintauchen und Aufblasen noch mehrere Male wiederholt. Da die Schichten, welche nach jedesmaligem Eintauchen und Aufblasen entstehen, immer eine verschiedene Dicke haben, so lassen sie auch das Licht in verschiedener Weise durch und erhält man eine Masse, welche einen graugrün gefärbten Kern besitzt, welcher von verschiedenfarbigen — heller oder dunkler grünen — Ringen umgeben ist. Der Unterschied in der Färbung tritt besonders stark hervor, wenn man das Glas zu einem größeren Gefäße formt. Wenn man jedoch das Glas in dickeren Massen erhalten wollte, um es durch Pressen zu verarbeiten, wird die Arbeit in der Weise abgeändert, daß man zwar zuerst das kleine eiförmige Gefäß durch Aufblasen an der Pfeife formt, dasselbe aber nicht weiter aufbläst, sondern die Wände desselben dadurch immer dicker macht, daß man den Körper in das geschmolzene Glas eintaucht, das haften gebliebene Glas durch Schwenken der Pfeife etwas abkühlen läßt, wieder eintaucht usw., bis man einen Körper erhält, welcher dickwandig genug ist, um durch Pressen verarbeitet oder zu Stangen ausgezogen zu werden.

Für sich allein zeigen die Jaspisgläser in Folge ihrer düsteren Färbung wenig Auffälliges; gerade aber diese düstere Färbung macht dieses Glas ganz besonders geeignet, um durch Auftragen verschiedener Chemikalien prachtvolle Färbungen anzunehmen. Wir werden auf das Verfahren, nach welchem dies geschieht, noch eingehender zurückzukommen haben.

Die Perlmuttergläser.

Die Gläser, welche man mit diesem Namen bezeichnet, haben das Aussehen, als wenn in ihre Masse Silber- oder Goldblättchen eingeschlossen wären. Man erzielt

dieses Aussehen dadurch, daß man in das Glas kleine Stücke von silber- oder goldfarbigem Glimmer (Katzensilber oder Katzensgold) einschließt. Die Darstellung dieser sehr hübsch aussehenden und dabei billig herzustellenden Gläser kann auf verschiedene Weise geschehen.

Am einfachsten stellt man das Perlmutterglas her, indem man farbloses Glas an der Pfeife schwach aufbläst, die birnförmige Glasmasse in ein Gefäß taucht, welches mit dem gepulverten Glimmer (Glimmerbrokat) gefüllt ist und in diesem herum bewegt. Die Glasmasse wird sodann mit den an ihr haften gebliebenen Glimmerblättchen wieder in das Feuer gehalten, wobei der Glimmer fest an das Glas schmilzt, sodann wieder mit farblosem Glas überfangen, wieder in die Glimmermasse gesteckt und dann mit Glas überfangen. Man fährt auf diese Weise fort, bis man genug Glas an der Pfeife hat und kann dann den Gegenstand ausformen.

Nach einem anderen Verfahren trägt man das Glimmerpulver in die Glasmasse ein, so lange dieses noch dünnflüssig ist und verteilt dasselbe so gleichförmig als möglich. Sehr schöne Ergebnisse erhält man, wenn man in der Weise vorgeht, daß ein Gehilfe des Arbeiters das von diesem an der Pfeife bearbeitete Stück mit Glimmerpulver bestreut, wobei der erste Arbeiter durch entsprechendes Drehen des Arbeitsstückes dafür sorgt, daß der Glimmer gleichförmig über die ganze Oberfläche ausgebreitet werde.

Wenn man die Arbeit in der Weise beginnt, daß man zuerst eine Birne aus weißem Emailglase bläst, diese mit farblosem Glas überfängt, auf und in demselben die Glimmerschicht anbringt und schließlich das Ganze noch mit einem hellfarbigen Überfangglase überzieht, so ergeben sich sehr schöne Farbenwirkungen, die man noch durch Anwendung von farbigem Emaille als Unterlage erhöhen kann. Man ist dann in der Lage, den Glimmerblättchen das Aussehen von orangefarbenen oder kupferroten Metallstücken zu erteilen.

Die Atlasgläser.

Diese in neuerer Zeit sehr beliebt gewordenen Gläser werden auf folgende Art hergestellt. Man läßt Formen anfertigen, welche dem künftigen Gefäße die Hauptgestalt geben sollen; an der Innenseite dieser Formen sind aber entweder kleine linsenförmige Erhöhungen oder erhöhte Leisten oder auch beliebig geformte Vorsprünge angebracht.

Durch Aufblasen einer Masse aus farbigem durchsichtigen Glase stellt man in diesen Formen ein Gefäß dar, welches selbstverständlich die an der Form vorhandenen Erhöhungen als Vertiefungen und umgekehrt zeigt; die linsenförmigen Erhöhungen an der Form erscheinen an dem Gefäße als Grübchen, die erhöhten Leisten als Furchen. Das fertigestellte Gefäß wird wieder angewärmt und in farbloses Glas eingetaucht und schnell wieder ausgehoben. Durch dieses kurz andauernde Eintauchen hat die farblose Glasmasse zwar Zeit, die größeren Flächen des Gefäßes zu überziehen, nicht aber in die Grübchen und Rinnen einzudringen, sondern es legt sich nur als farblose Schichte über dieselben, so daß zwischen dem farbigen und dem farblosen Glase Luft eingeschlossen bleibt.

Nach diesem Überfangen mit farblosem Glase kann der Gegenstand noch weiter bearbeitet — beziehungsweise verziert werden; man schmilzt aus passend gefärbtem Glase einen Rand an das Gefäß, setzt demselben Henkel an usw. Zum Schlusse wird die Oberfläche des Gefäßes selbst mattiert und kann das Mattieren entweder durch Sandbläserei oder durch Ätzen hervorgebracht werden. Man darf aber mit dem Mattieren nur bis zu einem gewissen Grade gehen, und zwar nur so weit, daß die Oberfläche des Gefäßes jenen atlasartigen Glanz annimmt, nach welchem man diese Glasbesonderheiten als Atlasgläser bezeichnet hat. Die zahlreichen Luftbläschen, welche zwischen dem farbigen und dem farblosen Glase eingeschlossen sind, tragen noch zur Verschönerung des eigenartigen Aussehens dieser Gläser bei.

Die Lüftergläser oder geflaserten Gläser.

Die Lüftergläser oder geflaserten Gläser zeichnen sich durch ein eigentümliches Aussehen allen anderen Glasgegenständen gegenüber aus. Wenn man diese Gläser im durchfallenden Lichte betrachtet, so erscheinen sie je nach der Glasart, welche man zu ihrer Herstellung verwendete, entweder gelb oder grünlich; man wählt, je nach den Farbenwirkungen, welche man auf den Gegenständen hervorbringen will, das hierfür geeignete Glas.

Wenn man aber ein Lüfterglas so betrachtet, daß man nicht durch dasselbe sieht, sondern nur das zurückgeworfene Licht in das Auge des Beschauers gelangt, so machen die Gefäße den Eindruck, als wenn sie aus Metall beständen, welches aber bunt angelauten, geflasert oder geflammt ist. Man sieht an den Gefäßen gold- oder silberglänzende Reflexe, an gewissen Stellen auch die eigentümlich roten Farben, welche angelautenes Kupfer zeigt — usw., so daß man wähnt, ein stark oxydiertes Metallgefäß vor sich zu haben.

Alle hier erwähnten prachtvollen Farbenercheinungen werden nach einem und demselben Verfahren hervorgebracht, welches seiner Hauptsache nach darin besteht, daß man mit dem Pinsel auf die einfarbigen gelben oder grünlichen Glasgefäße Metallverbindungen aufträgt, welche dann durch Reduktion in der Hitze zu Metall werden (oder zu Metalloxyd), welches mit der Glasmasse verschmilzt. Da diese Metall- oder Metalloxydschichten ungemein dünn sind, so sind sie nur im zurückgeworfenen Lichte deutlich zu sehen — im durchfallenden Lichte erscheinen sie wenig gefärbt (bekanntlich wirkt ein Silberspiegel das Licht vollkommen zurück — im durchfallenden Lichte erscheint jedoch die Silberschicht vollkommen durchsichtig und läßt blaues Licht durch). Ein ähnliches Verhältnis waltet bei den sogenannten Lüfterfarben.

Die Resinate.

Die Metalle, welche man zur Hervorbringung der Lüsterfarben verwendet, müssen immer in Form von „Resinaten“ oder harzsauren Salzen angewendet werden. Man kann einige Resinate in sehr einfacher Weise dadurch darstellen, daß man gewisse Metallsalze in gepulvertem Zustande mit gepulvertem Fichtenharz (Kolophonium) mischt und die Mischung vorsichtig schmilzt. Man erhält zwar bei genügender Vorsicht hierbei ganz brauchbare Ergebnisse; es kann aber leicht vorkommen, daß beim Lösen der Resinatmasse ein Teil derselben nicht vollständig gelöst wird, sondern nur sehr stark aufquillt. Trägt man dann eine solche unvollkommene Lösung auf das Glas auf, so entstehen beim Einbrennen derselben leicht Flecken und dunklere Punkte, welche das schöne Aussehen der Lüsterung sehr beeinträchtigen. Um daher diesen Übelständen aus dem Wege zu gehen, erscheint es zweckmäßiger, alle Resinate auf nassem Wege zu bereiten, indem man dann sicher ist, eine vollkommen gleichförmige Masse zu erhalten, welche sich mit Leichtigkeit löst.

Bevor wir die Beschreibung der Darstellung der Resinate beginnen, müssen wir auf einen Umstand aufmerksam machen, welcher bei derselben von großer Wichtigkeit ist. Man muß nämlich trachten, die Resinate so viel als möglich bei Lichtabschluß darzustellen, auch die Lösungen im Dunkeln bereiten und dieselben an dunklen Orten bis zum Gebrauche aufbewahren. Die Resinate haben nämlich die merkwürdige Eigenschaft, dem Lichte ausgesetzt, binnen kurzer Zeit unlöslich zu werden; sie lösen sich dann in den Lösungsmitteln nicht mehr, selbst wenn man sie mit denselben kocht. Bei dem leicht zerseklichen Silberresinate geht die Veränderung besonders rasch vor sich und soll man aus den angegebenen Gründen alle Resinate bei künstlichem Licht darstellen, im Dunkeln trocknen und lösen; ebenso sind die Lösungen an dunklen Orten zu verwahren.

Der Ausgangspunkt zur Darstellung aller Resinate

bildet das Natronresinat oder die Harznatronseife. Man stellt diese Seife dar, indem man gewöhnliches Fichtenharz (Kolophonium) mit einer Sodaaflösung kocht. Das Kolophonium besteht aus einem Gemenge von Säuren, welche so kräftig wirken, daß sie die Kohlensäure aus ihren Verbindungen auszuschcheiden im Stande sind; man braucht daher nur so lange zu kochen, als sich noch von dem Harze löst, gießt dann die Lösung von Harzseife ab und verdünnt sie mit der nötigen Menge von Wasser.

Man gelangt aber viel schneller dahin, das Harz vollständig zu verseifen, wenn man nicht bloß reine Sodaaflösung anwendet, sondern einen Teil der Soda — beiläufig zehn Prozent derselben — durch Nagnatron ersetzt. Es wird nämlich hierdurch das Harz, sobald es geschmolzen ist und man die Flüssigkeit tüchtig umrührt, in sehr feine Tröpfchen verwandelt — es entsteht eine Emulsion und erfolgt die Lösung des fein zerteilten Harzes in sehr kurzer Zeit. Die Harzseife ist in heißem Wasser viel leichter löslich als in kaltem; wenn man daher nach beendeter Lösung die Flüssigkeit erkalten ließe, so würde sich ein großer Teil der Harzseife aus der Lösung abscheiden und auf dem Boden des Gefäßes in Form einer braunen zähen Masse liegen. Man gießt daher die fertiggestellte Lösung sogleich in eine größere Wassermenge und erhält so eine hellbraun gefärbte klare Lösung von Harzseife.

Da nur die Verbindungen der Alkalien mit den Harzsäuren in Wasser löslich sind, so braucht man nur eine Lösung von Harzseife mit der Lösung eines Metallsalzes aus der Gruppe der schweren Metalle zusammenzubringen, um sofort das Resinat dieses Metalles zu erhalten, welches sich als Niederschlag am Boden des Gefäßes abscheidet. Da die Resinate ziemlich schwierig auszuwaschen sind, gebraucht man die Vorsicht, zu warten bis sich der Niederschlag fest am Boden des Gefäßes abgesetzt hat, gießt dann vorsichtig die Flüssigkeit ab, schlämmt den Niederschlag mit Wasser auf und gießt ihn auf einen Trichter, in welchem man ihn noch einige Male mit warmem Wasser übergießt und dann trocknet.

Das Trocknen der Resinate muß ebenfalls unter Einhaltung einer gewissen Vorsicht geschehen; wenn es die Zeit gestattet, nimmt man das Trocknen in der Weise vor, daß man den Trichter, in welchem sich der Niederschlag befindet, gegen das Einfallen von Staub mit Filtrierpapier überdeckt, in einen finsternen Kasten stellt und wartet, bis die Masse ganz trocken geworden ist, was man daran erkennt, daß sie, zwischen den Fingern gerieben, zu Staub wird. Wenn man das Trocknen durch Anwendung von Wärme beschleunigen will, so soll man höchstens eine Temperatur von 35 bis 40 Grad anwenden, indem sonst die Löslichkeit der Resinate beeinträchtigt werden könnte.

Die vollständig trockenen Resinate sollen so bald als möglich gelöst werden; als Lösungsmittel verwendet man entweder rektifiziertes Terpentinöl oder Spiklavendelöl.

Man soll aber immer nur frische, ganz farblose Öle anwenden, welche noch nicht verharzt sind, indem sonst bei der Arbeit auf dem Glase ebenfalls unangenehme Zufälle entstehen könnten. Man kann sich leicht davon überzeugen, ob ein Terpentinöl oder Lavendelöl verharzt ist oder nicht; ein frisches Öl muß in einer dünnen Schichte auf einem Uhrglase ausgebreitet, in kurzer Zeit verdunstet sein, ohne einen Rückstand zu hinterlassen; verharztes Öl hinterläßt immer einen bräunlichen Rückstand.

Die in der Glastechnik bisher am häufigsten angewendeten Resinate sind jene des Wismutes, des Bleies, Silbers, Kupfers und Eisens; wir machen aber darauf aufmerksam, daß man durch Anwendung der Resinate noch anderer Metalle sehr schöne und eigentümliche Farbewirkungen hervorzubringen im Stande ist. Sowohl das Tonerderesinat als die Resinate des Mangans, Nickels, Kobaltes und des Chromes lassen sich zur Verzierung von Luxusgläsern gut verwenden.

Zur Darstellung der Luster verwendet man immer ein leicht lösliches Salz des betreffenden Metalles; so wendet man für Bleieresinate eine Lösung von Bleiazetat (Bleizucker) an, für das Silberresinat eine Lösung von

Silbernitrat, für Tonerde- und Kupferresinat die betreffenden schwefelsauren Salze.

Die Lüster von Eisen, Mangan, Kobalt und Chrom werden am zweckmäßigsten unter Anwendung der Lösungen der Chloride der betreffenden Metalle dargestellt; da die Chloride oft freie Säuren enthalten, versetzt man die Lösung vorsichtig mit Ammoniak — aber nur so lange, bis eine durch Zusatz von Ammoniak entstandene Trübung wieder verschwunden ist.

Das Wismutresinat ist wegen der Zerseßlichkeit seiner Salze beim Zusammentreffen mit Wasser nur gut auf trockenem Wege darzustellen, und zwar durch Zusammenschmelzen von basischem Wismutnitrat mit Kolophonium. Man löst zuerst Wismutmetall in Salpetersäure unter gelindem Erwärmen auf und gießt die klare Lösung in ein recht großes, mit Wasser gefülltes Gefäß; das Wasser verwandelt sich sofort in eine milchige Flüssigkeit, indem unlösliches basisches Wismutnitrat abgeschieden wird; dasselbe scheidet sich infolge seines hohen spezifischen Gewichtes binnen kurzer Zeit am Boden des Gefäßes als ein blendend weißes feines Pulver ab, welches man auswäscht und trocknet.

Zur Darstellung des Resinates verwendet man einen Gewichtsteil des Wismutsalzes und sechs Gewichtsteile Kolophonium, mischt dieselben innig und schmilzt sie unter beständigem Rühren vorsichtig, bis man eine gleichförmige Masse erhalten hat. Nach dem Erkalten derselben pulvert man sie und löst sie sogleich in Terpentin- oder Lavendelöl auf.

Das Bleiresinat kann auf ähnliche Weise direkt dargestellt werden, indem man einen Teil Bleizucker mit drei Teilen Kolophonium zusammenschmilzt.

Die Behandlung der Glasgegenstände mit den Resinaten geschieht in der Weise, daß man die Lösungen der letzteren mit dem Pinsel aufträgt, wobei man entweder die Lösungen der reinen Resinate (Kupfer-, Wismutresinat usw.) für sich allein anwendet oder Mischungen aus denselben herstellt; im letzteren Falle erhält man Farben-

wirkungen, welche aus den Farbenwirkungen der beiden Resinate hervorgegangen sind.

Die lüstrierten Gegenstände fallen am schönsten aus, wenn man die einzelnen Resinate so anwendet, daß die Farben, welche man in Gestalt von Streifen oder Flammen (Flasern) aufträgt, in schönen Übergängen ineinander verlaufen. Da letzteres keine rein technische Arbeit ist, sondern auch ein gewisses künstlerisches Geschick voraussetzt, so hängt es von der Geschicklichkeit desjenigen ab, welcher das Bemalen vornimmt, welche Farbenwirkungen er zustande bringen kann.

Um in dieser Beziehung Anhaltspunkte zu gewinnen, ist es sehr zu empfehlen, sich aus demselben Glase, aus welchem der zu lüstrierende Gegenstand besteht, eine Palette anzufertigen, auf welcher die einzelnen Resinatlösungen so aufgetragen werden, daß man zuerst einen ganz dünnen Anstrich gibt, nachdem dieser trocken geworden, einen zweiten, der aber einen Teil des ersten Anstriches frei läßt usw. Man erhält auf diese Weise eine Palette, welche die Farbenwirkungen der einzelnen Resinate zeigt, wie sich dieselben ergeben, wenn man die Lösungen in dünneren oder dickeren Lagen aufträgt. Nachdem die Palette auf diese Weise hergestellt ist, muß sie ebenso weiter behandelt werden, wie dies mit den bemalten Gegenständen geschieht.

Das Einbrennen der Lüsterfarben.

Man bemalt die zu lüstrierenden Gegenstände mit den einzelnen Resinatlösungen und läßt den Gegenstand dann so lange stehen, bis auch die letzte Bemalung ganz trocken geworden ist, was bei Anwendung frischer ätherischer Öle in ganz kurzer Zeit geschehen ist. Der Gegenstand wird sodann in eine Muffel gebracht, deren Einrichtung aber von jener der gewöhnlichen Muffel etwas abweicht. Die Vorderwand dieser Muffel oder Deckel derselben muß nämlich genau in die Öffnung der Muffel passen und besitzt am unteren Rande einen kleinen röhrenförmigen Ansaß, welcher mit einem Tonrohre verbunden ist, das am

Boden der Muffel bis zur Hinterwand derselben reicht und dort frei mündet; ein dem weiteren gleichgestalteter Röhrenansatz, welcher aber nur ganz kurz zu sein braucht, ist an der höchsten Stelle des oben abgerundeten Deckels vorhanden.

Die Muffel wird mit den bemalten Gegenständen angefüllt — selbstverständlich so, daß jeder Gegenstand frei steht, ohne einen anderen zu berühren; sodann wird der Deckel der Muffel aufgesetzt und die Ränder mit Lehm- oder Thonbrei verstrichen, so daß die Muffel bis auf die beiden röhrenförmigen Ansätze im Deckel geschlossen erscheint. Man beginnt dann die Muffel zu erhitzen und steigert die Temperatur derselben allmählich bis zum Glühen.

In der Glühhitze werden die Resinate zerstört, indem die organische Substanz verbrennt und die Drogen auf dem Glase zurückbleiben. Wenn dies eingetreten ist, verbindet man den unteren röhrenförmigen Ansatz im Deckel der Muffel mit einem Gasleitungsrohre, durch welches Kohlenoxydgas zugeführt wird und leitet dieses Gas eine Zeitlang durch die Muffel, und zwar so lange, daß man sicher sein kann, es sei nunmehr alle Luft aus der Muffel vertrieben und bestehe die Atmosphäre in derselben nur aus reinem Kohlenoxydgase.

Wie erwähnt, werden die Resinate durch das Erhitzen der Gefäße bis zum Glühen zerstört und hinterbleiben die Drogen, welche in ihnen enthalten waren, auf der Oberfläche der Gefäße. Wenn man nun durch die Muffel so lange Kohlenoxydgas leitet, daß aus dem oberen Röhrenansatz im Deckel der Muffel nur mehr reines Kohlenoxyd entweicht, so wirkt dieses stark reduzierende Gas in der Weise auf die Drogen, daß sie zu Metallen reduziert werden. (Wir erwähnen hier ausdrücklich, daß dies nur bei den Resinaten des Kupfers, Silbers, Wismutes und des Bleies der Fall ist und daß die Resinate des Eisens, Manganes, Kobaltes, Chroms und der Tonerde nicht reduziert werden, sondern ausschließlich dem Glase die ihnen zukommende Färbung erteilen, [Mangan violett, Eisen rotgelb, Kobalt blau] usw.)

Während die letztgenannten Oxyde nur in der Weise wirken, daß sie jenen Stellen des Glases, an welchen sie sitzen, die charakteristischen Färbungen erteilen, wirken die anderen in der Weise, daß nunmehr auf dem Glase sehr dünne Schichten von Metall lagern, welche demselben im reflektierten Lichte das herrliche Farbenspiel erteilen. Da diese Metallschichten nur unmeßbar dünn sind, würde man sie durch kräftiges Abwischen der Gegenstände von denselben wegnehmen können. Es müssen, um dies zu verhindern, die Gegenstände nach erfolgter Reduktion der Metalloxyde zu Metallen in der Muffel noch so stark erhitzt werden, daß das Glas anfängt schon sehr weich zu werden; es sinken dann die Metalle in die erweichte Oberfläche des Glases ein und erscheinen dann bleibend auf dem Glase fixiert.

Nach dem Einbrennen der Metalle läßt man die Muffel langsam abkühlen und öffnet sie erst, wenn sie samt ihrem Inhalte auf die gewöhnliche Temperatur erkaltet ist.

Um zum Zwecke der Reduktion der Oxyde einen gleichmäßigen Strom von Kohlenoxydgas durch die Muffel zu leiten, verwendet man einen einfachen Apparat Fig. 6, welcher folgende Einrichtung hat: Ein aus Ton angefertigter Zylinder, dessen Durchmesser etwa 25 Zentimeter beträgt und dessen Höhe 75 Zentimeter sein kann, ruht auf einem eisernen Dreifuße und ist in den unteren Teil des Zylinders ein eiserner Krost eingelegt. Man füllt den Zylinder bis zu 60—65 Zentimeter mit kleinen Stücken von Holzkohle, setzt dann auf denselben einen kegelförmigen Aufsatz, welchen man durch ein tönernes Rohr mit dem unten am Deckel der Muffel befindlichen Röhrenansatze verbinden kann. Die Verbindungsstellen zwischen dem großen Zylinder, dem kegelförmigen Aufsätze und der Röhren werden mittels Lehmbrei gedichtet. Dies geschieht aber erst dann, wenn die Kohlen in dem Zylinder in lebhafter Glut gebracht sind. Man bringt Feuer unter den Krost, wartet so lange, bis auch die oberste Schichte der Holzkohlen zu glühen beginnt und sich über derselben die blaue Flamme des verbrennenden Kohlenoxydgases zeigt.

Es wird dann der Kegel auf den Zylinder gesetzt und die Verbindung mit dem Rohransaße im Deckel der Muffel hergestellt. Es hört dann das Verbrennen des Kohlenoxydes sofort auf und geht durch das am Boden der Muffel angebrachte Rohr ein ununterbrochener Strom von Kohlenoxydgas durch die Muffel, wobei zuerst die Luft durch die obere Öffnung im Deckel der Muffel verdrängt wird und später reines Kohlenoxyd aus dieser Öffnung entweicht. Wenn man Grund hat, anzunehmen, daß die Reduktion der Metalloxyde beendet sein kann, löst man die Verbindung mit dem Kohlenzylinder und bringt die noch vorhandenen Kohlen zum Verlöschen. Die beiden Öffnungen im Deckel der Muffel werden nunmehr durch Tonpfropfen verschlossen und die Muffel bis zum Weichwerden des Glases erhitzt.

Die Abbildung Fig. 6 zeigt die Einrichtung der Muffel und des Reduktionsapparates; M ist die Muffel, D der Deckel derselben, O und O_1 die in dem Deckel vorhandenen Öffnungen; R das auf dem Boden der Muffel hinlaufende Rohr, welches mit dem Kohlenzylinder K durch das Tonrohr verbunden ist; die Pfeile zeigen den Weg an, welchen das Kohlenoxydgas durch den ganzen Apparat nehmen muß, bevor es durch die Öffnung O_1 am oberen Rande des Deckels entweichen kann.

Wenn man nach dem eben beschriebenen Verfahren arbeitet, erhält man in jedem Falle Lüstrierungen, welche sehr hübsch aussehen — namentlich dann, wenn es derjenige, welcher die Refinate aufträgt, versteht, die einzelnen Farben so aufzutragen, daß die verschiedenen Metallschimmer ineinander verlaufen und sich regenbogenfarbige oder pfauenschweifartige Zeichnungen ergeben.

Wie aber die Erfahrung gezeigt hat, erscheinen die Lüstrierungen auf Gläsern von verschiedener Zusammensetzung auch in verschiedener Weise; neben der Zusammensetzung des Glases spielt aber auch die Art des Einbrennens der Lüster eine wichtige Rolle. Es ist sonach durch eine Anzahl von Versuchen möglich, in dieser Beziehung das Richtige zu treffen. Das angebliche Fabrikationsgeheimnis,

welches gewisse Fabriken, die sich mit der Darstellung von schön aussehenden Lüftergefäßen befassen, besteht eben darin, daß in diesen Fabriken genaue Studien über die beste Zusammensetzung des Glases und über das beim Einbrennen einzuschlagende Verfahren angestellt wurden.

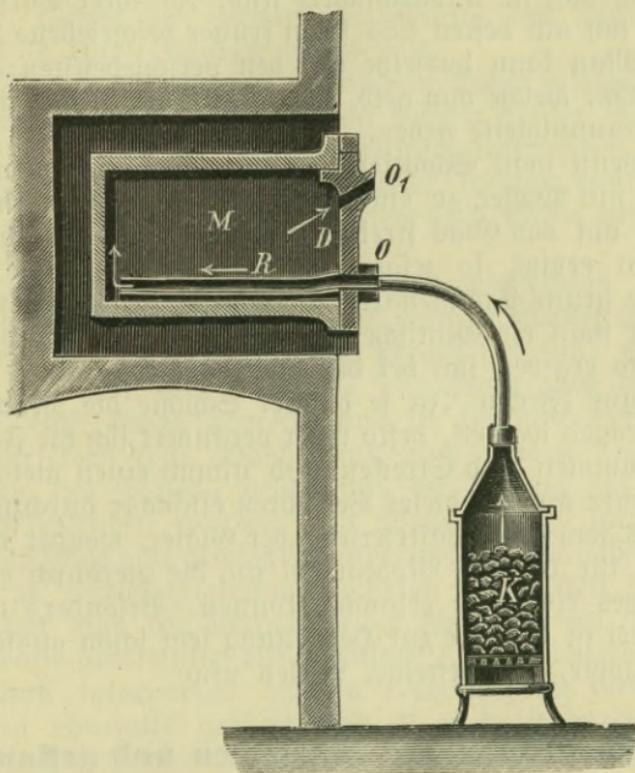


Fig. 6.

Es kann sonach nur jedem Fabrikanten, welcher sich mit der Herstellung dieser ungemein schön aussehenden Glasspezialitäten beschäftigen will, nur angeraten werden, zuerst mit verschiedenen Glasforten Versuche in kleinerem Maßstabe anzustellen und erst nachdem diese ihm ein befriedigendes Ergebnis geliefert haben, zur Erzeugung im großen überzugehen.

Die geflammten Gläser.

Die hierher gehörigen Gläser zeigen in bezug auf ihr Aussehen eine gewisse Ähnlichkeit mit den lüstrierten Gläsern, unterscheiden sich aber von diesen wesentlich dadurch, daß sie undurchsichtig sind. Zu ihrer Darstellung eignet sich am besten das schon früher beschriebene Jaspisglas. Man kann dasselbe mit den verschiedensten Farben schmücken, welche von gelb, braun, rot bis in das tiefblaue und braunviolette gehen.

Wenn man Schwefel Silber mit Eisenoxyd mengt, die Masse mit Wasser zu einem Brei anreibt, diesen mit dem Pinsel auf das Glas streicht und dieses bis zur schwachen Rotglut erhitzt, so zeigen sich auf dem dunkeln Untergrunde grüne flammenartig aussehende Zeichnungen. Verwendet man ein Gemische aus Kupfercarbonat und Eisenoxyd, so ergeben sich bei der gleichen Behandlung lebhaft rotbraune Flecken. In je dickerer Schichte die Mischungen aufgetragen werden, desto mehr verändert sich die Färbung der Flammen und Streifen und nimmt einen metallischen Schimmer an. Da dieses Verfahren einfacher durchzuführen ist, als jenes der Lüstrierung der Gläser, wendet man es häufig für billigere Modeartikel an, die hierdurch ein sehr gefälliges Aussehen erlangen können. Besonders empfehlenswert ist dasselbe zur Herstellung sehr schön aussehender Glasknöpfe, Schwersteine, Perlen usw.

Die Darstellung der lüstrierten und geflammten Gläser unter Anwendung von Wasserglasfarben.

Das Wasserglas ist bekanntlich ein Glas, welches nur aus Kieselsäure und einem Alkali — entweder Kali oder Natron — besteht; es unterscheidet sich wesentlich dadurch von anderen Gläsern, daß es sich bei langandauerndem Kochen mit Wasser in diesem zu einer dicken Flüssigkeit löst. Wenn man diese Lösung des Wasserglases durch längere Zeit der Luft aussetzt, so geht sie in eine sulzige

Masse über, indem durch die Kohlensäure der Luft die Verbindung in der Weise zerlegt wird, daß sich kohlen-saures Alkali (kohlen-saures Kali oder Natron) bildet, indes die Kieselsäure in Form von amorphem Kieselsäure-hydrat abgetrennt wird. Letzteres bildet aber eine gelatinöse Masse, welche die entstandene Lösung des kohlen-sauren Alkali in ihren Proben zurück hält.

Durch andauerndes Behandeln dieser sulzigen Masse mit immer neuen Mengen von heißem Wasser kann man die Lösung des kohlen-sauren Alkali fortwaschen, so daß reines Kieselsäurehydrat hinterbleibt, welches dann an der Luft zu einer gummiartig aussehenden Masse zusammen-schrumpft.

Wenn man eine Lösung von Wasserglas auf ein gewöhnliches Glas aufträgt, und zwar in dünnen Schichten, so geht der eben beschriebene Prozeß vor sich; es scheint aber, daß vor der Zersetzung das Wasserglas die Glas-masse selbst etwas angreift und in chemische Verbindung mit derselben tritt. Wäscht man nach einigen Tagen jene Stellen des Glases, welche mit der Lösung des Wasser-glases bestrichen wurden, mit Wasser ab, so merkt man, daß das Glas eine gewisse Veränderung erlitten habe, obwohl es seine Durchsichtigkeit vollkommen beibehalten hat.

Hat man den Versuch in der Weise gemacht, daß man der Wasserglaslösung durch inniges Zusammenreiben einen Farbstoff inkorporiert hat, so erscheinen die betreffenden Stellen ebenfalls gefärbt und ist es selbst durch Kratzen mit einem scharfen Messer nicht mehr möglich, die farbigen Stellen zu entfernen.

Man kann dieses Verhalten in sehr zweckmäßiger Weise benutzen, um in einfacher Art Gläser mit Verzierungen und verschiedenen Farben zu versehen. Was die Wahl der Farben betrifft, muß man immer solche verwenden, welche durch Alkalien nicht angegriffen werden; man verwendet Eisenoryd, Chromoryd, Manganoryd, Graphit und kann auch fein geschlagenes Silber, Aluminium oder Gold mit dem Wasserglase verreiben. Besonders geeignet erweisen sich als Farbstoffe sehr satt gefärbte Gläser, wie Kupfer-

rubin, goldbraunes Eisenoxydglas, blaues Kobaltglas, grünes Glas und farbige Emaillen, welche durch Mahlen und Schlämmen in sehr zarte Pulver verwandelt wurden. Diese Pulver erscheinen dann, wenn sie mit dem Wasserglase auf das Glas gebracht wurden, in ihren eigentlichen Farben. Bei der Herstellung der Farben muß man auf die Eigenschaft des Wasserglases, sich an der Luft zu zersetzen, Rücksicht nehmen. Man stellt daher die Farben in der Weise dar, daß man die Pulver mit der entsprechenden Menge Wasserglas mengt — man nimmt gerade nur so viel Wasserglas, daß die Farben dickbreiig ausfallen und läßt das Gemische schnell einige Male durch eine Farben-Reibmaschine gehen, bis es ganz gleichförmig geworden ist. Die fertiggestellten Farben werden dann sogleich in luftdicht verschließbare Gefäße abgefüllt und bleiben in diesen unverändert. Wenn mit diesen Farben gemalt werden soll, nimmt man eine gewisse Menge der dickflüssigen Masse aus dem Gefäße und verdünnt sie, um hellere Farbentöne zu erhalten, mit Wasserglaslösung, bis man die gewünschte Farbe erhalten hat. Diese wird so wie eine Aquarell- oder Ölfarbe auf das Glas gestrichen und kann man nach einigen Tagen auf die trocken gewordenen Stellen neuerdings Wasserglasfarben auftragen. Wenn man z. B. zuerst eine Stelle mit Blau bemalt hat und trägt nun auf dieses Blau Gelb auf, so ergibt sich Grün. Wendet man Rot an, so erhält man Violett usw. Die Wasserglasfarben sind nämlich durchsichtig und entstehen die Farbenwirkungen dadurch, daß sich die übereinander liegenden Farben ergänzen: blau mit gelb zu grün, blau mit rot zu violett usw.

Da weiche Gläser bekanntlich am leichtesten angegriffen werden, so wählt man zur Herstellung der Wasserglasmalereien am besten derartige Gläser, und haften auf diesen die Farben so fest, als wenn sie eingebrannt wären.

Es hängt von der Art der herzustellenden Malerei ab, ob man farbloses Glas als Unterlage verwenden will oder ob man ein farbiges Glas als solche benützt. Sehr schöne Wirkungen lassen sich auf Gläsern erzielen, welche

durch Eisenoxyd einen goldbraunen Ton erhalten haben oder welche ein ziemlich dunkles Grün zeigen. Wenn man reine Metalle zu dieser Art von Malerei verwendet, so kann man die Farben entweder so herstellen, daß die metallische Farbe bloß im zurückgeworfenen Lichte erscheint, oder auch, daß sie selbst im durchfallenden Lichte ihr metallisches Aussehen beibehält. Im ersteren Falle verwendet man zur Herstellung der Farbe, mit welcher gemalt werden soll, nur eine stark verdünnte Metallfarbe; die Teilchen des Metalles liegen in dieser weit auseinander; sie bewirken zwar im zurückgeworfenen Lichte das metallische Aussehen, aber nicht im durchfallenden. In letzterem kommt die metallische Farbe erst zur Geltung, wenn die Metallfitterchen einander so nahe liegen, daß kein Licht dazu dringen kann.

In derselben Weise, wie man die mit Wasserglas angeriebenen Farben zur Schmückung von Glasartikeln verwenden kann, lassen sich dieselben, und zwar mit außerordentlichem Vorteile in der künstlerischen Glasmalerei benützen. Bekanntlich werden Glasgemälde in der Weise hergestellt, daß man die verschiedenen Farben — dieselben bestehen sowie die Glas- und Porzellanfarben ausschließlich aus Metallverbindungen — mit Terpentin- oder Lavendelöl zu einer salbenartigen Masse anreibt, welcher noch eine gewisse Menge eines sehr leicht schmelzbaren Glases zugefügt wird (es ist dies der sogenannte „Fluß“). Mit diesen farbigen Massen wird das Gemälde so ausgeführt, wie es der Künstler für geeignet hält. Da die Farben für die Glasmalerei mit Ausnahme von Schwarz und Dunkelgrau und reinem Weiß durchweg Lasurfarben, d. i. durchsichtige Farben sind, so kann der Künstler durch Übereinandersetzen von zwei oder mehr Farben verschiedene Farbenwirkungen hervorbringen.

Das von dem Maler fertiggestellte Bild muß aber erst fixiert werden, denn die bloß mit Terpentin- oder Lavendelöl angeriebenen Farben haften nur sehr lose an dem Glase und geschieht dieses Fixieren durch das sogenannte „Einbrennen der Farben“.

Die bemalte Glastafel wird zu diesem Behufe in eine Muffel von entsprechender Größe gebracht und sehr langsam und vorsichtig so stark erhitzt, daß der Fluß schmilzt und sich mit dem erweichten Glase der Tafel fest vereinigt. Die Farben sind dann in das Glas eingeschmolzen.

Das Einbrennen ist an und für sich eine Arbeit, welche mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden muß, damit nicht durch das Zerspringen der Tafel die ganze Mühe des Malers verloren geht; sie bietet aber auch noch insoferne Schwierigkeiten dar, als sich das Aussehen vieler Farben ganz anders zeigt, wenn sie bloß mit dem Lavendelöle aufgetragen sind oder wenn sie eingebrannt wurden. Es muß daher der Glasmaler auch genaue Kenntnisse von den Veränderungen haben, welche die von ihm verwendeten Farben in ihrer Wirkung vor und nach dem Einbrennen zeigen werden.

Bei der Herstellung eines Glasgemäldes mittels der Wasserglasfarben entfallen die angedeuteten Übelstände gänzlich; die Farben behalten jenen Ton bei, welchen sie beim Auftragen hatten und haften, ohne daß es notwendig wäre, sie einzubrennen. Wenn der Maler findet, daß eine Farbe, welche er vor kurzem aufgesetzt hat, nicht paßt, so kann er sie durch Kratzen mit einem scharfen Werkzeuge spurlos entfernen. Wir betonen aber, daß diese Beseitigung der Farben nur dann ohne Schwierigkeiten geschehen kann, wenn die Farbe erst seit kurzer Zeit aufgetragen ist; bei Farben, welche schon so lange aufgetragen sind, daß das Wasserglas vollständig zersezt ist, müßte man derartige fehlerhafte Stellen durch Heraus schleifen beseitigen.

XIII. Die Darstellung der Edelsteinnachahmungen.

Wie die Untersuchungen der Edelsteine gezeigt haben, bestehen dieselben aus sehr verschiedenen Körpern und nimmt der Diamant unter denselben eine besondere Stellung ein. Derselbe besteht nämlich aus fast chemisch reinem

Kohlenstoff, welcher im tessellaren Kristallsysteme kristallisiert. Gewöhnlich erscheint der Diamant als farbloser Körper von ungemein hohem Lichtbrechungsvermögen, mitunter ist er aber auch schwach gelblich, in selteneren Fällen grünlich oder rötlich gefärbt und werden diese Färbungen durch Spuren von amorphem Kohlenstoff, Eisenoryd usw. bedingt. Bis nun ist es nicht gelungen, Diamanten auf künstlichem Wege darzustellen und sind wir nur im Stande, Nachahmungen desselben zu machen, welche in Bezug auf das Aussehen ziemlich täuschend sind.

Diese Nachahmungen sind sämmtlich aus einem stark bleihaltigen Glase, welches aus den allerfeinsten Materialien angefertigt sein muß, hergestellt und wird dieses Glas, dessen Herstellungsweise wir schon beschrieben haben, mit dem Namen „Straß“ bezeichnet. Wichtig dargestelltes Straßglas zeichnet sich durch ein sehr starkes Lichtbrechungsvermögen aus, so daß ein wie ein Brillant geschliffenes Stück dieses Glases ein lebhaftes Farbenspiel besitzt und ein Nichtkenner, hierdurch getäuscht, das Glasstück für einen Diamant halten könnte. Im Vergleiche mit echten Brillanten zeigt es sich aber, daß die künstlichen nie jenes Feuer zeigen, welches den echten Steinen zukommt; es zeigt sich dies am besten an der Tatsache, daß ein Kenner unter einer Anzahl echter Diamanten sogleich einen falschen herausfindet und umgekehrt.

Da die falschen Diamanten aus einem sehr weichen Bleiglas bestehen, unterscheiden sie sich auch schon dadurch von dem echten Diamante, welcher bekanntlich der härteste Körper ist, welchen wir kennen. Als Bleigläser, welche sehr reich an Blei sind, haben die nachgeahmten Diamanten noch eine andere üble Eigenschaft: sie verlieren nach einer Reihe von Jahren ihr feuriges Aussehen und lebhaftes Farbenspiel fast vollkommen und nehmen das Aussehen eines ganz matten Glases an. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß sich in dem Glase schwarzes Schwefelblei bildet. Besonders deutlich nimmt man diese Erscheinung an solchen falschen Diamanten wahr, welche durch lange Zeit beständig als Schmuckgegenstand, z. B.

als Ohrgehänge, getragen wurden, und erklärt sich diese Veränderung aus der Thatfache, daß die Menschenhaut auch kleine Mengen von Schwefelwasserstoff abgibt, durch welchen dann die Veränderung des Bleiglasess beschleunigt wird.

Wie sich aus den eben gemachten Angaben ergibt, bilden die nachgeahmten Diamanten nur einen sehr unvollkommenen Ersatz für die echten Steine, da sie nicht jenes herrliche Farbenspiel besitzen, welches den letzteren zukommt und außerdem im Laufe der Zeit ein unschönes Aussehen annehmen. Wenn man ein aus sehr reinen Materialien dargestelltes Stück Straßglas seiner größten Dicke nach ansieht, so erscheint es in den meisten Fällen gelblich; diese Färbung rührt davon her, daß aller Vorsicht zum Troz Spuren von Eisenverbindungen in das Glas gelangten oder daß die Färbung durch Kohlenstoff, der in Folge einer Unvorsichtigkeit in das Glas gelangte, bedingt wird.

Um daher ein Straßglas zu erhalten, welches selbst in etwas dickeren Stücken gar keine Färbung erkennen läßt, erscheint es immer angezeigt, den Glasfäßen eine sehr kleine Menge von Salpeter beizufügen; es kann dann nie eine Färbung durch Kohle eintreten. Ist aber, wie dies häufiger vorkommt, die Färbung durch Eisenoxyd bedingt, kann dieselbe bei genügender Vorsicht noch korrigiert werden. Man muß zu diesem Behufe das Glas in Pulver verwandeln und durch Zusatz einer sehr geringen Menge von feinsten Smalte (das ist Kobaltglas) das Gelb zu kompensieren suchen. Wie groß die anzuwendende Menge von Smalte sein muß, um diesen Zweck zu erreichen, hängt selbstverständlich von der Beschaffenheit des Glases ab; hierüber eine feststehende Vorschrift zu geben, ist unmöglich. Um nach der abermaligen Schmelzung nicht das Glas anstatt mit einem gelblichen Stich nunmehr mit einem blauen zu erhalten, muß man durch Probenschmelzungen kleiner Mengen von Glas, welches einen genau abgemessenen Zusatz an Smalte erhalten hat, das Richtige zu treffen suchen.

Durch das Pulvern und abermaliges Schmelzen des Straßglases stellen sich die Gestehungskosten desselben

allerdings höher — ein Umstand, welcher aber gerade bei diesem Artikel wenig ins Gewicht fällt, da die aus solchem Glase geschliffenen „Diamanten“ sich durch ein viel schöneres Feuer auszeichnen, als jene, welche aus dem gelblichen Glase hergestellt wurden, und infolgedessen auch bedeutend teurer bezahlt werden.

Die farbigen Edelsteine, Rubin und Saphir, bestehen aus kristallisierter Tonerde, welche durch Metalloxyde gefärbt ist, und zwar sind die färbend wirkenden Körper beim Rubin eine Chromverbindung, beim Saphir aber eine Kobaltverbindung. Da man gegenwärtig im Stande ist, die reine Tonerde mittels eines starken elektrischen Stromes zu schmelzen und die geschmolzene Tonerde beim Erkalten Kristalle bildet, welche dieselbe Härte besitzen wie die in der Natur vorkommende kristallisierte Tonerde, so steht zu erwarten, daß es gelingen werde, die beiden genannten Edelsteine künstlich darzustellen. Man hätte es in diesem Falle dann nicht mit einer Nachahmung zu tun, sondern mit einer Nachbildung, denn die so erhaltenen Rubine und Saphire haben dieselbe Härte und Kristallform wie die natürlich vorkommenden. Bis zu einem gewissen Grade ist diese Nachbildung schon gelungen, und zwar insoferne, daß man in der geschmolzenen und beim Erkalten kristallisierenden Tonerde rote und blaue Kristalle beobachtet hat; diese Kristalle sind aber winzig klein und daher als Edelsteine wertlos.

Die Darstellung von Rubinnachahmungen.

Man kann Straßglas durch Manganoxyd rot färben und kommt die so erhaltene Färbung jener der natürlichen Rubine sehr nahe, wenn man folgenden Satz anwendet:

Straßglas	1000
Manganoxyd	25

Wie bei allen derartigen Nachahmungen muß man hier nur ganz reine Präparate in Anwendung bringen — das Manganoxyd muß chemisch rein sein, darf durchaus kein Eisenoxyd enthalten und müssen die Materialien in stark

zerkleinerter Form angewendet werden. Es muß daher das Straßglas feinst gepulvert werden und wird das Pulver mit dem Manganoryd innig gemischt. Die Mischung wird sodann in der Weise niedergeschmolzen, daß man trachtet die Hitze so rasch zu steigern, daß die Masse dünnflüssig wird und dieselbe dann soweit abkühlen läßt, daß sie zähflüssig erscheint. Es ist aus dem Grunde notwendig, so schnell als möglich zu arbeiten, weil das bleireiche Straßglas die Neigung hat, sich bei langandauerndem Schmelzen in bleiärmere und bleireichere Verbindungen zu scheiden und auch bei längerer Schmelzzeit die Färbung ungleichmäßig ausfällt. Wenn das Glas einmal so weit erkaltet ist, daß es nur mehr sehr zähflüssig erscheint, ist diese Gefahr der Entmischung nicht mehr zu befürchten und muß dann das Glas sehr langsam gekühlt werden, damit es nicht spröde wird. Letzteres wäre bei der nachfolgenden Bearbeitung des Glases von großem Nachteil, indem es geschehen könnte, daß ein schon fast im Schlicke ganz voll endeter Stein springt und dann die ganze Arbeit verloren wäre.

Nachahmungen von Rubinen, welche in bezug auf Schönheit der Farbe jene übertreffen, welche unter Anwendung von Manganoryd allein dargestellt werden, lassen sich nach folgendem Verfahren erhalten: Bei der Darstellung der Nachahmungen von Topasen (siehe unten) erhält man gewöhnlich im oberen Teil der Glasmasse, und zwar rings am Rande des Tiegels, eine dunkel gefärbte Masse, welche nur in ganz dünnen Schichten eine sehr schön rote Färbung zeigt. Man bricht diese Masse sorgfältig von dem eigentlichen Topasglase los, verwandelt sie in feines Pulver und mengt dieses innig mit dem Pulver von farblosem Straßglas, und zwar in dem Verhältnisse, daß man auf einen Teil der dunkelfarbigen Schmelze acht Teile Straß in Anwendung bringt. Man schmilzt die Mischung nieder, erhält sie durch 20 bis 24 Stunden in der Rotglühhitze und läßt sie dann langsam erkalten. Die gänzlich abgekühlte Masse erscheint als ein gelbes Glas, welches jedoch, wenn man es, wie dies bei

dem gewöhnlichen Rubinglase geschieht, in der Hitze anlaufen läßt, seine Farbe bald in ein prachtvolles Rubinrot umändert. Da die Schmelze, welche man bei der Darstellung dieses Glases als färbendes Prinzip anwendet, goldhältig ist, so kann man wohl annehmen, daß auch in diesem Falle der färbend wirkende Körper derselbe ist, welcher im gewöhnlichen Goldrubinglase die Färbung bedingt.

Das Anlaufenlassen einer dickeren Glasmasse ist mit Schwierigkeiten verbunden; weit leichter ist es, dünnere Stücke in der richtigen Weise anlaufen zu lassen. Man geht daher zweckmäßig in der Weise vor, daß man das fertiggestellte Glas zu Tafeln formt, welche 6 bis 8 Millimeter dick sind und diese Tafeln dann dem Anlaufenlassen unterzieht. Man kann diese Tafeln dann mittels des Glaserdiamantes leicht in Streifen und diese wieder in prismatische Stücke schneiden, die dann durch Schleifen die gewünschte Form erhalten. Es ist dieser Vorgang auch bei den anderen farbigen Gläsern, welche zur Nachahmung von Edelsteinen verwendet werden sollen, zu empfehlen, indem es bei Einhaltung desselben leicht ist, trübe oder ungleichmäßig gefärbte Stellen des Glases auszuscheiden und nur die vollkommen klaren und durchsichtigen Stücke zum Schleifen zu verwenden.

Die Nachahmungen von Saphiren.

Der echte Saphir verdankt seine Färbung einem Gehalte von Kobaltoxyd; je nachdem derselbe größer oder geringer ist, erscheint der Stein mehr oder weniger dunkelblau und durchsichtig; man kennt Saphire, deren Farbe jener des sattesten Ultramarin gleicht, und solche, welche eine ganz helle (meerblaue) Farbe zeigen und deshalb auch als „Aquamarin“ bezeichnet werden.

Man stellt die Nachahmungen von Saphiren gewöhnlich in der Weise dar, daß man Straßglas mit 1,5 bis 2% an feinsten Smalte mischt und die Mischung niederschmilzt. Man muß hierbei die Vorsicht beobachten, daß

keine reduzierenden Gase in den Tiegel gelangen; derselbe muß daher mit einem gut passenden Deckel versehen sein und die Masse bis zu 30 Stunden in Fluß erhalten werden.

Die Farbe des Glases fällt aber weit schöner aus, wenn man an Stelle des Kobaltglases — denn ein solches ist die Smalte — reines Kobaltoxyd als Färbemittel des Straßglases anwendet; die Smalte enthält zwar hauptsächlich Kobaltsilikat, aber neben diesem auch noch kleine Mengen von Silikaten anderer Schwermetalle, welche die Reinheit der blauen Färbung beeinträchtigen.

Die Nachahmungen von Smaragden.

Der Smaragd erscheint in seinen schönsten Varietäten als ein vollkommen durchsichtiger Stein von gewöhnlich grasgrüner Färbung, welche aber bei manchen Steinen einen Stich in das Bläuliche oder Gelbliche zeigt. Der edle durchsichtige Smaragd hat dieselbe Zusammensetzung wie der Beryll und unterscheidet sich von diesem eben nur durch seine vollkommene Durchsichtigkeit; bläuliche Abarten des Smaragdes und des Berylles werden wohl auch als Aquamarine bezeichnet. Der Beryll, welcher alle Übergänge von halb durchsichtig bis ganz undurchsichtig zeigt, wechselt auch sehr in seiner Färbung; am häufigsten erscheint er mit apfelgrüner Farbe, geht aber auch in Honiggelb oder in Himmelblau über.

Da der Smaragd der wertvollste unter allen hierher gehörigen Steinen ist, stellt man gewöhnlich nur die Nachahmung desselben dar und verwendet hierfür den folgenden Satz:

Straßglas	1000
Kupferoxyd	8
Chromoxyd	0,25.

Es ergibt sich ein rein smaragdgrünes Glas; wenn man Steine herstellen will, bei welchen das Grün mehr in das Blaue neigt, so fügt man dem angegebenen Satze noch eine sehr geringe Menge von Kobaltoxyd oder Smalte

zu; soll die Färbung einen Stich in das Gelbe erhalten, so wird dieser durch Zusatz von Eisenoxyd hervorgerufen.

Aquamarine von ausgesprochen meergrüner Farbe erhält man unter Anwendung des folgenden Satzes:

Straßglas	1000
Spießglanzglas	7
Kobaltoxyd	0,4.

Wenn man ein Glas, welches zu Nachbildungen von Smaragden dienen soll, zerschneidet, so kann man diejenigen Stücke, welche nicht rein smaragdgrün gefärbt sind, auch ganz gut zu geschliffenen Steinen verarbeiten und bezeichnet sie je nachdem sie mehr in das Blaue oder Gelbe neigen als Aquamarine oder als Chrysoberyll.

Die Nachahmung von Topasen.

Die echten Topase zeigen ein sehr verschiedenes Aussehen; manche derselben sind nahezu farblos, andere sehr hellgelb gefärbt, indes manche eine dunkelweingelbe Färbung zeigen. Man hat daher bei der Darstellung der Nachahmungen dieses Edelsteines einen ziemlich weiten Spielraum, je nachdem man eine hellere oder dunklere Varietät darstellen will. Ein Satz, welcher satt gefärbtes Glas liefert, hat die folgende Zusammensetzung:

Straßglas	1000
Spießglanzglas	40
Goldpurpur	1

Dieser Satz ist derjenige, bei dessen Niederschmelzen am Rande der Glasmasse gewöhnlich die ringförmige dunkle Absonderung entsteht, welche man dann zur Darstellung der schönen Nachahmung von Rubinen verwenden kann. Nach einer anderen Vorschrift kann man Topasnachahmungen mit folgendem Satze erhalten:

Straßglas	1000
Eisenoxyd	8 bis 10

Die Nachahmung von orientalischen Granaten.

Dieser Stein, welcher, wenn er rein durchsichtig und von schönem Feuer ist, als ein sehr wertvoller Edelstein

gilt und auch unter der Bezeichnung „Syrischer Granat“ in den Handel kommt, erscheint von einer Färbung, welche hauptsächlich ein Rot ist, das jenem des Rubinés nahe kommt, sich aber wesentlich von demselben dadurch unterscheidet, daß dem Rot stets ein eigenartiger Purpurschimmer oder ein bläulicher Ton beigemischt ist. Man kann diesen schönen Edelstein unter Anwendung des folgenden Satzes in sehr gelungener Weise nachahmen:

Straßglas	1000
Spießglangglas	500
Goldpurpur	4
Manganoryd	5

Durch Erhöhung des Gehaltes an Goldpurpur erteilt man dem Glase eine mehr in das Rubinrote neigende Färbung; wird die Menge des Manganorydes vergrößert, so tritt der violette Ton stärker hervor.

Bekanntlich unterscheidet man bei den Edelsteinen die eigentlichen Edelsteine von den sogenannten „Halbedelsteinen“; zu den ersteren rechnet man Diamant, Rubin, Saphir, Smaragd, Topas und die schönsten Varietäten des orientalischen Granates. Zu den Halbedelsteinen gehören neben den böhmischen Granaten die verschiedenen Varietäten des gefärbten Bergkristalles, wie die violetten Amethyste, die gelben Zitrine, die bräunlichen Rauchtöpfe u. a. m. Da man diese farbigen Abarten des Bergkristalles häufig genug in der Natur findet, so werden sie kaum irgendwo künstlich nachgeahmt; eine Ausnahme hiervon bildet nur der violette Amethyst, welcher namentlich in seinen dunkelfarbigen Stücken ziemlich selten ist und einen sehr hübschen Schmuckstein darstellt.

Die Nachahmung des Amethystes.

Eine ziemlich gute Nachahmung des Amethystes läßt sich durch Schmelzen von Straßglas mit Manganoryd allein darstellen und verwendet man in der Regel auf 1000 Teile Straßglas 8 bis 12 Teile Manganoryd. Das so erhaltene Glas zeigt zwar eine sehr schön violette

Färbung, ohne daß dieselbe beim Vergleiche mit jener eines echten Amethystes volle Übereinstimmung zeigt. Es fehlt der eigentümliche rötliche oder bläuliche Schimmer, welcher den echten Amethysten zukommt. Ein Saß, der ein Glas liefert, welches in bezug auf seine Färbung jener der echten Amethyste bei weitem näher kommt, wird folgendermaßen zusammengesetzt:

Sträßglas	1000
Manganoxyd	8
Kobaltoxyd	5
Goldpurpur	0,2.

Die Nachahmungen undurchsichtiger Edelsteine.

Wir kennen außer den durchsichtigen Edelsteinen auch mehrere, welche gänzlich undurchsichtig sind, aber trotzdem hoch im Werte stehen, wie dies z. B. mit den echten Türfisen der Fall ist. Die Nachahmungen derartiger Edelsteine können nur unter Anwendung undurchsichtiger Gläser hergestellt werden, gelingen aber, wenn man das richtige Maß des färbend wirkenden Körpers getroffen hat, in vorzüglicher Weise.

Am geeignetsten zur Anfertigung dieser Nachahmungen erweist sich ein Malabasterglas von rein weißer Grundfarbe, welches man nach folgendem Saße darstellen kann:

Eisensfreier Quarzsand	100
Reines kohlen-saures Kalium	40
Borax	5
Weißer Talc	5.

Um unter Anwendung dieses Saßes ein entsprechendes Glas zu erhalten, verwenden wir das reine kohlen-saure Kalium, welches man erhält, wenn man gereinigten klein kristallisierten Weinstein (den sogenannten Cremor tartari des Handels) in einem Tiegel zur Weißglut erhitzt, die schwarze Masse, welche sich in dem Tiegel vorfindet, mit Wasser auslaugt, die Lösung von der ihr beigemengten feinst verteilten Kohle klar abfiltriert und in einer Porzellanschale zur Trockene verdampft. Das hinterbleibende

weiße Pulver kann als chemisch reines kohlensaures Kalium angesehen werden. Man muß es noch in heißem Zustand in wohlverschlossene Gefäße bringen, da es an der Luft sehr schnell Feuchtigkeit anzieht.

Die Nachahmung von Türkisen.

Wenn der oben angegebene Glasatz auf Türkisglas verarbeitet werden soll, so fügt man bei der Mischung der Bestandteile 0,75 Kilogramm reines Kupferoxyd und zwei Teile Kalisalpeter zu.

Das Niederschmelzen der Beschickung muß stets in einem wohlbedeckten Tiegel geschehen, da sonst leicht ein Teil des Kupferoxydes in Kupferoxydul übergehen könnte, wenn reduzierend wirkende Feuergase zu der Masse gelangen. Man erhält schließlich ein Glas, welches undurchsichtig ist und die Farbe eines sehr schönen vergiftmeinnichtblauen Türkises zeigt. Durch Vermehrung oder Verminderung der Kupferoxydmenge erhält man ein Glas von dunklerer oder hellerer Färbung. Die Schönheit der Farbe tritt bei dieser Nachahmung am besten hervor, wenn man die Glasstücke, so wie man dies bekanntlich auch mit dem echten Türkis tut, „mugelig“, das heißt in Form eines Brotlaibes schleift. Das Türkisglas läßt sich nicht nur zur Herstellung von Nachahmungen des echten Türkises verwenden, sondern kann auch mit Vorteil zur Verzierung anderer Gläser, sowohl durchsichtiger als undurchsichtiger, benützt werden.

Die Nachahmungen von Chrysopras.

Der Chrysopras ist ein Edelstein, dessen Färbung ein eigentümliches Grüngelb ist und welcher ebenfalls ganz undurchsichtig oder nur schwach durchscheinend ist. Man kann diesen Stein in sehr schöner Weise nachahmen, indem man dem oben angeführten ungefärbten Sage Uranoxyd und Kupferoxyd zufügt, und zwar verwende man auf die angegebenen Mengen 0,5 Teile gelbes Uranoxyd und

0,05 Teile Kupferoxyd. Wenn man eine etwas größere Menge von Kupferoxyd anwendet, so tritt der gelbgrüne Farbenton mehr in den Hintergrund und wird durch einen mehr bläulichen ersetzt.

Die Nachahmungen von Opalen.

Der sehr wertvolle Edelstein „edler Opal“ zeichnet sich durch eine blaugraue Grundfarbe aus, welche an und für sich nichts besonders Bemerkenswerthes bietet; wenn man aber einen mugelig geschliffenen Opal hin und her wendet, so dringen aus dem Inneren des Steines Lichter in allen Farben des Regenbogens hervor, welche demselben ein außergewöhnlich schönes Aussehen gewähren. Geringere Stücke von Opal zeigen dieses Farbenspiel nur sehr schwach und der „gemeine Opal“ zeigt überhaupt nur die Opalisieren im allgemeinen bezeichnete Lichtwirkung.

Es ist bis nun nicht gelungen, das feurige Farbenspiel des edlen Opales in einer Nachahmung hervorzu- bringen und dürfte dies auch kaum möglich sein, da dasselbe durch eine eigentümliche Struktur im Inneren des halbdurchsichtigen Steines zustande kommt.

Man kann aber bekanntlich ein Glas herstellen, welches das Opalisieren sehr hübsch zeigt und verwendet dieses Glas, dessen Herstellung wir schon beschrieben haben, gegenwärtig vielfach zur Anfertigung von Lampenschirmen, Knöpfen usw. an. Da das gewöhnliche Opalglas eine nur ganz unbestimmte Färbung zeigt — man kann dieselbe als bläulichgrau bezeichnen — so kann man die Färbung für gewisse Zwecke etwas abändern. Ein kleiner Zusatz von Manganoxyd zu dem gewöhnlichen Opalglasfaze bewirkt, daß das Glas einen rötlichen Ton annimmt; durch eine sehr kleine Menge von Kobaltoxyd läßt sich der Ton ins Bläuliche ändern.

Wenn man ein derartiges Opalglas in der Weise faßt, — dies geschieht häufig mit jenen mugeligen Stücken, die man zu Knöpfen verarbeitet —, daß der Glasmasse eine metallische Unterlage gegeben wird, so wird hierdurch

eine hübsche Farbenwirkung erzielt. Man verwendet als Unterlage weiße Zinnfolie, auf welche man mit grellen Farben rote und blaue Punkte gemalt hat; diese metallischen Farben leuchten durch das durchscheinende Opalglas und bewirken im Auge einen Eindruck, welcher sich zwar mit jenem, welchen ein edler Opal hervorbringt, nicht vergleichen läßt, aber auf das Auge einen angenehmen Eindruck macht.

XIV. Die Prüfung von Glasfäden.

Die Glastechnik ist in unserer Zeit so weit fortgeschritten, daß wohl kein Zweifel mehr darüber möglich ist, welche Sätze gute haltbare Gläser ergeben und welche nicht. Man braucht daher nur, um ein Glas von bestimmten Eigenschaften mit Sicherheit herstellen zu können, genau der Vorschrift über die Zusammensetzung eines Glasfades, von welchem angegeben ist, daß er Glas von den bezeichneten Eigenschaften liefert, zu folgen, um auf ein günstiges Ergebnis rechnen zu können.

Dies gilt aber in Wirklichkeit nur von der Voraussetzung ausgehend, daß man auch mit ganz reinen Materialien arbeitet; wenn es in der Vorschrift heißt: „Sand“ oder „Kalk“, so ist damit immer gemeint, daß der „Sand“ aus reiner Kieselsäure bestehe und daß der „Kalk“ eben nichts anderes ist, als Kalziumoxyd. Diese Verhältnisse treffen aber nur in sehr seltenen Fällen zu; in der Regel besteht der Sand zwar der Hauptsache nach aus Kieselsäure, welcher aber gewisse Mengen fremder Körper beigemischt sind, die einen sehr wesentlichen Einfluß auf das Verhalten des Sandes beim Niederschmelzen der Glasmassen ausüben.

Der Sand ist in den meisten Fällen ein Zerlegungsprodukt gewisser Gesteine, welches an gewissen Stellen zusammengeschwemmt wurde und mehr oder weniger fremde Mineralien enthält. Die meisten Lager von Quarzsand sind die Überreste der Urgesteine Granit oder Gneis; diese

bestehen aber neben Quarz noch aus wechselnden Mengen von Feldspat und Glimmer und finden sich Reste dieser Mineralien der Kieselsäure beigemischt. Der Glimmer ist ein Mineral, welches oft namhafte Mengen von Eisenoryd enthält; es hat aber dies zur Folge, daß man mit einem Quarzsande, welcher eisenhaltigen Glimmer mit sich führt, nie ein farbloses Glas erhalten kann.

Der Kalkstein enthält oft neben Kalziumoryd an Kohlenensäure gebunden noch bedeutende Mengen von kohlen-saurer Magnesia und ebenfalls Eisenoryd, außerdem findet sich in manchen Kalksteinen noch eine gewisse Menge von Ton vor und nehmen diese Gemengtheile den größten Einfluß auf die Eigenschaften des mit dem Kalk herzustellenden Glases.

Man kann in der Praxis den Schwierigkeiten, welche sich aus dem Vorhandensein dieser Fremdkörper in den Rohstoffen, welche zur Glasbereitung dienen, nur dadurch begegnen, daß man von den zur Verfügung stehenden Rohstoffen zahlreiche Analysen ausführen läßt und unter Berücksichtigung der Ergebnisse derselben die Zusammensetzung eines Glasfades entsprechend ändert. Es ist dies aber ein umständliches, zeitraubendes und auch kostspieliges Verfahren, welches durchaus nicht in allen Glaswerken angewendet wird.

Viel häufiger sucht man durch praktische Proben dahin zu gelangen, die richtige Zusammensetzung der Glasfäden unter Anwendung der zur Verfügung stehenden Rohstoffe zu ermitteln. Man geht hierbei in der Weise vor, daß man mit ganz kleinen Mengen der Rohstoffe arbeitet, diese aber sorgfältig zubereitet und abwägt. Es genügt dann mit Mengen zu arbeiten, welche nicht größer sind, als daß sie etwa ein Kilogramm fertiges Glas ergeben. Diese Menge reicht vollkommen aus, um das Verhalten eines Glases beim Schmelzen, Formen und Kühlen zu ermitteln.

Da man mit solch kleinen Mengen eines Glasfades nicht in einem Glashafen arbeiten kann, wie er für den Großbetrieb angewendet wird, so muß man bemüht sein, sich auch einen Schmelzofen herzustellen, in welchem man

die Probemischungen schmelzen kann. Ein solcher Ofen muß aber so beschaffen sein, daß man in ihm eine so hohe Temperatur hervorbringen kann, um auch die schwerst schmelzbaren Glas- und Emaillesätze binnen kurzer Zeit niederschmelzen zu können.

Die Öfen zum Schmelzen von Proben.

Wir haben einen solchen Ofen für Probenschmelzungen — und zwar namentlich für Emailmassen — schon vor längerer Zeit konstruiert und gibt die Abbildung Fig. 7 das Aussehen eines derartigen Ofens im Querschnitte wieder. Ein eiserner Zylinder C, welcher aus starkem Blech angefertigt wird, ist innen mit einer dicken Schichte von feuerfestem Tone bekleidet. In diesem Zylinder steht ein gewöhnlicher hessischer Schmelztiegel T von der größten Gattung, wie derselbe überhaupt im Handel vorkommt. Unmittelbar über den Boden dieses Tiegel sind in die Wandung desselben zwölf Öffnungen o gebohrt. Im Inneren des Tiegels steht ein sehr massiv gearbeiteter Dreifuß aus Schmiedeeisen, der einen kleinen hessischen Schmelztiegel S trägt. Dieser ist zur Hälfte mit Magnesia gefüllt und wird in diese der kleine Porzellan- oder Platintiegel P, in welchem die zu prüfende Mischung enthalten ist, eingebettet. Eine aus starkem Platindraht angefertigte Handhabe H ermöglicht, den glühenden Tiegel P schnell ausheben zu können.

Auf dem Zylinder C sitzt ein ebenfalls aus feuerfestem Ton angefertigter kegelförmiger Aufsatz A, auf welchen man noch zur Verstärkung des Luftzuges ein mehrere Meter langes Blechrohr setzen kann. Die durch einen gut passenden Deckel verschließbare Öffnung B in dem kegelförmigen Aufsätze dient zur Eintragung von Brennmaterial. Am unteren Teile des Zylinders C ist ein eisernes Rohr R eingesetzt, welches mit einem kleinen Gebläse, durch welches Luft zugeführt werden kann, verbunden ist. Nachdem man den Tiegel P mit der zu schmelzenden Masse beschickt hat, setzt man ihn in den Tiegel S ein und wirft

durch die Öffnung B glühende Kohlen in den Tiegel T. Man verwendet entweder nußgroße Stücke von Holzkohle oder ebensogroße Stücke von gut ausgeglühtem Stein-

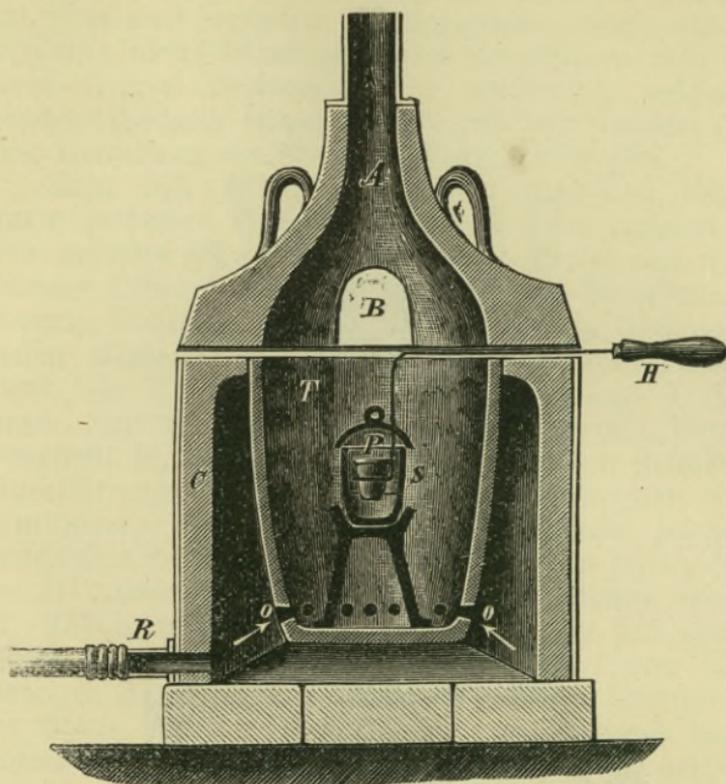


Fig. 7.

kohlenkoks und füllt den Tiegel T so hoch an, als dies möglich ist.

Das Gebläse wird sodann in Gang gesetzt, und zwar in der Weise, daß die von dem Gebläse eingetriebene Luft zuerst durch ein glühendes Eisenrohr strömen muß, ehe sie in den Tiegel T gelangt. Die Luft wird hierdurch selbst genügend vorgewärmt und findet nunmehr in T eine sehr lebhaftere Verbrennung des Brennmaterials unter Entwicklung einer sehr hohen Temperatur statt. Es sind uns

Fälle vorgekommen, in welchen die Temperatur so hoch stieg, daß der eiserne Dreifuß selbst zu schmelzen begann; wir haben denselben daher nunmehr durch einen hessischen

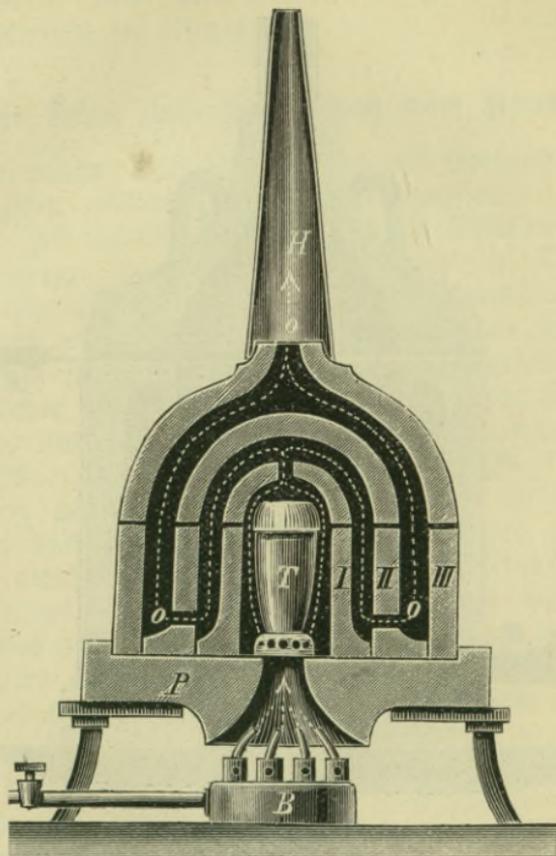


Fig. 8.

Schmelztiiegel ersetzt, welcher mit der Mündung nach unten in T gestellt wird und als Träger des Tiegels S dient.

Die Schmelzung einer 500 bis 1000 Gramm betragenden Masse in dem Tiegel P ist unter diesen Verhältnissen in sehr kurzer Zeit beendet; man hebt den Tiegel P dann rasch aus, ersetzt ihn durch einen anderen, welchen man schon in Bereitschaft hält und kann die zweite Schmelz-

zung, da der ganze Apparat jetzt schon vorgewärmt ist, in noch kürzerer Zeit ausführen, als für die erste notwendig war.

An Orten, an welchen man Leuchtgas zur Verfügung hat, ist es weit bequemer, alle Probeschmelzungen unter Anwendung dieses Brennmaterials auszuführen. Wir haben einen kleinen Probeschmelzofen konstruiert, welcher für Leuchtgasheizung eingerichtet ist und von welchem Fig. 8 eine Abbildung im lotrechten Durchschnitte gibt.

Eine dicke Platte P aus feuerfestem Ton ruht auf einem passenden Gestell, welches aus Eisen angefertigt ist und befindet sich in der Mitte dieser Platte eine trichterförmige Öffnung, über welcher ein aus Porzellan angefertigter Untersatz steht, welcher an seinem Umfange mit vielen kleinen Öffnungen versehen ist; dieser Untersatz dient dem Tiegel T als Träger. Der Tiegel T ist von einem Zylinder I, welcher aus unglasiertem Porzellan hergestellt ist, umgeben und ruht auf diesem Zylinder ein kuppelförmiger Aufsatz. In der Entfernung von einigen Zentimetern ist der Zylinder I von einem zweiten II umschlossen, der seinerseits wieder von einem dritten Zylinder III umgeben ist. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, sind auch diese beiden Zylinder, welche aus gewöhnlichem feuerfesten Ton hergestellt werden, von kuppelförmigen Hüten überdeckt. Unter dem trichterförmigen Teil der Platte P steht ein aus Eisen angefertigter niederer Zylinder B, auf welchen zwölf Gas-Heizbrenner geschraubt sind, deren Mündungen nach innen geneigt sind; der Zylinder B steht durch ein weites Rohr mit der Gasleitung in Verbindung.

Wenn der ganze Apparat in der Weise zusammengestellt ist, wie dies die Abbildung zeigt, und man entzündet das aus dem Brenner herausströmende Leuchtgas, so bildet sich in dem Trichter der Platte P eine kegelförmige Flamme, welche durch die vielen kleinen Öffnungen in dem Untersatze, auf dem der Schmelztiegel T steht, hervordringen und den Tiegel allseitig umgeben. Man gibt anfangs dem Gashahne eine solche Stellung, daß die

Flammen nur ganz klein sind; wenn der Tiegel T und die Wandung des Zylinders I einmal genügend erwärmt sind, so bemerkt man, daß die Flammen kräftig in den Trichter von T hineingezogen werden und man läßt dann das Gas voll zuströmen. Die Flammen erfüllen dann den ganzen kuppelförmigen Raum I, schlagen in den freien Raum zwischen I und II über und treten endlich zwischen II und III oben aus. Man setzt dann, um den Luftzug noch zu verstärken, auf die oben offene Kuppel von III einen röhrenförmigen Aufsatz H, welcher aus Eisenblech angefertigt ist.

In der Abbildung ist der Weg, welchen die Feuergase nehmen müssen, durch punktierte Linien angedeutet; die Flammen treten aus der Öffnung o in der Kuppel von I aus, gelangen durch die in II angebrachten Öffnungen in den Raum zwischen II und III und entweichen die Feuergase endlich durch die Öffnung o in der Kuppel von III.

Infolge dieser Einrichtung wird sowohl der Tiegel T als der Zylinder I in ganz kurzer Zeit weißglühend und wird durch die beiden Zylinder II und III jeder Wärmeverlust vermieden, so daß man, wenn der Tiegel einmal bis zur Weißglut gebracht ist, den Gaszufluß viel kleiner machen kann und der Tiegel dennoch in der Weißglut erhalten wird.

Um einen Anhaltspunkt für die Temperatur zu haben, welche in dem Apparate herrscht, kann man mittels eines Platindrahtes an der Unterseite des Untersatzes, auf welchem der Tiegel ruht, ein Stück Metall — Kupfer oder Silber — oder Gußeisen befestigen und stellt dann in die Mitte des Zylinders B ein kleines Schälchen aus Ton oder Porzellan. Wenn die Temperatur in dem Raume zwischen dem Tiegel und dem Zylinder I einmal so hoch gestiegen ist, daß der Schmelzpunkt des betreffenden Metalles erreicht ist, so schmilzt das Metall und fällt in Form eines Tropfens in das untergesetzte Schälchen. Da Kupfer zirka bei 1000 Grad, Silber bei 1100 Grad und Gußeisen bei 1400 Grad schmilzt, so beweist das Herabfallen des Metalltropfens, daß nunmehr die gleiche Temperatur in dem Tiegel erreicht ist.

Es ist übrigens nur für denjenigen, welcher einen derartigen Probeschmelzofen einige Male anwendet, notwendig, diese Metallprobe zu machen; wenn man einmal einige Übung in der Handhabung des Apparates erlangt hat, kann man mit großer Sicherheit aus der Zeit, welche vom Entzünden der Flammen bis zu einem gewissen Momente verstrichen ist, feststellen, welche Temperatur im Innern des Tiegels erreicht ist.

Um nach beendeter Erhizung den Tiegel schnell ausheben zu können, stellt man das Feuer ab (wenn man sogleich eine zweite Schmelzung vornehmen will, stellt man jedoch die Flammen nur ganz klein), hebt mittels Handhaben, welche in der Zeichnung nicht angegeben sind, die kuppelförmigen Aufsätze einen nach dem anderen ab und hebt den Tiegel T, der von drei Platindrähten (welche ebenfalls in der Zeichnung nicht sichtbar sind) gehalten wird, aus. - Wenn eine zweite Schmelzung vorgenommen werden soll, senkt man einen zweiten, schon in Bereitschaft gehaltenen Tiegel in den Zylinder I ein, überdeckt die drei Zylinder wieder mit ihren Kuppeln und kann nun sogleich wieder starkes Feuer geben. Da der Zylinder I noch geraume Zeit, nachdem man das Gas abgestellt hat, in heller Glut bleibt, so geht die zweite Schmelzung und jede folgende in sehr kurzer Zeit vor sich. Wenn alles genügend vorbereitet ist, kann man in einer Stunde vier bis fünf Probeschmelzungen durchführen.

Mit einer geringen Modifikation läßt sich der eben beschriebene Probeschmelzofen auch zum Schmelzen von Emailleproben benützen. Man muß in diesem Falle in dem Boden des Schmelztiegels T ein Loch herstellen, welches die Gestalt eines abgestumpften Kegels besitzt, dessen Spitze nach abwärts gerichtet ist. Man legt auf diese Öffnung eine kleine Kugel aus unglasiertem Porzellan und stampft den Tiegel mit der feinstgemahlten Mischung des Emaillesatzes voll. Auf den Zylinder B wird dann ein Porzellantiegel gestellt, welcher so groß sein muß, daß er den geschmolzenen Inhalt von T zu fassen vermag.

Wenn die Temperatur in dem Apparate so hoch

gestiegen, daß die Emaille geschmolzen und dünnflüssig geworden ist, so steigt die Porzellantugel, welche ein geringeres spezifisches Gewicht besitzt als die geschmolzene Masse, in derselben in die Höhe und fließt nunmehr die geschmolzene Emaille in Form eines dünnen Strahles in den untergesetzten Tiegel. Nachdem das Abfließen aufgehört hat, faßt man diesen Tiegel mit einer angewärmten Zange, gießt etwas von der geschmolzenen Emaille in eine kleine Form, um nach dem Erstarren derselben das Aussehen der Masse beurteilen zu können und wirft den Tiegel in kaltes Wasser, wodurch die Emaille abgeschreckt wird und sich dann leicht von den Scherben des gewöhnlich auch zerspringenden Porzellantiegels lösen läßt.

Das Material, aus welchem der Tiegel T angefertigt ist, spielt bei der hohen Temperatur, welche in unserem Probeschmelzofen hervorgebracht wird, ebenfalls eine Rolle; wir wenden gewöhnlich zu solchen Versuchen unglasierte Porzellantiegel an; nach der Schmelzung ist die Wandung dieser Tiegel gewöhnlich stark durch die Kieselsäure, welche in dem Glassaße enthalten ist, angegriffen. Da aber das Niederschmelzen der Säze ungemein rasch vor sich geht, so übt die chemische Veränderung, welche hierdurch in dem geschmolzenen Glassaße entsteht, keinen besonderen Einfluß auf die Eigenschaften desselben aus.

Wir beobachteten den Vorgang, daß wir das dünnflüssige Glas, welches sich in dem weißglühenden Tiegel, unmittelbar nachdem derselbe aus dem Ofen gehoben wurde, befindet, sogleich in eine stark angewärmte eiserne Form zu einem kleinen Prisma gießen. Wenn man die einander gegenüberliegenden Flächen eines solchen Prismas anschleift, so kann man durch die ganze Dicke der Glasmasse blicken und ist so leicht imstande zu beurteilen, ob das Glas farblos ist, oder ob bei farbigen Gläsern die richtige Abtönung der Farbe vorhanden ist.

Für manche besonders heikliche Fälle, z. B. bei der Prüfung eines Saßes, welcher ganz farbloses Glas liefern soll, kann man auch als eigentliches Schmelzgefäß einen Platiniegel anwenden, welchen man aber nicht frei dem

Feuer aussetzt, sondern in den Tiegel T stellt. Wenn man den Tiegel dem freien Feuer aussetzen würde, könnte es geschehen, daß derselbe ein Loch bekäme. Wenn nämlich zufälligerweise die Gasflamme nicht genügend Sauerstoff hat, um vollständig zu Kohlenensäure und Wasserdampf zu verbrennen, so erhält sie kräftig reduzierende Eigenschaften; es könnte sich an dem Platine Kohlenstoff-Platin bilden, welches in starker Weißglut schmilzt. Durch das Einsetzen des Platintiegels in den Porzellantiegel geht man aber dieser Gefahr aus dem Wege.

Es ist sehr zu empfehlen, alle Proben, welche man in den Probeschmelzöfen gebracht hat, aufzubewahren und jedem Stücke eine Beschreibung oder Zusammensetzung des betreffenden Glases oder Emailles beizugeben; man erhält auf diese Art im Laufe der Zeit eine höchst lehrreiche Probefammlung, deren Wert erst recht deutlich hervortritt, wenn es sich darum handelt, ein Glas von ganz bestimmten Eigenschaften herzustellen. Man wird dann in einer größeren Sammlung von Schmelzproben eine solche finden, welche den gewünschten Eigenschaften ganz entspricht oder denselben doch sehr nahe kommt.

XV. Das Verzieren der Gläser durch Malerei.

In bezug auf die Schmückung des Glases mit farbigen Bildern oder Malerei müssen wir unterscheiden, ob die Malerei auf Rundglas oder auf Tafelglas ausgeführt werden soll. Im ersteren Falle kommt wirkliche Handarbeit nur auf solchen Gläsern zur Ausführung, welche einen sehr bedeutenden Kaufpreis haben, da die Ausführung der Malereien auf den Gläsern eben nur durch die kostspielige Handarbeit hergestellt werden kann. In der Mehrzahl der Fälle sind es einzelne Figuren, Blumen oder Arabesken, welche auf den Gläsern angebracht werden und gewöhnlich nur mit einer geringen Zahl von Farben ausgeführt werden.

Bei der zweiten Art der Glasmalerei wird das Glas

nur als eine widerstandsfähige durchsichtige Unterlage für ebenfalls widerstandsfähige und durchscheinende Farben angewendet und haben wir es in diesem Falle mit einer besonderen Technik der Malerkunst zu tun, welche in bezug auf den Kunstwert ihrer Darstellungen ebenbürtig mit allen anderen Zweigen der Malerei ist und diese noch den Vorzug hat, von einer Dauerhaftigkeit zu sein, welche erst ihr Ende erreicht, wenn die Glasplatte, auf welcher das Gemälde angebracht ist, zertrümmert wird.

Da die Glasmalerei im eigentlichen Sinne des Wortes eine ganz besondere technische und künstlerische Art des Glas Schmuckes ist, können wir uns hier mit derselben nur andeutungsweise befassen; wir wollen aber die Grundzüge des Verfahrens darlegen und besonders die Art und Weise besprechen, in welcher die Farben auf dem Glase befestigt werden müssen.

In ihrer Wesenheit sind die Farben, welche man in der Glasmalerei benützt, Gläser, welche durch die verschiedenen färbend wirkenden Metalle und Metallverbindungen gefärbt sind. Da man nicht mit den reinen Grundfarben: gelb, rot, blau, grün usw. ausreicht, stellt man durch Mischen der verschiedenen färbend wirkenden Körper in einer Komposition alle möglichen Abstufungen einer Farbe dar, so daß man in bezug auf die Farbengebung derselben Freiheit genießt, wie sie z. B. der Ölmaler mit seinen Farben hat. Wir haben sonach in den Farben, welche für die Zwecke der Glasmalerei geeignet erscheinen, farbige Gläser vor uns, welche selbstverständlich in Gestalt sehr feiner Pulver vorhanden sein müssen.

Man könnte diese Pulver auf den Gläsern fixieren, indem man sie mit einem an der Luft fest werdenden Körper anreibt und auf das Glas malt. Es ließe sich in dieser Beziehung jeder gute Firnis oder Lack, z. B. Bernsteinlack verwenden und würde sich nach Fertigstellung der künstlerischen Arbeit ein Bild ergeben, welches einen sehr schönen Eindruck machen kann.

Einem derartig hergestellten Bilde würde aber eine wesentliche Eigenschaft der Glasgemälde fehlen — nämlich

die Unverwüstlichkeit und Dauerhaftigkeit, da man ja schon durch wiederholtes Waschen mit Lauge das Bild wegwaschen könnte. Man will aber von einem Glasgemälde haben, daß daselbe ebenso widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse sei, wie man dies vom Glase überhaupt erwartet.

Um den in der Glasmalerei verwendeten Farben diese Eigenschaft zu erteilen, muß man den Kunstgriff gebrauchen, die Farben mit einem farblosen leicht schmelzbaren Glase zu mischen und erst dieses Gemische dann mit einem leichten Bindemittel — gewöhnlich verwendet man irgendein ätherisches Öl — als solches zu vermengen, um eine mit dem Pinsel streichbare Masse zu erhalten. In der Sprache der Glasmaler wird dieses leicht schmelzbare Glas allgemein mit dem Namen „Fluß“ bezeichnet und kennen wir mehrere Arten von Flüssen, welche für verschiedene Farben in Anwendung gebracht werden können.

Die Darstellung der Flüsse.

Wie angegeben, bestehen die Flüsse immer aus einem leicht schmelzbaren Glase und wendet man in dieser Hinsicht entweder reines Bleisilikat an oder man benützt ein Glas, welches aus einem Gemenge von Bleisilikat und Natronsilikat besteht. Wie aus den früheren Abschnitten hervorgeht, sind die Bleigläser alle dadurch ausgezeichnet, daß sie einen tiefer liegenden Schmelzpunkt und eine geringere Härte besitzen, als andere Gläser, daß sie sich aber außerdem durch einen hohen Glanz auszeichnen. Durch Mitverwendung von Natriumborat bei der Darstellung der Flüsse erhält man Gläser, welche gewöhnlich noch leichter schmelzen als die reinen Bleigläser; man wendet daher in Fällen, in welchen es sich darum handelt, solche Farben auf dem Glase zu fixieren, welche sich in hoher Temperatur leicht verändern, mit Vorteil Flüsse an, welche auch Bor säure enthalten.

In bezug auf das Mengenverhältnis der einzelnen Körper, welche zur Darstellung der Flüsse verwendet werden, existiert eine große Zahl von Vorschriften und ist dieselbe

wohl dadurch entstanden, daß eine große Zahl von Glasmalern, welche mit den Ergebnissen, die ihnen die gewöhnlichen Vorschriften zur Herstellung von Flüssen boten, nicht zufrieden waren, daran gingen, sich selbst solche Flüsse zusammenzustellen.

Der Blei-Fluß.

Dieser Fluß, welcher von den Glasmalern auch häufig mit dem Namen „Rocaille-Fluß“ bezeichnet wird, besteht aus einem Bleisilikate, dessen Zusammensetzung im Durchschnitte dem folgenden Schema entspricht:

Bleioxyd	75
Kieselsäure	25

Dieser Fluß ist sonach ein ungemein bleireiches Silikat. Was die Darstellung desselben betrifft, gelten beinahe dieselben Vorsichtsmaßregeln, welche man bei der Bereitung der bleireichen Straßgläser in Anwendung bringen muß; man muß sehr reine Grundmaterialien anwenden und dieselben auf das innigste mischen; ferner muß man trachten, das Schmelzen so rasch als möglich zu beenden.

Da man für die Zwecke der Glasmalerei immer nur kleine Mengen von Fluß benötigt, so nimmt man das Darstellen dieses Flusses gewöhnlich auch in kleinerem Maßstabe vor, da man mit einigen Kilogrammen durch sehr lange Zeit ausreicht.

Der zu verwendende Quarzsand muß soweit frei von Eisenoxyd sein, daß er bei einer Probenschmelzung ein Glas ergibt, welches keinen gelben Stich zeigen darf; das anzuwendende Bleioxyd muß ebenfalls frei von fremden Metallen sein — was ebenfalls durch die Probenschmelzung festgestellt wird. Wenn man keinen ganz eisenfreien Quarz zur Verfügung hat, so kann man denselben dadurch reinigen, daß man das Quarzmehl mit Salzsäure behandelt, einige Tage mit derselben in Berührung läßt und dann durch Waschen entfernt; es wird auf diese Art die größte Menge des vorhandenen Eisenoxydes beseitigt.

Da die Mennige gewöhnlich nur aus einer sehr reinen

Bleiglätte dargestellt wird, so verwendet man das Blei in Form einer schön hochrot gefärbten Mennige. Die Mennige ist selbst ein sehr zartes Pulver und der Quarz muß durch Abschrecken und Mahlen ebenfalls in ein solches verwandelt werden. Die beiden Pulver werden dann mit Wasser in einer kleinen Farbenmühle, welche aber Mahlkörper haben muß, die aus Porzellan angefertigt sind, so lange bearbeitet, bis man eine vollkommen homogene Masse vor sich hat. Für die Arbeit in kleinem Maßstabe kann man die beiden Bestandteile auch auf einer Glas- oder Porzellanplatte mit der Reibkeule zusammenreiben; dieses Verfahren ist aber sehr zeitraubend und empfiehlt es sich daher, immer mit einer Farbenmühle zu arbeiten.

Die durch Reiben vollkommen gleichförmig gemachte Masse wird nunmehr sorgfältig ausgetrocknet, bis die letzte Spur von Wasser verschwunden ist, und dann niedergeschmolzen. Am besten nimmt man das Schmelzen in Porzellantiegekn vor, in welche man das Pulver in kleinen Partien einschüttet und dann immer festdrückt. Der Tiegel soll mit einem gut schließenden Deckel versehen sein, um das Eindringen von reduzierend wirkenden Gasen zu verhindern. Sobald die Masse vollständig niedergeschmolzen ist, und eine ausgehobene Probe derselben nach dem Abkühlen als farbloses Glas erscheint, gießt man den Inhalt des Tiegels in einem dünnen Strahle in kaltes Wasser und pulvert die Glasmasse auf das feinste. Es ist von Wichtigkeit, das Schmelzen nicht länger andauern zu lassen, als bis man eine gleichmäßig geschmolzene Masse in dem Tiegel hat, denn bei länger dauerndem Schmelzen kann es vorkommen, daß sich mehrere Silikate von sehr verschiedener Zusammensetzung ausscheiden, was für die gleichartige Beschaffenheit des Flusses von Nachteil wäre.

Der Blei-Borax-Fluß.

Der eben beschriebene Blei-Fluß, welcher aus einem bleireichen Glase besteht, hat wie alle Bleigläser einen nieder liegenden Schmelzpunkt; da man aber für manche

Farben einen Fluß zu haben wünscht, welcher noch leichter schmilzt, so wendet man neben der Kieselsäure noch das saurere Natriumborat an und erhält hierdurch ein sehr leicht schmelzbares Glas, welches ein Natrium-Bleiorydglas darstellt, in welchem die beiden Oxyde an Kieselsäure und Borsäure gebunden sind.

Der Borax, welchen man zur Darstellung des Flusses verwendet, muß vollkommen rein und namentlich frei von Eisenverbindungen sein; bei der Zubereitung des gewöhnlichen Borax läßt sich schon erkennen, ob er diesen Anforderungen entspricht.

Der gewöhnliche kristallisierte Borax, wie er im Handel vorkommt, ist ein wasserhaltiges Salz; um ihn für unsere Zwecke verwenden zu können, muß er von dem Wasser befreit oder, wie man gewöhnlich sagt, kalzinirt werden.

Man nimmt das Kalzinieren in Steinzeug- oder Porzellangefäßen vor, in welchen man den Borax erhitzt. Derselbe schmilzt schon bei gelinder Wärme zu einer wasserhellen Flüssigkeit, welche aber bei fortgesetztem Erhitzen bald stark zu schäumen beginnt und Wasserdämpfe ausstößt, indem der Borax sein Kristallwasser abgibt. Nach einiger Zeit hat sich die früher flüssige Masse in eine feste weiße schaumartige Masse von wasserfreiem Borax verwandelt und wird dieselbe nunmehr so stark erhitzt, bis sie zu einem klaren glasartig aussehenden Körper zusammengeschmolzen ist. Eine Probe der geschmolzenen Masse muß beim Erkalten als ein völlig farbloser Körper von glasigem Aussehen erscheinen; bei Gegenwart von Eisen würde man eine Masse erhalten, welche gelb gefärbt ist.

Der wasserfreie geschmolzene Borax — das sogenannte Boraxglas — wird auf einen kalten ebenen Stein ausgegossen und erstarrt auf diesem in kurzer Zeit zu einem spröden Glase. Dieses wird sogleich in einem Porzellanmörser auf das feinste gepulvert und in luftdicht zu verschließende Gefäße gebracht.

Die Zusammensetzung der Flüsse unter Anwendung von Borax findet nunmehr in einfacher Weise, und zwar ziemlich so statt, wie dies für den Blei-Fluß angegeben

wurde. Man verwendet feinstes Mehl von reinem Quarz, Mennige und Mehl von wasserfreiem Borax. Die abgewogenen Bestandteile werden am zweckmäßigsten durch länger andauerndes Bearbeiten in einem kleinen Rollfasse so innig als möglich gemengt und das Gemenge in kleinen Anteilen in den Schmelztiegel eingestampft. Letzterer wird so schnell als möglich erhitzt, bis die ganze Masse geschmolzen erscheint, die Schmelze in Wasser abgeschreckt und gemahlen. Da die Borsäure haltenden Gläser bei längerer Berührung mit Wasser leicht etwas Borsäure an dasselbe abgeben könnten, erscheint es angezeigt, das Mahlen des Fluxes auf trockenem Wege auszuführen.

Was das quantitative Verhältnis der Bestandteile betrifft, die zur Herstellung des Fluxes verwendet werden, gilt für dieselben als Grundsatz: Je größer die Menge von Borax im Verhältnisse zu den anderen Bestandteilen genommen wird, einen desto leichter schmelzbaren Fluß wird man erzielen. Man darf aber mit dem Zusatz von Borax nicht über ein gewisses Maß hinausgehen, indem sonst ein Glas entsteht, welches nicht mehr genügende Widerstandsfähigkeit besitzt. Eine mit einem derartigen Flux gemischte Farbe würde während einer gewissen Zeit, nachdem sie auf das Glas gemalt und in dieses eingebrannt wurde, zwar ganz schön aussehen, aber sie würde im Laufe der Zeit ihren Glanz verlieren, indem das an Borax zu reiche Glas durch den Einfluß der Atmosphärien zersezt würde. Mischungsverhältnisse, welche einen, den äußeren Einflüssen gut Widerstand leistenden Fluß ergeben, sind folgende:

Kieselsäure	30	30	30
Mennige	70	60	70
Borax	10	35	40
Kalialpeter	—	10	—
Kristallglas	—	—	20.

Was die Verwendung der verschiedenen Arten der Flüsse in der Glasmalerei betrifft, so ist dieselbe eine doppelte. Die erste und wichtigste Aufgabe, welche der Fluß erfüllen muß, ist die, daß er die feinen Stäubchen,

aus welchen die eigentliche Glasfarbe besteht, in eine feste zusammenhängende Masse verwandelt; es geschieht dies dadurch, daß bei dem sogenannten „Einbrennen der Farben“ das bemalte Glas so stark erhitzt wird, bis der Fluß geschmolzen ist und sich mit dem unter ihm liegenden Glase fest verbunden hat.

Die zweite Aufgabe, welche aber dem Fluß in der Technik der Glasmalerei zufällt, ist genau dieselbe, welche in der Öl- und Aquarellmalerei dem Öle, beziehungsweise dem Wasser zufällt; diese Aufgabe besteht darin, die Farbe nach Wunsch zu verdünnen oder aufzuhellen. Wenn man z. B. ein sehr intensives Rot als Glasfarbe haben will, so wendet man neben der roten Glasfarbe gerade nur so viel Fluß an, als erforderlich erscheint, um die Farbe auf dem Glase einbrennen zu können; will man hingegen dasselbe Rot, aber in einer helleren Abtönung haben, so kann man dies dadurch erreichen, daß man der Farbe eine größere Menge Fluß beimengt. Beim Malen werden dann weniger Teilchen der roten Farbe, aber eine größere Menge des farblosen Flusses auf das Glas gebracht und ergibt sich nach dem Einbrennen ein helleres Rot.

Mit Rücksicht auf das eben Gesagte haben die verschiedenen Vorschriften zur Herstellung der Farben für die Glasmaler immer nur einen ganz bestimmten Wert; sie sind nämlich so gestellt, daß die betreffende Farbe in voller Stärke zum Vorschein kommt. Es liegt dann ganz in der Geschicklichkeit des Malers, eine solche Farbe in der erforderlichen Weise abzutönen, indem er das Farbenpulver mit so viel Fluß mengt, als notwendig ist.

Um in solchen Fällen, in welchen es sich um das Bemalen einer großen Zahl von Glasgegenständen mit denselben Farben handelt, nicht immer durch Vermischen der Farbe mit der entsprechenden Menge von Fluß den gewünschten Farbenton herstellen zu müssen, haben sich die Glasmaler ihre Arbeit in dieser Beziehung vereinfacht, indem sie von den oft gebrauchten Farben, wie rein gelb, rein rot usw., durch Mischen mit den nötigen Mengen von Fluß mehrere Abstufungen herstellen. Wenn man

z. B. ein Rot haben will, welches vom tiefen Dunkelrot bis zum hellen Rosa herab geht, so kann man hierfür sechs verschiedene Abtönungen durch besondere Versuche ermitteln. Diese Versuche beziehen sich begreiflicherweise auf die Feststellung des Mengenverhältnisses zwischen Farbe und Fluß. Auf die Ergebnisse dieser Versuche fußend, kann man nunmehr sechs verschiedene Abstufungen von Rot von vornherein anfertigen und bezeichnet dieselben mit Nummern, so daß die dunkelste Farbe als Nummer 1, die hellste als Nummer 6 bezeichnet wird. Der Glasmaler braucht dann nicht mehr seine Farbe bei der Arbeit durch Zusatz von Fluß aufzuhellen, sondern er wählt unter den ihm zugebote stehenden sechs Abstufungen von Rot jene aus, welche ihm am besten entspricht.

Die Farben für die Glasmalerei.

Die Herstellung der verschiedenen Farben, welche man in der Glasmalerei verwendet, bildet einen besonderen Zweig der Farbentechnik und wird gewöhnlich derselbe mit jener der Farben für Porzellan- und Emailmalerei und der farbigen Glasurmassen für feines Tongeschirr verbunden.

Die Beschreibung der Herstellungsweise der ungemein zahlreichen hierher gehörigen Farben kann in dem vorliegenden Werke nicht in voller Ausführlichkeit beschrieben werden und müssen wir uns damit begnügen, die wichtigsten der hierher gehörigen Präparate zu besprechen. Es wird dies um so mehr genügen, da wir ja bei der Schilderung der Methoden, farbige Gläser im allgemeinen anzufertigen, schon ziemlich eingehend über die Farbengebung gesprochen haben.

Die weißen Farben.

In der Glasmalerei benötigt man verschiedene weiße Farben und hängt es von der Art der auszuführenden Malerei ab, welche weiße Farbe zur Anwendung kommen soll. Wenn das Glasgemälde im durchfallenden Lichte

betrachtet werden soll, so darf man kein vollkommen deckendes Weiß anwenden, denn dasselbe würde, da es das Licht nicht durchtreten läßt, dunkel erscheinen. Dieser Satz hat selbstverständlich nicht nur für Weiß allein, sondern überhaupt für alle anderen Farben Geltung.

Am häufigsten wird in der Glasmalerei jenes Weiß angewendet, welches man als weiße Emaille bezeichnet und das aus einem Glase besteht, dem so viel Zinnoryd zugesetzt wurde, daß die zahllosen kleinen Teilchen des Zinnorydes eine rein weiße Färbung erteilen. Es wurde schon bei der Besprechung der weißen Gläser darauf hingewiesen, daß man das Weiß immer mehr durchscheinend machen kann, je mehr man das Verhältnis des farblosen Glases in der Masse erhöht. Um daher ein Weiß zu erzielen, welches genügend durchscheinend ist, mischt man das reine weiße Email mit Fluß und kann hierdurch alle Abstufungen von Weiß erzielen, und zwar ist der Farbenton immer das reine Weiß, ohne Beimischung.

Für gewisse Zwecke muß man aber ein Weiß zur Hand haben, welches einen Stich in das Bläuliche hat (Milchweiß) oder sich in das Gelbliche neigt. Man kann ein bläuliches Weiß erhalten, wenn man dem Gemische aus rein weißer Emailmasse und Fluß eine entsprechende Menge von rein blauem Kobaltglas zufügt. Soll das Weiß jedoch einen gelblichen Ton zeigen, so mengt man der Mischung die entsprechende Menge von Antimonoryd bei.

Es ist bei der Herstellung dieser Mischungen, sowie der Abtönungen aller Farben überhaupt jedem, welcher sich mit der Bereitung von Glasmalerfarben beschäftigen will, auf das angelegentlichste zu empfehlen, zuerst eine Probe in kleinem Maßstabe anzufertigen und diese auf einer Glastafel einzubrennen; letztere wird mit der Vorschrift, nach welcher die betreffende Farbe bereitet wurde, aufbewahrt. Es ergibt sich hierdurch im Laufe der Zeit eine Sammlung von Vorschriften nebst den nach diesen ausgeführten Proben, welche höchst wertvoll ist. Man braucht in einem fraglichen Falle dann nicht mehr weitere

Versuche anzustellen, um einen ganz bestimmten Farbenton zu erhalten, sondern man sucht die passende Probe aus der Sammlung aus und stellt sich die Farbe mit voller Sicherheit nach dem entsprechenden Recepte dar.

Bekanntlich kann man auch weißes Glas erhalten, wenn man einem farblosen Glase eine gewisse Menge von Knochenasche zufügt. Dieses Weiß erscheint aber im durchfallenden Lichte stets mit einem rötlichen Tone gemengt und soll daher nur in jenen Fällen angewendet werden, in welchen man einen derartigen Ton benötigt.

Die gelben Farben.

Wir kennen eine ziemlich große Zahl von Körpern, welche den Gläsern eine gelbe Färbung erteilen und ist zu bemerken, daß jeder der betreffenden Körper ein ganz eigentümliches Gelb liefert. Am häufigsten kommen zur Herstellung der gelben Glasfarben Antimonoryd, Silber und Uranoryd in Verwendung und schließen sich diesen Materialien noch die Ocker und das Chromgelb neben dem chromsauren Baryte.

Was die Verwendung der Ocker betrifft, möge hier eine Bemerkung eingeschaltet werden, welche gewiß jedem, der sich nach ihr richtet, viele Arbeit und Mühe ersparen wird. Die in der Natur vorkommenden Ocker haben eine sehr wechselnde Zusammensetzung; sie bestehen gewöhnlich aus Eisenoryd oder Eisenorydhydrat, welches mit Ton, bisweilen auch noch mit Kalk gemengt ist. Der Gehalt an dem eigentlich als färbend wirkender Körper in Betracht kommenden Eisenoryd ist bei den Ockern verschiedener Herkunft ein sehr verschiedener. Es ist daher zu empfehlen, sich für die Zwecke der Farbenbereitung immer der künstlich dargestellten Ocker zu bedienen, welche man nach einem einfachen Verfahren bereiten kann.

Man stellt die künstlichen Ocker dar, indem man eine Lösung von Eisenchlorid von ganz bestimmter Zusammensetzung (eine bestimmte Anzahl von Grammen kristallisiertes Eisenchlorid gelöst in einem Liter Wasser) mit einer

genau abgewogenen Menge von rein weißem Ton ver-
rührt und dann so viel Ammoniak zufügt, bis alles Eisen-
oxyd ausgefällt ist. Man läßt die Masse abtropfen und
trocknet sie aus. Man erhält so einen Ocker, welcher Eisen-
oxydhydrat enthält und eine bräunliche Farbe zeigt, die
um so intensiver ist, je größer die Menge des Eisenoxyd-
hydrates ist, die in ihr enthalten ist. Wenn man diese
Masse der gelinden Glühitze aussetzt, so geht das Eisen-
oxydhydrat in Eisenoxyd über und erscheint dann die
Färbung rötlichbraun. Wenn man aber einen derartigen
Ocker der Weißglut aussetzt, so ändert sich die Farbe der
Masse je nach der Zeitdauer, während welcher man die
hohe Temperatur zur Anwendung brachte. Anfangs erhält
man ein schönes Ziegelrot, welches aber immer mehr
eine Beimischung von Violett zeigt, und nach langem
Glühen erhält man eine violette Masse von sehr hübschem
Farbentone.

So oft man auch einen künstlichen Ocker nach dem-
selben Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandteile dar-
stellt, wird man auch immer ein Produkt von denselben
Eigenschaften erhalten. Mit einem solchen braucht man
nicht mehr besondere Versuche zu machen, sondern kann
sogleich bestimmen: Wenn ich eine gewisse Menge dieses
Ockers mit einer bestimmten Menge von Fluß vermische,
so werde ich einen ganz bestimmten Farbenton erhalten.
Bei Anwendung der natürlichen Ocker ist dies aber durchaus
nicht mit Sicherheit möglich, indem, wie erwähnt, diese eine
sehr wechselnde Zusammensetzung haben.

Ein schönes Gelb läßt sich mittels des Chlorsilbers
erzielen, und zwar in derselben Weise, wie dies bei der
Darstellung der gelben Gläser besprochen wurde. Durch
Vermischen des Chlorsilberpräparates mit verschiedenen
Mengen von gebranntem Ocker kann man das Gelb in
mehrfacher Weise abtönen.

Ein Gelb von anderem Charakter läßt sich durch An-
wendung von Antimonoxyd erhalten und kann auch dieses
durch Zusatz von Ocker nach Belieben abgetönt werden.
Wendet man an Stelle der Spießglanzasche oder des reinen

Antimonorydes das antimonsaure Bleioxyd an (es ist dies die unter dem Namen Neapelgelb oder Giallino bekannte Malerfarbe), so ergibt sich wieder ein anderes Gelb. Auch durch Gemenge aus Antimonoryd und Chlor Silber — sonach zweier gelb färbender Körper — kann man besondere Farbentöne erhalten.

Ein Gelb mit einem rötlichen Stich kann man erhalten, wenn man neben dem Antimonpräparate kleine Mengen von Eisenoryd anwendet und ergeben sich bei Anwendung von mehr Eisenoryd Farben, welche schon in das Orangerote übergehen.

Durch Uranoryd ergibt sich das eigenartige Gelb, welches diesem Körper zukommt, die Farben zeigen aber keine große Durchsichtigkeit.

Um ein feuriges dunkles Gelb zu erhalten, wendet man entweder chromsaures Bleioxyd oder chromsauren Baryt an; letztere liefert eine ungemein feurig und haltbare Farbe, die sich auch durch Eisenoryd sehr schön abtönen läßt. Orange gelb kann auf zweifache Art erhalten werden; nach dem einen Verfahren vermengt man Neapelgelb mit der entsprechenden Menge von reinem Eisenoryd, nach dem anderen verwendet man ein Gemische aus Bleichromgelb mit Mennige. Diese beiden Körper werden miteinander verrieben und bei gelinder Hitze geschmolzen; beim Malen darf man aber nur einen leicht schmelzbaren Fluß anwenden, indem sich die Farbe sonst leicht ändert.

Die roten Farben.

Das Rot kommt in der Glasmalerei in sehr verschiedenen Abstufungen zur Anwendung und nennen wir hier nur als Beispiele das Ziegelrot, Blutrot, Purpurrot, welche zwar alle als „Rot“ bezeichnet werden, müssen aber, wie bekannt, sehr große Verschiedenheiten untereinander zeigen. Die zur Erzeugung roter Glasmalerfarben dienenden Präparate sind die folgenden: Eisenoryd, Antimonoryd in Verbindung mit Silber und der Goldpurpur. Zu diesen Präparaten kann man auch noch das sogenannte „Pinf-

Colour“ rechnen, welches aus zinnsaurem Chromoxyd besteht, aber mehr für die Zwecke der Porzellanmalerei als jene der Glasmalerei geeignet ist.

Was das Eisenoxyd betrifft, welches man in der Glasmalerei verwendet, benötigen viele Glasmaler jenes Produkt, welches in der Natur unter dem Namen „Blutstein“ bezeichnet wird und das aus sehr reinem, kristallisiertem Eisenoxyd besteht. Dieses Mineral zeichnet sich durch eine sehr bedeutende Härte aus; um es in Farbmateriale zu verwandeln, muß es auf das feinste gemahlen werden und muß man das Pulver noch einer Schlammung unterziehen.

Auf einfachere Weise erhält man reines Eisenoxyd im Zustande feinsten Verteilung, wenn man eine Lösung von Eisenvitriol durch Ammoniak fällt und den sich ergebenden graublauen Niederschlag von Eisenoxydulhydrat an der Luft austrocknen läßt, wobei er sich in das hellbraune Eisenoxydhydrat unwandelt. Durch Glühen des letzteren erhält man unmittelbar ein schön gefärbtes und auf das feinste verteiltes Eisenoxyd.

Man kann auch ein ausgezeichnet schönes Eisenoxyd dadurch erhalten, daß man eine Lösung von Eisenvitriol mit einer Lösung von Kaliumoxalat (dem sogenannten Kleesalz) fällt und den trockenen Niederschlag in einer Porzellan- oder Glaschale gelinde erhitzt. Er fängt hierbei Feuer und verglimmt die ganze Masse unter Hinterlassung eines sehr feurigrot gefärbten Eisenoxydes.

Ein helles Rot unter Anwendung von Eisenoxyd erhält man unter Zumischung von Antimonoxyd oder von Chlor Silber oder auch Gemische der beiden letztgenannten Körper.

Ein fattes Rot wird mittels Eisenoxyd und Mennige erhalten; jenes Rot, welches als „Bompadour-Rot“ bezeichnet wird, stellt man ebenfalls aus reinem Eisenoxyd mit der entsprechenden Menge von Fluß gemengt dar.

Um Ziegelrot zu erhalten, verwendet man Gemische aus reinem Eisenoxyd und gelbem Ocker in entsprechenden Verhältnissen; Fleischrot wird aber auf eigentümliche Art

hergestellt. Man mengt für diesen Zweck auf das feinste gepulverten Kalialaun (welcher vorher entwässert wurde) mit gleichfalls entwässertem Eisenvitriol und setzt die Mischung starker Weißglut aus. Die sich hierdurch ergebende Masse muß auf das feinste gepulvert und mit heißem Wasser ausgewaschen werden und ergibt dann, mit Mennige und Fluß gemischt, ein schönes Fleischrot.

Zur Erzielung aller jener Farben, welche wir als Purpurrot bezeichnen — das ist ein Rot, welches einen mehr oder weniger ins Bläuliche neigenden Farbenton zeigt — verwendet man allgemein die Goldpräparate, die man unter der Bezeichnung „Goldpurpur“ kennt.

Der Goldpurpur — auch Cassiuspurpur genannt — kann auf verschiedene Weise dargestellt werden und liefert jede Methode ein Präparat von anderem Farbenton: von reinem Dunkelrot bis in das Violetrot. Am einfachsten stellt man den Goldpurpur her, indem man eine Lösung von Zinnchlorid, welche aber auch Zinnchlorür enthalten muß, mit einer Lösung von Goldchlorid versetzt; einige Zeit nach dem Vermischen scheidet sich am Boden des Gefäßes ein roter Niederschlag ab, welcher, gesammelt, gewaschen und getrocknet, den Goldpurpur darstellt. Der Erfahrung nach fällt die Farbe des Goldpurpurs um so schöner aus, je stärker die Verdünnung der Flüssigkeiten ist.

Man tönt die Farbe des reinen Goldpurpurs auf verschiedene Weise ab; am einfachsten dadurch, daß man die Menge des Flusses immer vergrößert, wodurch man vom tiefen Purpurrot bis zum hellen Rosenrot gehen kann; die Abtönung des Purpurs bleibt aber die gleiche. Ein Purpur, welcher weniger ins Bläuliche sticht, kann erhalten werden, wenn man dem Purpur neben dem Flusse noch gewisse Mengen von Chlor Silber oder von kohlen saurem Silberoxyd beimischt.

Ein ganz eigentümliches Rot, welches aber eine Deckfarbe darstellt, ist das sogenannte Pink-Colour (Nelkenfarbe). Ihrer chemischen Zusammensetzung nach besteht diese Farbe aus zinn saurem Chromoxyd. Man stellt Pink-Colour nach folgendem Verfahren dar:

Man verwandelt 1 Kilogramm reines Zinn durch Behandeln mit konzentrierter Salpetersäure in Oxyd; dieses wird mit 2 Kilogramm reinem, kohlensaurem Kalk in Pulverform (gemahlenem weißen Marmor) und 1 Kilogramm Quarzmehl vermischt und mit einer Lösung von 50 Gramm Kaliumbichromat in ein Liter Wasser zusammen gerührt und die getrocknete Masse stark gegliht. Die geglihte Masse wird gepulvert, ein zweitesmal gegliht und wiederholt mit Wasser ausgewaschen, welches in den ersten Partien mit Salzsäure ziemlich stark angesäuert ist. Man erhält auf diese Weise ein Produkt welches, eine angenehme rote Farbe besitzt und als Deckfarbe wirkt.

Die Farbe des Pink-Colour läßt sich durch Zusatz von Kobaltblau in verschiedener Weise abtönen, so daß man ein Produkt erhält, welches sich sehr gut verwenden läßt, um rote, blaue und violette Blumen auf Glas zu malen. Ebenso läßt sich eine Schichte von Pink-Colour als Unterlage für ausgefetztes Weiß und andere Farben in sehr wirkungsvoller Weise zum Schmücken von Glasgefäßen anwenden.

Die grünen Farben.

Die Palette der grünen Farben, welche für die Zwecke der Glasmalerei dienen können, ist eine besonders reiche, denn wir können die verschiedensten Abtönungen von Grün entweder mit rein grün färbenden Materialien oder mit Mischfarben aus Gelb und Blau herstellen.

Als rein grün färbend wirkende Körper stehen uns das Chromoxyd und das Kupferoxyd zur Verfügung, an welches sich das Kobaltgrün (zinnsaures Kobaltoxyd) schließt; als Mischfarbe können wir wieder neben dem Blau — als welches in erster Linie das Kobaltblau zu rechnen ist — die verschiedenen gelb färbend wirkenden Präparate anwenden, so daß sich ohne Schwierigkeiten alle Abstufungen von Grün zustande bringen lassen.

Bekanntlich erhält man durch Schmelzen von reinem Chromoxyd oder von doppelt-chromsaurem Kali mit einem Glasfuge ein herrlich grün gefärbtes Glas; da aber das

Chromoxyd nur in verhältnismäßig geringer Menge in dem Glase löslich ist, so kann man nicht durch beliebige Vermehrung des Gehaltes an Chromoxyd das Glas immer dunkler machen; der Ueberschuß von Chromoxyd würde sich aus dem Glase in kristallinischer Form ausscheiden und wird bekanntlich das prachtvoll aussehende Chrom-Aventuringlas auf diese Art dargestellt.

Um daher eine brauchbare Farbe mit Chromoxyd zu erzielen, versetzt man unmittelbar jenes Glas, welches man als Fluß verwendet, mit soviel doppelt-chromsaurem Kali, als möglich ist, ohne daß Chromoxyd auskristallisiert, schmilzt die Mischung nieder, schreßt sie in Wasser ab und pulvert sie. Für sich allein angewendet, ergibt diese Farbe das fattede Chromgrün, welches sich überhaupt erzielen läßt; durch entsprechendes Mischen mit farblosem Fluß erhält man hellere Abstufungen der Farbe.

Vorsäures Kupferoxyd oder zinnsaures Kobaltoxyd (das sogenannte Kobaltgrün) ergeben, mit Fluß gemischt, jedes für sich ein anderes Grün. Wenn man nun rein gelbe Farben mit reinem Blau (Kobaltoxyd) in entsprechenden Mengen mischt, so erhält man alle nur denkbaren Abstufungen von Grün, die sich alle als Glasfarben eignen.

Die blauen Farben.

Wir kennen als rein blau färbenden Körper vor allem das Kobaltoxyd — als einen ebenfalls blau färbenden Körper, der aber ein ganz anderes Blau liefert, ist uns das Kupferoxyd bekannt. Im Gegensatz zum Chromoxyd ist das Kobaltoxyd im Glase sehr leicht löslich und kann man durch Anwendung einer großen Menge von Kobalt ein Glas erhalten, welches eigentlich gar nicht mehr blau, sondern rein schwarz aussieht und nur an den Kanten sehr dünner Splitter das Blau erkennen läßt.

Um daher Blau, welches vom dunkelsten Ultramarinblau bis zum hellsten Himmelblau und Wasserblau herab gestimmt werden kann, zu erhalten, ist es nur erforderlich, das mit Kobalt stark gesättigte Glas mit der entsprechenden

Menge von Fluß zu versehen und die Farbe ohne weiteren Zusatz auf das Glas zu bringen.

Wenn man das reine Kobaltblau in das Gelbe abtönen will, so wendet man einen entsprechend großen Zusatz von Eisenoryd an; durch Zusatz von Zinkoryd wird die Farbe aufgehellt, so daß man Töne erhält, welche als Bergißmeinnichtblau bis Türkisblau bezeichnet werden können. Um ein in das Grünliche neigende Blau zu erzielen, verwendet man neben Kobaltoryd noch Kupferoryd oder Antimonoryd oder auch beide Oryde in bestimmten Verhältnissen.

Um endlich ein sehr dunkles Blauschwarz zu erhalten, benützt man eine Kombination von sehr dunklem Kobaltglas, welchem man Eisenoryd in verhältnismäßig großer Menge zufügt.

Die violetten Farben.

Am feurigsten und schönsten fallen die violetten Farben auf Glas aus, wenn man sie mittels des Goldpurpurs darstellt. Um die Farbe des Goldpurpurs aber violett zu erhalten, muß man dem Goldpurpur noch ebensoviel Zinnlösung zufügen, als man sonst benötigt hat. Man kann mittels des Goldpurpurs auch dann ein schönes Violett erzielen, wenn man denselben mit Kobaltoryd gemischt anwendet; je mehr von letzterem benützt wird, desto mehr geht die Färbung in das Blauviolette über.

Ein sehr schönes Violett läßt sich auch unter Anwendung von Mangansuperoryd erzielen; es ist aber in diesem Falle unbedingt notwendig, nur ein Mangansuperoryd zu verwenden, welches vollkommen frei von anderen Metalloryden ist, und wirkt besonders die Anwesenheit einer ganz geringen Menge von Eisenoryd schon sehr störend ein. Die schönsten Ergebnisse erzielt man immer, wenn man chemisch reines Mangansuperoryd nimmt.

Wenn man das Eisenrot mit den entsprechenden Mengen von Kobaltoryd vermenget und mit der nötigen

Menge Flußmittel auf das Glas schmilzt, so erhält man ganz eigentümlich aussehende violette Farbentöne, welche für manche Zwecke sehr gut verwendbar sind.

Die braunen Farben.

An und für sich ist bekanntlich das „Braun“ keine reine Farbe und auch keine unmittelbar zu erhaltende Mischfarbe, wie es z. B. das Grün ist, welches man durch Vermischen von Gelb mit Blau erhalten kann. Braun läßt sich aber durch Vermischen mehrerer färbend wirkender Körper erhalten und ergibt sich je nach dem gegenseitigen Mengenverhältnisse der einzelnen Körper eine lange Reihe von Farbentönen, welche Gelbbraun, Rotbraun, Grünbraun usw. sind.

Jene Farbentöne, welche man als Gelbbraun im allgemeinen bezeichnen kann, lassen sich mittels des Eisenorydes und des Ockers erzielen und hängt die Tiefe der Farbe ganz besonders von der Menge des vorhandenen Eisenorydes ab; die Aufhellung der zu dunklen Farbe kann immer durch eine entsprechende Erhöhung des Flusses bewerkstelligt werden.

Neben Eisenoryd und Ocker kommen zur Herstellung der verschiedenen braunen Farbentöne noch Antimonoryd und Manganoryd in Verwendung. Wenn man ein Rotbraun (Mahagonibraun) erhalten will, so verwendet man Gemische von Eisenoryd und Manganoryd nebst geringen Mengen von Kobaltoryd. Ein sehr warm getöntes feuriges Braun läßt sich auch durch Vermischen von chromsaurem Eisenoryd mit Fluß darstellen. Ein sehr tiefes — dem Schwarz zuneigendes — Braun wird erhalten, wenn man neben Eisenoryd noch Kobaltoryd und Manganoryd anwendet.

Auch durch Vermengung zweier brauner Farben, welche aber verschiedene Töne zeigen — von denen z. B. der eine gelbbraun, der andere rotbraun ist, kann man wieder einen neuen Farbenton herstellen, so daß gerade in bezug auf die braunen Glasfarben eine sehr große Auswahl von Tönen zur Verfügung steht.

Die schwarzen Farben.

Die schwarzen Farben, welche in der Glasmalerei zur Verwendung kommen, haben an und für sich eine beschränkte Anwendung, indem sie ihrer Natur nach undurchsichtig sind; sie haben aber eine große Bedeutung, weil sie uns das Mittel an die Hand geben, die anderen Farben kräftig hervortreten zu lassen und in gehöriger Verdünnung auch als Schattierung zu dienen. Ein sehr tiefes Schwarz läßt sich hervorbringen, wenn man Eisenoryd und Kupferoryd oder Eisenoryd und Manganoryd in großer Menge mit dem Flusse zusammenschmilzt. Verwendet man neben Eisenoryd an Stelle der genannten Oryde Kobaltoryd, so erhält man ein Schwarz, welches einen bläulichen Schimmer zeigt und von größerer Weichheit ist.

Um „Grau“ hervorzubringen, kann man entweder ein Schwarz, welches mittels Eisenoryd und Manganoryd bereitet wurde, verwenden, indem man dasselbe mit einer so großen Menge von Fluß versetzt, daß die schwarzen Theilchen so sehr mit dem farblosen Flusse vermischt sind, um eine gewisse Menge von Licht durchtreten zu lassen, oder man stellt sich eine Graufarbe unmittelbar dar. Eine solche, welche undurchsichtig ist und einen grünlichen Schimmer zeigt, erhält man durch Vereinigung von wenig Eisenoryd mit Antimonoryd, Zinkoryd, Zinnoryd und Kobaltoryd und Vermischen der Masse mit der gehörigen Menge von Fluß.

Das Malen und Einbrennen der Farben.

Eine der Hauptbedingungen zur richtigen Anwendung der Farben für die Glasmalerei liegt in der ungemein weitgehenden Zerkleinerung der Farben selbst; dieselben müssen zu einem unfühlbaren Pulver zerrieben sein, denn nur dann erscheinen sie nach dem Einbrennen vollkommen gleichförmig. Wenn jedoch die Farben nur ganz kleine Körnchen, welche der Zerteilung entgangen sind, enthalten,

so können diese die Ursache des Fehlerhaftwerdens der ganzen Malerarbeit werden. Beim Einbrennen verschmelzen nämlich diese kleinen Körnchen mit der sie umgebenden Flußmasse in der Weise, daß eine ringförmige Zone entsteht, welche merklich dunkler ist, als der andere Teil der betreffenden Farbe, und liegt in der Mitte dieser dunkleren Zone ein sehr dunkles Körnchen. Es ist un-
gemein schwierig, einen derartigen Fehler wieder auszubessern; um dies tun zu können, bleibt gar nichts anderes übrig, als die fehlerhafte Stelle sehr vorsichtig abzuschleifen und hierdurch den Fehler weniger sichtbar zu machen — ihn ganz auszutilgen, gelingt nur in sehr wenigen Fällen.

Was die Zubereitung der Glasfarben betrifft, ist dieselbe eine sehr einfache Sache; man versetzt das farbige Pulver mit der erforderlichen Menge von Lavendelöl und trägt die so erhaltene streichbare Masse mittels des Pinsels auf die zu bemalende Stelle des Glases auf. Nachdem die Malerei beendet ist, werden die Glasgegenstände an einem vollkommen staubfreien Orte aufbewahrt, bis das Lavendelöl theils verdunstet, theils verharzt ist, und können dann die Farben durch das sogenannte Einbrennen auf dem Glase befestigt werden.

Das Einbrennen geschieht immer in Muffeln, welche rings von Feuergasen umspült werden, und muß die Erhitzung langsam vor sich gehen, damit nicht durch zu rasches Anwärmen das Glas der Gefahr des Springens ausgesetzt ist. Beim Einbrennen steigert man die Temperatur nie höher als unbedingt notwendig ist, um den Fluß zum Schmelzen zu bringen; es ist dies eine Temperatur, bei welcher die gewöhnlichen Gläser kaum anfangen, an der Oberfläche weich zu werden. Dieser Zustand genügt aber schon vollkommen, um eine innige Verschmelzung des Flusses mit dem Glase zu bewirken. Abgesehen von der Verschwendung an Brennstoff, welche eine über den Schmelzpunkt des Flusses hinausgehende Steigerung der Temperatur bedingt, könnte dieselbe von großem Nachtheil für die eingebrannten Farben selbst werden; gewisse Glas-

farben verändern nämlich ihren Ton sehr leicht, wenn sie über ein gewisses Maß hinaus erhitzt werden.

Die Arbeiter, welche das Einbrennen zu besorgen haben, wissen gewöhnlich schon nach der zum Anheizen der Muffel erforderlichen Zeit genau zu bestimmen, wann der Fluß vollständig geschmolzen sein wird; es ist aber trotz aller praktischen Erfahrung notwendig, kleine Proben anzustellen, welche erkennen lassen, ob die erforderliche Temperatur erreicht ist oder nicht.

Man braucht in diesem Falle nichts anderes zu tun, als einige Glasstücke mit den Farben zu bemalen, welche auf den in der Muffel stehenden Glasgefäßen angewendet wurden und diese Glasstücke mit den Gegenständen zugleich in die Muffel einzusetzen. Wenn man glaubt, daß der Augenblick, in welchem der Fluß ganz geschmolzen ist, eingetreten sei, so zieht man eines der Probegläser aus der Muffel und untersucht es, nachdem es genügend abgekühlt ist, auf sein Aussehen. Erscheinen die Farben glasig glänzend und vollkommen durchsichtig und fühlt sich das bemalte Glas glatt an, so ist der Fluß genügend geschmolzen und ein weiteres Erhitzen der Muffel einzustellen. Sind hingegen die bemalten Stellen nicht glänzend, sondern stellenweise trübe, und fühlt sich die Glasfläche rauh an, so deutet dies darauf hin, daß der Fluß entweder noch gar nicht oder nur unvollständig geschmolzen ist und daß das Erwärmen noch fortgesetzt werden müsse.

Nachdem man die Gewißheit erlangt hat, daß das Einbrennen vollendet ist, wird die Muffel sorgfältig verschlossen und auch dafür Sorge getragen, daß sie nicht zu schnell von außen abgekühlt werde — was durch das Schließen aller Feuerzüge geschehen kann. Man überläßt nun das Ganze so lange der Ruhe, bis die Muffel samt ihrem Inhalte auf gewöhnliche Temperatur abgekühlt ist und öffnet sie sodann, um die fertig eingebrannten Gläser ausnehmen zu können.

Das Verzieren der Gläser mit Glasstaub.

Man kann Gläser auf eine sehr einfache Art unter Anwendung von Pulver, welches aus farbigem Glase hergestellt wurde, recht hübsch verzieren und ihnen hierdurch ein Aussehen erteilen, welches jenem von bestaubten Tapeten (sogenannten Wolltapeten) ähnlich ist. Das Verfahren wird in nachstehender Art ausgeführt.

Man stellt aus farbigen sattgefärbten Gläsern oder auch aus farbigen Emailen Pulver her, welche aber eine gewisse gleichmäßige Korngröße haben müssen. Es wird dieser Zweck dadurch erreicht, daß man das farbige Glas zuerst nur gröblich pulvert, so daß man eine sandartige Masse erhält, deren einzelne Körner beiläufig die Größe von Streusandkörnern haben. Dieses Pulver wird in Siebe gegeben, deren Maschen eine solche Größe haben, daß Körner, deren Durchmesser beiläufig ein Viertel eines Millimeters beträgt, durchfallen. Jene Glaskörner, welche nach der Behandlung der gepulverten Masse auf dem Siebe zurückbleiben, werden wieder weiter zerkleinert und neuerdings gesiebt.

Die Masse, welche durch das Sieb gegangen ist, besteht der Hauptsache nach aus Körnern der erwähnten Größe, welchen aber noch kleinere Stücke und ganz feiner Glasstaub beigemischt sind. Um sie von diesen zu trennen, läßt man die Masse frei herabfallen und führt ihr einen in horizontaler Richtung gehenden Luftstrom entgegen. Die Stärke dieses Luftstromes muß derart geregelt werden, daß die feineren Teile und der Staub fortgeblasen werden, indes die gleichgroßen Körner in ein untergesetztes Gefäß fallen. Der feine Staub wird für sich gesammelt und kann bei einer folgenden Operation verwendet werden.

Die aus den gleichgroßen staubfreien Körnern bestehende Masse wird nunmehr mit beiläufig einem Viertel an einer sehr leicht schmelzbaren farblosen Glasmasse, welche aber in Form eines sehr feinen Pulvers angewendet werden muß, innig gemischt. Gewöhnlich verwendet man als eine solche sehr leicht schmelzende Glasmasse jenes

Glas, welches man unter der Benennung Fluß in der Glasmalerei in Verwendung bringt; das Mischen der farbigen Glaskörner mit dem Fluß geschieht am zweckmäßigsten in einem kleinen Kollfasse.

Um ein Glas mit diesem Glasstaube zu verzieren, bedruckt man diejenigen Stellen, welche eine bestimmte Farbe erhalten sollen, mittels einer Stampigle oder einer Schablone mit altem, schon dickflüssig gewordenem Terpen- tinöl oder mit Lavendelöl und siebt das mit dem Fluß- pulver gemischte Glasmehl auf das Glas. Das Mehl haftet in gleichmäßiger Schichte nur an jenen Stellen des Glases, welche mit dem Öle bestrichen wurden, und können jene Theilchen, welche an der übrigen Glasfläche hängen blieben, leicht durch Wegblasen beseitigt werden.

Nachdem dies geschehen ist, kann man andere Stellen des Glases mit einem andersfarbigen Glasmehle, welches auf dieselbe Art dargestellt wurde wie das erste, bestaubt werden und lassen sich durch Wiederholung dieser Arbeit mit den Pulvern verschiedenfarbiger Gläser auf dem Glase die mannigfaltigsten Zeichnungen herstellen.

Wenn, wie dies bei derartigen Arbeiten gewöhnlich der Fall ist, der größte Theil der Oberfläche des Glases mit einem Pulver von bestimmter Farbe überzogen werden soll, so trägt man dieses zuletzt auf; sollten sich an verschiedenen Stellen des Glases in Folge mangelhafter Auf- tragung des als Klebmittel dienenden Öles Theile von farblosem Glase zeigen, so lassen sich solche Fehlstellen leicht ausbessern, indem man sie mit dem Öle bestreicht und von dem betreffenden Glasmehle aufstreut.

Man läßt die Gegenstände so lange ruhig stehen, bis der größte Theil des Öles vertrocknet ist, und bringt sie dann in eine Muffel, in welcher man sie nur bis zu jener Temperatur erhitzt, bei welcher der Fluß zum Schmelzen kommt. Der geschmolzene Fluß verbindet sich mit der Glasunterlage durch Zusammenschmelzen zu einer festen Masse, welche die eingebetteten Theilchen von farbigem Glase umhüllt und festhält.

Bei Anwendung genügend feiner Glaspulver erhält

man die Gläser mit einem Aussehen, welches in vielen Dingen an die sogenannten Wolltapeten erinnert. Letztere werden bekanntlich auf ähnliche Weise hergestellt, u. zw. dadurch, daß man auf ein an gewissen Stellen mit Firnis bestrichenes Gewebe feine Scherwolle streut und auf diese Art Zeichnungen auf dem Gewebe hervorbringt. Je feiner die Glasteilchen sind, welche man auf dem als Unterlage dienenden Glase festschmilzt, desto zartere Zeichnungen lassen sich auf den Gläsern ausführen. Wenn man sich eine Anzahl von Stampiglien verschafft, von denen jede eine andere Zeichnung gibt — Blumen, einzelne Blätter oder Ornamente von bestimmter Gestalt — lassen sich die verschiedensten Zeichnungen — ganze Blumensträuße usw. — binnen sehr kurzer Zeit auf den Gläsern ausführen und zeigen die auf diese Art geschmückten Gläser ein sehr hübsches Aussehen.

XVI. Das Verzieren der Gläser durch Emaildruck.

Die Anwendung weißer und farbiger Emailgläser zur Schmückung von Glasgegenständen ist ein schon seit langer Zeit geübter Zweig der Glastechnik. Erst in neuerer Zeit hat man aber angefangen, sich der Emaille in anderer Weise zum Schmucke des Glases zu bedienen, als dies bis nun der Fall war. Nach dem älteren Verfahren wurden die Emailen hauptsächlich entweder dazu verwendet, der Innenseite eines Glasgefäßes das Aussehen zu geben, als wenn dasselbe aus weißem oder farbigem Porzellan bestünde und wurde diese innerste Schichte des ganzen Gefäßes mit farblosen oder gefärbten Gläsern überfangen; durch entsprechend tiefes Ausschleifen der übereinander liegenden Glasschichten wurden dann verschiedene Zeichnungen auf den Gläsern hervorgerufen.

In ähnlicher Weise wurden auch die Emailgläser zum Überfangen von farblosem oder farbigem Glase ver-

wendet und der Gegenstand ebenfalls durch entsprechendes Ausschleifen der Emailschichte vollendet.

Das dritte Verfahren der Anwendung der Emailen bestand darin, daß man aus verschiedenfarbigen Emailen Blumen oder andere Ornamente herstellt und diese auf den Glasgegenständen festschmolz.

Eine sehr einfache und hübsche Anwendung der Emailen zur Schmückung von Glasgefäßen läßt sich durch Stampigliendruck hervorbringen und kann man hierfür sowohl weiße als auch farbige Emailen verwenden. Diese Art des Emaildruckes wird in der Weise ausgeführt, daß man die zu verwendende Emaille auf das feinste mahlt und das Pulver noch durch Schlämmen verfeinert, so daß man beim Berühren des Pulvers absolut dasselbe Gefühl hat, als wenn man das feinste Getreidemehl berühren würde. Dieses Mehl wird mit Wasser, welches mit Borax gesättigt ist und in welchem man gerade soviel feinstes arabisches Gummi gelöst hat, als erforderlich ist, um eine leicht haftende Masse zu bilden, innig verrieben und wird der so erhaltene Brei gleichmäßig auf ein elastisches Kissen, wie man selbe für die Stampiglienfarben verwendet, gestrichen. Man verwendet Stampiglien, welche aus vulkanisiertem Kautschuk hergestellt sind und die Schrift oder das anzuwendende Ornament erhaben zeigen; diese Stampiglien werden leicht auf dem Emailbrei aufgedrückt, wodurch sich eine gewisse Menge des Breies an die Buchstaben oder das Ornament heftet und dann auf den Glasgegenstand abdrückt. Die Emailmasse haftet nunmehr an dem Glasgegenstande fest an und läßt man den letzteren so lange stehen, bis man annehmen kann, daß die aufgedruckte Masse vollständig ausgetrocknet sei. Man braucht dann den Glasgegenstand nur zu ganz schwachem Glühen zu erhitzen, um zu bewirken, daß die Emailmasse mit der Glasmasse so fest verschmilzt, daß sie nicht mehr beseitigt werden kann.

Es ist selbstverständlich, daß man bei Anwendung der verschiedenfarbigen Emailen und einer entsprechenden Anzahl von Stampiglien der Reihe nach eine größere

Zahl von farbigen Ornamenten auf das Glas drucken kann und dann alle Aufdrücke auf einmal einbrennt. Wie leicht einzusehen ist die Hauptsache zum Gelingen der Arbeit mit den Stampiglien, daß man den Emailbrei sorgfältig zubereitet und daß man bei der Arbeit mit den farbigen Emailen nur solche anwendet, welche satt in der Farbe sind, denn da die Emailschichten von ungemein geringer Dike sind, würden die Farben nicht in der richtigen Weise zur Geltung kommen, wenn man zart gefärbte Emailen anwenden wollte. Die Aufdrücke mit den Stampiglien geben die zartesten Linien wieder und kann man z. B. die kleinste Diamantenschrift in Emailen auf dem Glase darstellen, und zwar mit solcher Schärfe, als wenn dieselbe auf der Buchdruckerpresse aufgedruckt worden wäre. Eine Bervollkommnung des eben geschilderten Verfahrens besteht darin, daß man nicht mit Stampiglien arbeitet, sondern die auf das Glas zu fixierenden Emailmassen unmittelbar vom Papier auf das Glas überträgt. Es ist dieses Umdruckverfahren schon seit langer Zeit in der Keramik — namentlich in der Porzellanfabrikation — im Gebrauche und wird auch in der Emaillegeschirrfabrikation verwendet, um die Gegenstände in sehr einfacher Weise mit schönen Verzierungen zu versehen.

Das Umdruckverfahren besteht darin, daß man mit Emailfarben auf Papier ein Bild herstellt, welches genau so angefertigt wird, wie man die Farbendruckbilder auf der lithographischen Presse herstellt. Ein wesentlicher Unterschied liegt aber darin, daß man die Farben in verkehrter Reihenfolge aufdruckt und dem zum Drucken dienenden Papiere einen geeigneten Untergrund gibt. Dieser Untergrund muß so beschaffen sein, daß er stark aufquillt, wenn man das Papier befeuchtet, so daß man es nach einiger Zeit ohne Schwierigkeiten von der Farbenschichte abziehen kann. Die Emailfarben selbst werden mit der entsprechenden Menge von Fluß gemischt und gerade nur mit soviel Bindemittel angerieben, daß sie eine Masse ergeben, welche sich mit der Druckerwalze aufnehmen und auf den Stein übertragen läßt.

Wenn man einen nach den vorstehenden Andeutungen ausgeführten Farbendruck mit der Bildseite auf Porzellan oder eine mit Emaille überzogene Fläche legt, das Papier an der Hinterseite befeuchtet, so daß man es den Krümmungen des Gegenstandes entsprechend biegen kann und in folgedessen das Papier an allen Punkten fest an dem Gegenstande liegt, so braucht man dann das Papier nur an der hinteren Fläche stärker zu befeuchten, um die zwischen dem Papiere und der Farbenschichte liegende Masse (dieselbe besteht der Hauptsache nach aus einem Gemenge von Gummi und Stärkekleister) stark quellen zu machen. Man kann dann das Papier vorsichtig von der Farbenschichte abziehen. Man läßt nun den Gegenstand so lange unberührt stehen, bis die Farben ganz trocken geworden sind und bringt ihn sodann in eine Muffel, welche so stark angewärmt wird, daß der den Emailfarben beigemengte Fluß mit der anderen Masse (Porzellan glasur oder weißer Emaille) verschmilzt und das Bild hierdurch dauernd auf der Unterlage befestigt ist. Man erkennt, daß die Operation des Einschmelzens der Bilder vollendet ist, wenn mit einem Male das Bild zu glänzen beginnt, als wenn man es mit einem feuchten Tuche überfahren hätte; es ist dies der Augenblick, in welchem der Fluß zum Schmelzen kommt.

Beim Abziehen des Papieres von der Farbenschichte kann es vorkommen, daß dasselbe nicht in allen Teilen gleichmäßig durchfeuchtet wurde und in folgedessen beim Abziehen des Papiers ein Teil der Farbenschichte mitgerissen wird; die Übertragung des Bildes ist dann mißlungen und muß man die noch an dem Gegenstande haftenden Farben wegwaschen und die Arbeit von neuem beginnen. Man ist übrigens auch dahin gelangt, diesen Übelstand dadurch zu beseitigen, daß man das Papier überhaupt nicht mehr abzieht. Es ist dies dadurch möglich geworden, daß man die Farbendrucke auf einem sehr dünnen, aber starken Papiere anfertigt und bei der Fabrikation dieses Papiers gar keine mineralischen Zusätze anwendet. Ein Papier von dieser Beschaffenheit hinterläßt beim Verbrennen nur eine äußerst geringe Menge von Asche.

Bei der Verwendung von Bildern, welche auf diese Art angefertigt wurden, beschränkt sich die ganze Arbeit darauf, daß man das Papier an der Hinterseite leicht befeuchtet, um es schmiegsam zu machen, auf den Gegenstand legt und gleichförmig andrückt. Nach dem vollständigen Austrocknen wird der Gegenstand in die Muffel gebracht und erhitzt; bei der Temperatur, welche zum Schmelzen des Flusses erforderlich erscheint, ist aber das Papier längst verbrannt und erscheint das Bild in tadelloser Weise.

Genau so, wie wir dies soeben für die Zwecke der Porzellanfabrikation und die Herstellung geschmückter Emailgeschirre beschrieben haben, kann man auch Glasgegenstände mit Farbendruckbildern verzieren. Man muß aber in diesem Falle auf die chemische Zusammensetzung des zu schmückenden Glases Rücksicht nehmen, um ein vollkommenes Verschmelzen der Bilder mit der eigentlichen Glasmasse herbeizuführen. Da harte Gläser erst bei einer viel höheren Temperatur weich werden, als die weichen Natrongläser, muß man auch den Fluß, mit welchem man die Emailfarben mischt, dem entsprechend modifizieren.

Als Fluß wählt man in diesem Falle am besten ein gewöhnliches Glas, welches schon vollständig geschmolzen ist, wenn das harte Glas gerade anfängt, weich zu werden; es tritt dann eine gute Vereinigung zwischen dem harten Glase und jenem, welches als Fluß verwendet wurde, ein.

Hat man es hingegen mit weichen Gläsern zu tun, so muß man auch die Zusammensetzung des Flusses dem niederen Schmelzpunkte dieser Gläser entsprechend nieder stellen. Es gelingt dieses am leichtesten, wenn man sich ein bleihaltiges, an und für sich leicht schmelzbares Glas herstellt und diesem immer mehr Borax zumischt, bis man den Schmelzpunkt des Flusses soweit herabgedrückt hat, als dies eben notwendig erscheint, um die richtige Vereinigung der Farben mit der Unterlage herbeizuführen.

Das Muffelin-Glas.

Eine sehr hübsche Anwendung der pulverförmigen Emaille kann auch gemacht werden, um dem Tafelglase

ein eigentümliches Aussehen zu erteilen. Das Glas, welches auf diese Art behandelt wurde, wird mit dem von französischen Fabrikanten eingeführten Namen „Musselin-Glas“ bezeichnet und besteht die Eigenart desselben darin, daß das Glas, wenn es in einen Fensterrahmen eingesetzt ist, von außen betrachtet fast ganz weiß erscheint und vollständig undurchsichtig ist, indes man durch dasselbe von innen (aus dem Zimmer) alle Vorgänge auf der Straße deutlich wahrnehmen kann.

Man kann diese Gläser unter Anwendung von Emailpulver auf sehr einfache Weise darstellen, indem man mittels der Presse auf die blanke Glastafel die herzustellen den Muster aufdrückt; dieselben können entweder aus einander sehr nahe liegenden kreuzweise gezogenen Linien von geringer Breite bestehen (rastrirtes Musselin-Glas) oder es kann auch eine aus kleinen Punkten oder Strichen bestehende Zeichnung aufgetragen werden, so daß das Musselin-Glas wie mit eingeschliffenen Ornamenten bedeckt aussieht. Das Aufdrucken der herzustellen den Zeichnungen geschieht mit einer dünnen Gummilösung, welche mit einer kleinen Menge von Glycerin versetzt wurde; die Konsistenz dieser Flüssigkeit muß aber eine solche sein, daß die einzelnen Linien und Punkte scharf ausgeprägt sind und nicht ausfließen.

Nachdem die Glastafel auf diese Weise bedruckt ist, wird sie mit dem Pulver von Emaille, welches mit gepulvertem Fluß gemischt ist, gleichmäßig bestäubt. Das Bestäuben geschieht in der Weise, daß man das Pulver in einen Beutel aus dichter feiner Leinwand bindet und denselben in einiger Entfernung über der Glastafel schüttelt: der feine Staub, welcher durch die Leinwand dringt, fällt auf die Glastafel herab und wird an den noch feuchten bedruckten Stellen festgehalten, indes er auf den nicht bedruckten Teilen des Glases nur lose aufliegt. Man läßt nach dem Bestäuben die Tafel so lange liegen, bis die Masse vollkommen trocken geworden ist und läßt dann einen Luftstrom auf die Tafel wirken, welcher kräftig genug ist, um die frei aufliegenden Emailstäubchen weg-

zublasen, indes das durch die Gummimasse festgehaltene Emaillepulver liegen bleibt.

Die Tafel wird dann auf eine vollkommen ebene Tonplatte gelegt und in einer Muffel so stark erhitzt, daß die Emaillemasse in das Glas eingebrannt wird. Die fertigestellte Muffelintafel erscheint nun mit den Zeichnungen versehen, welche man aufgedruckt hat und haftet die Zeichnung so fest, daß man die Tafel mit Wasser abwaschen kann, ohne daß die Zeichnung hierdurch Schaden leidet.

Wir haben Musselingslas, welches allen Anforderungen entspricht, auch auf eine viel einfachere Weise dargestellt, und zwar dadurch, daß wir den Aufdruck der Zeichnungen auf die Glastafel bloß mit einer konzentrierten Lösung von Wasserglas ausführen lassen und unmittelbar nach erfolgtem Drucke die Tafel in der vorangegebenen Weise mit Emaillepulver bestreuen.

Die so behandelte Glastafel wird, ohne daß man den überschüssigen Emaillestaub durch Blasen beseitigt, hingelegt und bleibt durch mehrere Tage ruhig liegen. Während dieser Zeit zersetzt sich das Wasserglas durch die Einwirkung der in der Luft enthaltenen Kohlensäure in der bekannten Weise: es wird amorphe Kieselsäure ausgeschieden, welche das Emailpulver wie ein Lackfirnis einschließt und festhält. Man kann dann das überschüssige Emailpulver durch Aufstellen der Tafel und leises Klopfen vollständig beseitigen und kann man eine so hergestellte Muffelintafel ebenfalls durch Übergießen mit Wasser reinigen. Durch das Wasserglas wird die Emailleschicht so fest gehalten, daß es nach einigen Tagen nur mehr durch Kratzen mit einem sehr scharfen Messer gelingt, das Email zu beseitigen; letzteres ist übrigens auch bei den eingebrannten Muffelintafeln möglich, wenn man beim Einbrennen das Email nicht stark erhitzt hat, daß die Glastafel so weich wurde, um das Einsinken der ganzen Emaillemasse zu bewirken.

Seitdem man die Verfahren zur Ätzung des Glases auf jene Stufe der Ausbildung gebracht hat, auf welcher sie gegenwärtig angelangt ist — und namentlich dahin

gekommen ist, das Ätzen des Glases zu einer nicht für die Gesundheit der Arbeiter sehr bedenklichen Arbeit zu machen, werden die Musselgläser nicht mehr durch Einbrennen oder Aufschmelzen von Emaillen hergestellt, sondern unmittelbar die Zeichnungen in das Glas geätzt. Da sich auf diesem Wege bezüglich der weiß aussehenden Zeichnungen derselbe Zweck, welchen man mit dem weißen Email erreicht hat, auf einfachere Art erreichen läßt, werden nur mehr wenige weiße Musselgläser mit Emaillen angefertigt.

Da es aber durch Ätzen des Glases nicht möglich ist, farbige Zeichnungen hervorzubringen — es wäre denn, man wendet Glastafeln an, welche mit einem farbigen Glase überfangen sind, so hat das Verfahren mit den Emailpulvern immerhin noch einen gewissen Wert. Man kann durch wiederholtes Aufdrucken von Mustern mit verschiedenfarbigen Emailpulvern den Glastafeln ein Aussehen geben, welches jenem ähnlich ist, als wenn sie mit zarten Aquarellfarben bemalt wären.

XVII. Das Verzieren der Gläser mit Metallen.

Gläser, welche zu Prunk- oder Luxusgefäßen verarbeitet werden, erhalten neben den anderen Verzierungen, welche sich durch Anwendung von farbigen Gläsern und Emaillen hervorbringen lassen, häufig auch noch einen Schmuck, welcher aus Edelmetallen besteht. Am häufigsten wendet man in diesem Falle das Gold an, seltener das Silber und noch seltener das Platin. Es hängt im hohen Grade von dem Preise ab, zu welchem der vergoldete oder versilberte Glasgegenstand abgegeben werden soll, in welcher Weise die Vergoldung ausgeführt werden soll — ein Umstand, welcher auf die Kostbarkeit des Materiales — daselbe besteht aus reinem Golde — zurückzuführen ist. Man kann auf Glas Vergoldungen anbringen, welche so haltbar sind, daß die Gegenstände nach vieljährigem Gebrauche noch immer die Vergoldung in voller Schönheit zeigen

und man kann andererseits wieder Vergoldungen auf Glas herstellen, welche zwar in Bezug auf Glanz und Schönheit tadellos erscheinen, so lange der Gegenstand nicht in Gebrauch genommen wird — die aber in Wirklichkeit nur aus einem Goldhauche bestehen, der so dünn ist, daß derselbe grünes Licht durchfallen läßt und durch kräftiges Reiben mit einem Tuche vollständig verschwindet.

Das Vergolden des Glases.

Wenn man Glas in einer dauerhaften Weise vergolden will, so kann man hierfür verschiedene Verfahren anwenden. Das älteste und die größte Dauerhaftigkeit verbürgende Verfahren ist jenes, bei welchem reines Gold, das zu dünnen Blättchen geschlagen ist, auf dem Glase befestigt wird. Man kann diese Art der Vergoldung in der Weise ausführen, daß man das Pulver eines sehr leicht schmelzbaren Glases — der gewöhnliche Fluß eignet sich hierfür — mit Lavendelöl anreibt, die zu vergoldenden Flächen des Glases mit dieser Masse bemalt und diese Stellen dann mit Goldblatt belegt. Der Gegenstand wird dann in der Muffel so weit erhitzt, daß der Fluß zum Schmelzen kommt, sich mit dem Glase einerseits — andererseits mit dem Golde fest vereinigt. Man kann dann den Goldüberzug durch Reiben und Drücken mit dem Polierstahle oder dem Achate noch Hochglanz erteilen und das weiche Gold auch noch dichter machen. Wenn man zu dieser Arbeit ein nicht zu dünn geschlagenes Gold verwendet hat, so zeigt die Vergoldung die größte Haltbarkeit — wie sie auf keinem anderen Wege zu erzielen ist.

Da man zu dieser Art von Vergoldung einer Goldmenge bedarf, welche um so größer ist, je massiver die Vergoldung ausgeführt wird, so kann dieses Verfahren nur für kostspielige Gegenstände in Anwendung gebracht werden, eignet sich aber durchaus nicht für billigere Ware.

Das folgende Verfahren liefert ebenfalls sehr schöne und dauerhafte Vergoldungen auf Glas, welche aber ebenfalls kostspielig sind. Man benötigt zu diesem Verfahren

chemisch reines Gold in feinst vertheiltem Zustande und kann dasselbe nach folgender Methode herstellen: Gold wird in Königswasser gelöst, die Lösung soweit eingedampft, daß sie anfängt braun gefärbte Krystalle von Goldchlorid abzuschneiden, sodann mit viel Wasser verdünnt und mit einer frisch bereiteten Lösung von Eisenvitriol in Wasser unter starkem Rühren versetzt. Die Flüssigkeit färbt sich hierbei dunkel und scheidet nach kurzer Zeit ein braunes Pulver aus, welches sich schnell auf dem Boden des Gefäßes ablagert und aus chemisch reinem Golde im Zustande der feinsten Verteilung besteht. Man sammelt das Gold auf einem Filter, wäscht es einige Male mit heißem Wasser aus und trocknet es schließlich. Das so erhaltene reine Gold erscheint im Zustande der höchsten Verteilung, in welchem man es auf diese Weise erhält, als ein schweres Pulver von eigentümlicher brauner Farbe; es zeigt gar keinen Glanz. Wenn man aber etwas von diesem Pulver mit einem Polierstahle oder einem Achate auf einer Glasunterlage kräftig reibt, so tritt der Goldglanz sogleich hervor, indem durch das Drücken einzelne der Stäubchen vereinigt werden und diese etwas größeren Massen schon den eigentümlichen Goldglanz zeigen.

Man kann sich nun dieses Goldpulvers zur Vergoldung von Glas (und auch von Porzellan und Emailen) in folgender Weise bedienen: Man verwendet feinst gepulverten Fluß (leicht schmelzbares Glas) und mischt es auf das innigste mit dem Goldpulver; es ist hierbei zu bemerken, daß die Vergoldung um so reicher ausfällt, je größer die Goldmenge ist, welche man mit einer bestimmten Menge von Fluß vermischt.

Die Vergoldung geschieht in der Weise, daß man die Masse mittels Lavendelöl anreibt und mit dem Pinsel auf die zu vergoldenden Stellen aufträgt. Die Gegenstände werden sodann wieder in der Muffel so stark erhitzt, daß der Fluß geschmolzen wird und die Goldteilchen zwischen sich fixiert. Wie die Beschreibung zeigt, sind die beiden soeben beschriebenen Verfahren der Vergoldung mechanische, indem nach dem ersten Goldblatt, nach dem zweiten Gold-

pulver auf den Gegenstand festgeschmolzen wird. In beiden Fällen verbraucht man eine große Menge von Gold, um eine schöne und dauerhafte Vergoldung zu erzielen.

Wir kennen aber mehrere Verfahren, nach welchen es möglich ist, Gold in ungemein dünnen Schichten, aber doch in vollständig zusammenhängender Masse auf dem Glase abzuscheiden und wegen der ungemein kleinen Menge an Gold, die hierzu verbraucht wird, selbst billige Gegenstände mit Vergoldung zu versehen. Wir bemerken aber hier gleich, daß die Vergoldungen zwar sehr schön aussehen, aber, wenn das Gold so dünn aufgetragen wird, auch von keiner besonders großen Dauerhaftigkeit sind.

Zur Herstellung dieser Vergoldungen bedarf man eines chemisch reinen Goldchlorides, welches ganz frei von Säure ist und wird dasselbe nach folgendem Verfahren bereitet. Man löst Gold in Königswasser auf, verdünnt die Lösung stark und läßt sie eine Zeitlang stehen, worauf man sie vorsichtig von dem etwa vorhandenen Bodensatz abgießt, diesen mit Wasser abwäscht und die Waschlösung mit der Goldlösung vereinigt. Wenn ein Rückstand bleibt, so besteht dieser aus Chlorsilber, welches aus dem in der ursprünglichen Goldlegierung vorhanden gewesenen Silber gebildet wird.

Die klare Goldlösung wird unter starkem Rühren mit einer Lösung von Eisenvitriol in Wasser versetzt, wodurch das Gold in der schon erwähnten feinstzerteilten Form abgeschieden wird. Man wäscht dasselbe und löst es in der geringst möglichen Menge von Königswasser auf. Die Lösung geht in diesem Falle sehr rasch vor sich, weil eben das Gold in feinstverteiltem Zustande vorhanden ist. Die braune Lösung des reinen Goldes wird in einer flachen Porzellanschale in der Weise eingedampft, daß die Temperatur von 40 bis 50 Graden hierbei nicht überschritten wird und setzt man das Eindampfen so lange fort, bis eine trockene braune Masse, welche aus Goldchlorid besteht, in der Schale hinterbleibt.

Um mit diesem Goldchloride zu vergolden, löst man

von demselben in Terpentin- oder Lavendelöl und verdünnt die Lösung soweit, als man dies eben mit Rücksicht auf die Art der herzustellenden Vergoldung tun will; man kommt dann endlich an eine Grenze, bei welcher die Vergoldung schon so dünn ausfällt, daß sie nur mehr einem Hauche gleicht, obwohl sie im zurückgeworfenen Lichte noch den vollen Goldglanz zeigt, aber im durchfallenden Licht grün und durchsichtig ist. Um das Glas zu vergolden, streicht man von der entsprechend verdünnten Lösung auf das blanke Glas und erhitzt dasselbe; die Reduktion des Goldchlorides zu Gold findet dann durch das ätherische Öl binnen kurzer Zeit statt.

Das Goldchlorid ist überhaupt so leicht reduzierbar, daß man beim Eindampfen der Lösung die Schale mit Fließpapier bedeckt halten muß, denn Staub, welcher auf die Oberfläche der Flüssigkeit fallen würde, hätte schon eine Reduktion von Gold zur Folge, welches sich als glänzendes Häutchen auf der Oberfläche der Flüssigkeit zeigen würde.

Eine sehr hübsche Vergoldung, welche aber kostspieliger zu stehen kommt als die eben beschriebene, kann auf folgende Art ausgeführt werden. Man tränkt mit einer verdünnten Lösung von Goldchlorid Stücke von alter Leinwand, legt diese, nachdem sie trocken geworden sind, in eine Porzellanschale und erhitzt diese, bis die Leinwand Feuer fängt und allmählich verglimmt. Durch die verbrennende Leinwand wird das Goldchlorid reduziert und hinterbleibt eine braune Masse, welche man als Goldzunder bezeichnet. Wenn man einen Kork mit Borarlösung befeuchtet und auch den Goldzunder mit gesättigter Borarlösung zu einem Brei anmacht, so kann man durch Aufreiben des Goldzunders auf das mit etwas Gummilösung bestrichene Glas eine Vergoldung hervorbringen; man braucht nur nach dem Aufreiben das Glas etwas zu erhitzen.

Wenn es sich darum handelt, feine Glasgegenstände in solcher Weise zu vergolden, daß kein zu großer Verbrauch an Gold stattfindet und die Vergoldung schön und dauer-

haft ausfällt, muß man ein etwas umständlicheres Verfahren einschlagen und besitzen wir in dieser Richtung zwei Vorschriften, nach welchen ein vorzügliches Ergebnis erzielt wird. Es sind dies die von Liebig und Böttger angegebenen Verfahrensarten.

Vergolden von Glas nach Liebig.

Diese Vergoldung, welche auch für Porzellan und Emaille angewendet werden kann, ist folgenderart auszuführen: Man wiegt genau 10 Gramm Gold (chemisch-reines Gold) ab, löst dasselbe in Königswasser und setzt der Lösung soviel Wasser zu, daß sie 1000 Kubikzentimeter ausmacht. Dieser Lösung werden 229 Gramm Chlornatrium (Kochsalz) zugesetzt und die Flüssigkeit im Wasserbade zur Trockene verdampft, wobei eine kristallinische Masse hinterbleibt, welche aus dem Doppelsalze Goldchlorid-Chlornatrium besteht. Man löst dasselbe in genau einem Liter destillierten Wassers und teilt diese Lösung in zehn Anteile, von denen jeder 100 Kubikzentimeter beträgt und genau ein Gramm Gold enthält.

Man versetzt nun 50 Kubikzentimeter der Goldlösung mit 50 Kubikzentimeter einer Ätznatronlauge von 1,035 spezifischem Gewicht und 300 Kubikzentimeter Wasser und kocht die Mischung so lange, bis nur mehr 250 Kubikzentimeter Flüssigkeit vorhanden sind. Die andere ebenfalls 50 Kubikzentimeter betragende Menge der Goldlösung wird mit 20 Kubikzentimeter der Natronlauge und 230 Kubikzentimeter Wasser gemischt und während einer Stunde durch Einstellen des Glaskolbens in siedendes Wasser auf 100 Grad erhitzt. Schließlich mischt man beide Flüssigkeiten und verwendet sie sofort zum Vergolden.

Die Arbeit des Vergoldens muß schnell vor sich gehen und ist es daher zweckmäßig, zu derselben mehrere Arbeiter anzustellen, da sich die Vergoldungsflüssigkeit binnen verhältnismäßig kurzer Zeit von selbst unter Abscheidung von Gold am Boden des Gefäßes zersetzt; gewöhnlich ist die Flüssigkeit schon mehrere Stunden nach der Bereitung

wirkungslos. Dieses Umstandes wegen ist es auch angezeigt, die ursprüngliche Lösung der zehn Gramm Gold in einem Liter Flüssigkeit, in zehn Teile zu teilen, um, sobald die eine Vergoldungsflüssigkeit nahezu ausgearbeitet ist, schon wieder die frisch bereitete zur Verfügung zu haben.

Vergolden von Glas nach Böttger.

1. Man löst ein Gramm chemisch reines Gold in Königswasser, verdampft zur Trockene, um alle überschüssige Säure zu verjagen, und löst das reine Goldchlorid in 120 Kubikzentimeter Wasser.

2. Man bereitet eine Lösung von Ätznatron in destilliertem Wasser, indem man 6 Gramm festes Ätznatron in 100 Kubikzentimeter Wasser löst.

3. Man löst 2 Gramm Traubenzucker in einer Mischung aus 24 Kubikzentimeter Wasser, 24 Kubikzentimeter 80 prozentigem Alkohol und 24 Kubikzentimeter Aldehyd. Diese Lösung Nr. 3 muß unmittelbar vor Beginn des Vergoldens frisch bereitet werden, indem sie sich sehr bald zersetzt.

Bei der Ausführung der Vergoldung mischt man je einen Teil der Goldlösung, einen Teil der Natronlauge und 0,7 Teile der Flüssigkeit Nr. 3, schüttelt gut durch und taucht den zu vergoldenden Gegenstand in die Flüssigkeit. Gewöhnlich nach fünf Minuten erscheint der Gegenstand schon sehr schön vergoldet. Wenn es sich darum handelt, eine ganz besonders schwere Vergoldung zu erhalten, wiederholt man das Eintauchen des schon einmal vergoldeten Gegenstandes in eine frisch bereitete Vergoldungsflüssigkeit. Eine sehr schöne und auch dauerhafte Vergoldung läßt sich auch mit Hilfe von Wasserglas erzielen. Man bestreicht die zu vergoldenden Stellen mittels eines Pinsels mit einer mäßig konzentrierten Lösung von Wasserglas, legt dann dünnes Blattgold auf, drückt dasselbe mittels eines Baumwollbäuschchens fest und nimmt mit einem scharfen Werkzeuge das überschüssige Goldblatt weg.

Man läßt den Gegenstand einige Tage stehen und erhitzt ihn dann ganz gelinde in einer Muffel. Das Gold wird durch das Wasserglas mit großer Kraft auf dem Glase befestigt und kann man dasselbe sogar noch mit dem Polierstahle oder dem Achat glänzend machen.

Das Versilbern des Glases.

Das Versilbern von Glas ist eine Operation, welche gegenwärtig in sehr großem Maßstabe ausgeführt wird, denn die Mehrzahl aller Spiegel, welche jetzt in den Handel gesetzt werden, besitzen als spiegelnde Fläche nicht den Überzug aus Zinnamalgam, sondern wird derselbe aus Silber gebildet, welches durch einen chemischen Prozeß auf das Glas in Form einer zusammenhängenden glänzenden Schichte abgeschieden wird, die im zurückgeworfenen Lichte undurchsichtig ist, indes sie, in durchfallendem Lichte betrachtet, blaues Licht durchtreten läßt.

Da man zur Herstellung einer schönen Versilberung eine verhältnismäßig sehr geringe Menge von Silber verbraucht, wendet man die Versilberung selbst für billige Glasgegenstände an. So z. B. versilbert man gewöhnliche gläserne Becher, welche so geblasen sind, daß sie doppelte Wandung haben, an der Innenseite und erhalten diese Becher dann das Aussehen, als wenn sie aus Silber bestehen würden. Bekanntlich werden auch große Glaskugeln, welche aus Hohlglas angefertigt sind, an der Innenseite versilbert und bieten dann einen sehr hübschen Anblick.

Obwohl es eine größere Zahl verschiedener Verfahren gibt, nach welchen Glas versilbert werden kann, hat sich doch von allen wieder nur eines als vollständig zuverlässig erwiesen und stammt dasselbe ebenfalls von Liebig her.

Versilbern des Glases nach Liebig.

Zur Hervorbringung der Versilberung sind mehrere Flüssigkeiten erforderlich, deren Darstellung wir in folgendem angeben. Bei der Herstellung dieser Flüssigkeiten

ist aber wohl darauf zu achten, daß sämtliche Präparate, welche hier in Anwendung kommen, vollkommen frei von Chlorverbindungen sein müssen, denn mit Flüssigkeiten, welche auch nur eine sehr geringe Menge von Chlorverbindungen enthalten, gelingt es unter keinen Umständen, eine tadellose Versilberung herzustellen.

1. Silberlösung. Man löst 1 Teil geschmolzenes Silbernitrat in 10 Teilen Wasser; die Lösung wird bis zum Gebrauche im Dunkeln und gegen das Einfallen von Staub geschützt aufbewahrt.

2. Ammoniaksalzlösung. Man kann entweder Ammoniumnitrat oder Ammoniumsulfat anwenden. Die Lösung von Ammoniumnitrat wird in der Stärke bereitet, bis sie das spezifische Gewicht 1,115 zeigt; will man Ammoniumsulfat anwenden, so gibt man der Lösung ein spezifisches Gewicht von 1,105 bis 1,106.

3. Natronlauge vom spezifischen Gewichte 1,050.

Aus diesen drei Lösungen wird die Versilberungsflüssigkeit nach folgenden Verhältnissen dargestellt:

Silberlösung	140	Raumteile
Lösung des Ammoniaksalzes	100	"
Natronlauge	750	"

Man stellt die Mischung in der Weise dar, daß man zuerst die Silberlösung in die Ammoniaklösung gießt und dann die Natronlauge in kleinen Anteilen zufügt. Nach vollzogener Mischung trübt sich die Flüssigkeit und muß mindestens drei Tage lang an einem dunklen Orte stehen bleiben, und zwar so lange, bis sie wieder vollkommen blank erscheint. Man zieht dann die klare Flüssigkeit mittels eines Hebers vorsichtig von dem Bodensatz ab.

Als zweite Hauptflüssigkeit, deren man zur Herstellung der Versilberungen bedarf, die Reduktionsflüssigkeit, muß man wieder zwei Lösungen anwenden, und zwar:

1. Zuckerlösung. Man löst 50 Gramm weißen gepulverten Kandiszucker in Wasser zu einem dünnen Sirup, setzt diesem 3,1 Gramm Weinsäure zu und kocht die Flüssigkeit während einer Stunde, worauf man ihr so viel Wasser zusetzt, daß man 500 Kubikzentimeter Flüssigkeit erhält.

2. Kupferlösung. Man übergießt 2,857 Gramm trockenen Kupfertartrat (weinsaures Kupferoxyd) mit Wasser und setzt tropfenweise Natriumlauge hinzu, wobei man wiederholt umrührt, bis sich das Salz zu einer blauen Flüssigkeit gelöst hat; man setzt dann soviel Wasser zu, daß man 500 Kubikzentimeter Flüssigkeit erhält.

Man stellt nun die Reduktionsflüssigkeit folgender Art dar:

Zuckerlösung	1	Volumen
Kupferlösung	1	"
Wasser	8	"

Bei der Vornahme der Versilberung geht man nun in folgender Weise vor:

50 Volumen der Versilberungsflüssigkeit werden mit 250 bis 300 Volumen Wasser, dessen Temperatur zwischen 20 und 28° C betragen soll, gemischt und dieser Mischung zehn Volumen der Reduktionsflüssigkeit zugesetzt, tüchtig umgerührt und ist dann die Flüssigkeit fertig, aus welcher sich das Silber in Form einer glänzenden Schichte abscheiden kann.

Wenn man Hohlgefäße zu versilbern hat, gießt man zuerst etwas von der Flüssigkeit in das Gefäß, schwenkt dasselbe so, daß die Wandungen gut benetzt werden und füllt sodann das Gefäß ganz mit der Versilberungsflüssigkeit an; beim Eingießen der letzteren läßt man die Flüssigkeit an der Wand des Gefäßes hinabfließen, damit keine Blasen entstehen. Wenn sich an der Wand des Gefäßes einmal der undurchsichtige glänzende Überzug zeigt, kann man die Versilberung als beendet betrachten und die Flüssigkeit schnell in ein anderes zu versilberndes Gefäß übergießen; sie enthält in der Regel noch genug Silber in Lösung, um auch das zweite Gefäß mit einem Silberüberzuge zu versehen; damit derselbe aber auch genügend dick werde, muß man nunmehr die Flüssigkeit etwas länger in dem Gefäße belassen.

Die ausgenützte Flüssigkeit wird in ein größeres Gefäß zusammengegoßen, in welchem sich der Rest des

noch gelöst vorhandenen Silbers abscheidet und gelegentlich wieder nutzbar gemacht wird.

Wenn man ebene, geschliffene Glastafeln — Spiegeltafeln — versilbern will, so verwendet man hierfür einen hölzernen Kasten, dessen Wände mit Guttapercha ausgekleidet sind, und stellt in demselben die Glastafeln so auf, daß je zwei Tafeln aneinander liegen und diese Flächen daher nicht versilbert werden können. Man gießt sodann die Versilberungsflüssigkeit ein und läßt das Ganze durch einige Stunden ruhig stehen. Wenn eine Probe anzeigt, daß der Silberniederschlag genügend dick geworden ist, läßt man die Flüssigkeit durch Öffnen eines am Boden des Gefäßes angebrachten Hahnes abfließen, hebt die Tafeln einzeln heraus und spült sie durch einen über sie hingeführten Wasserstrahl gut ab.

Der Silberüberzug erscheint bei richtiger Arbeit auch bei den größten Tafeln als eine vollkommen homogene Schichte, welche aber so dünn ist, daß man die hinter dem Spiegel befindlichen Gegenstände beim Durchblicken deutlich wahrnimmt, und zwar in blauem Lichte. Um den Spiegel haltbar zu machen und die ungemein dünne Silberschichte gegen das Verwischen zu schützen, überdeckt man sie mit einer Kupferschichte, welche auf galvanoplastischem Wege erzeugt wird. Man legt die Tafel mit der nicht versilberten Seite nach unten in ein Verkupferungsbad, setzt die Drähte, durch welche der elektrische Strom zugeführt wird, an mehrere Stellen am Rande der Tafel auf und setzt dann den Strom in Gang. Da die Silberschichte ein ausgezeichnete Leiter der Elektrizität ist, so erfolgt die Abscheidung des Kupfers ganz gleichförmig auf der ganzen Fläche und ist binnen kurzer Zeit die Silberschichte von einer fest zusammenhängenden Kupferschichte überzogen; es genügt, wenn man dem Kupferüberzug eine Dicke gibt, welche etwa ein Fünftel Millimeter beträgt. Nachdem die Tafel gut mit Wasser abgespült wurde, läßt man sie ganz trocken werden und übergießt sie mit gutem Asphaltfirnis. Nachdem das Lösungsmittel des Asphaltes verdampft ist, erscheint der Spiegel auf der Rückseite mit

einer schwarzen Schichte überzogen und ist dann fertiggestellt.

Bevor man irgend einen Glasgegenstand versilbert, muß derselbe auf das gründlichste gereinigt werden, denn der kleinste Fettfleck oder das kleinste Staubteilchen, welches auf dem Glas zurückbliebe, hätte zur Folge, daß an dieser Stelle das Silber nicht gleichförmig abgeschieden würde; es müßten sich Unregelmäßigkeiten in der Silberschichte ergeben und wäre dann die ganze Arbeit verloren, denn es bliebe nichts übrig, als die Silberschichte mit Salpetersäure wegzunehmen, die Glastafel zu reinigen und neuerdings zu versilbern.

Das Reinigen der zu versilbernden Glastafeln hat zuerst mit Wasser zu geschehen, sodann mit starker Natronlauge, durch welche jede Spur von Fett weggenommen wird. Meistens genügt diese Behandlung, um die Glastafel genügend zu reinigen; es ist aber auch zweckmäßig, die mit Natronlauge gereinigte Tafel, nachdem sie mit Wasser abgespült wurde, noch mit Salpetersäure zu übergießen, wodurch alle etwa noch vorhandenen Spuren organischer Körper zerstört werden. Nach erfolgtem Spülen sollen die Glastafeln bis zum Einsenken in das Versilberungsbad an einem absolut staubfreien Orte aufbewahrt werden.

Das Verzieren von Glasgegenständen mit Silber auf galvanoplastischem Wege.

Man kann Luxusgegenstände aus Glas in sehr schöner Weise mit Silber verzieren, wenn man hierfür das Schleifen und die Galvanoplastik zu Hilfe nimmt. Da die Herstellung dieser Verzierungen ziemlich viele Mühe und Arbeit beansprucht, kann man dieses Verfahren eigentlich nur für teure Luxusware in Anwendung bringen.

Am geeignetsten für die Verzierung von Gläsern mit Silber erscheinen solche Glasgefäße, welche an der Innenseite von weißer Farbe sind, sonach solche, bei deren Herstellung der Anfang damit gemacht wurde, daß man

zuerst eine Hohlbirne aus weißem Emailleglas anfertigt und diese sodann mit farblosem oder farbigem Glase überfängt.

Der fertiggestellte Glasgegenstand wird zunächst mit jenen Verzierungen, die man später in Silber ausführen will, versehen, und zwar geschieht dies, indem man entweder die Verzierungen bis zu einer gewissen Tiefe einschleift oder durch Sandbläserei herstellt. Am besten ist es, diese Arbeit durch Schleifen auszuführen, indem man dann die Vertiefungen in der Weise herstellen kann, daß sie unten etwas breiter sind als oben — eine Form, welche das Festhaften der Silberschichte bedeutend unterstützt. Der Schliff wird in der Art hergestellt, daß die ausgeschliffenen Stellen rauh bleiben. Die eingeschliffenen Linien und Flächen sollen eine Tiefe erhalten, welche jener von Schreibpapier gleichkommt.

Nach Beendigung des Schleifens werden alle eingeschliffenen Vertiefungen mittels eines Pinsels mit einer Lösung von Silbernitrat ausgestrichen und dann das Gefäß unter eine Glasglocke gestellt, unter welche man auch ein Schälchen gebracht hat, welches mit Aldehyd gefüllt ist. Diese Flüssigkeit verdampft leicht und erfüllen ihre Dämpfe die Glasglocke; beim Zusammentreffen der Aldehyddämpfe mit dem Silbernitrate wird dasselbe reduziert und scheidet sich in den eingeschliffenen Vertiefungen eine sehr dünne Schichte von metallischem Silber ab. Sobald die Reduktion des Silbers beendet ist, nimmt man das Gefäß aus der Glasglocke und beseitigt sorgfältig alle metallglänzenden Stellen, welche nicht in den Vertiefungen vorhanden sind; solche Stellen entstehen, wenn der Arbeiter beim Ausmalen der Vertiefungen mit dem Pinsel über die Umrisse derselben hinausgefahren ist.

Man stellt nunmehr den Gegenstand in ein entsprechend großes Gefäß, verbindet die versilberten Stellen durch Aufsetzen der Drähte mit einer galvanischen Batterie, füllt das Gefäß mit einer zur galvanischen Versilberung geeigneten Flüssigkeit und setzt die Batterie in Tätigkeit. Es wird nunmehr aus dem Versilberungsbade auf die

versilberten Stellen reines Silber niedergeschlagen und die eingeschliffenen Vertiefungen durch dasselbe ausgefüllt.

Sobald dies geschehen ist, nimmt man den Gegenstand aus dem Versilberungsbade, spült ihn gut ab und behandelt die Silberlinien und Streifen noch mit dem Polierstahle oder Achate unter ziemlichem Aufdrücken des Werkzeuges. Es geschieht diese Bearbeitung in diesem Falle nicht, um das Silber zu polieren, denn dasselbe zeigt an und für sich schon Hochglanz, sondern um das weiche Silber dichter zu machen und fest in die Vertiefungen einzupressen. Es gelingt auf diese Weise auch, die haarfeinen Linien, welche mit Silber ausgefüllt sind, fest und haltbar zu machen, so daß das Silber an der rauhgeschliffenen Unterlage aus Glas gut haftet.

Wenn man gewisse Stellen des blanken Silberüberzuges mit einer verdünnten Lösung von Goldchlorid im Wasser bestreicht, so wird an diesen Stellen Gold ausgeschieden und kann dasselbe durch Bearbeiten mit dem Achate schnell auf Hochglanz gebracht werden, so daß man einen Teil der Verzierungen vergoldet erhält.

Es ist leicht einzusehen, daß sich auf die Art sehr schöne künstlerische Effekte auf Luxusgläsern hervorbringen lassen; wenn man z. B. auf einem dunkelfärbigen matt metallisch schimmernden Lüfterglase die blanken Silberverzierungen anbringt und die Wirkung derselben noch durch passend angeordnete Ornamente aus farbigen Emaillegläsern, Blumen usw. unterstützt, so lassen sich auf diese Weise Kunstwerke herstellen, welche in bezug auf Farbenpracht von anderen kaum übertroffen werden können und welche noch dazu unvergänglich sind. Ähnliche Wirkungen lassen sich nur auf Porzellan hervorbringen, wobei aber jene tief metallischen schillernden Farben der Lüftergläser nicht in Anwendung kommen können.

Verzieren von Glas mit Kupfer auf galvanoplastischem Wege.

Man kann Gläser in ganz ähnlicher Weise, wie dies mit Silber geschieht, auch mit Kupfereinlagen—Ornamenten,

Blättern usw. schmücken und geht dabei in der Weise zu Werke, daß man die rauh ausgeschliffenen Vertiefungen in dem Glase mit der Lösung von Silbernitrat ausmalt und dann der Einwirkung von Aldehyddämpfen aussetzt. Nachdem dies geschehen und der an den Rändern der Vertiefungen haftende Silberüberzug entfernt wurde, bringt man das Gefäß in ein galvanisches Verkupferungsbad und läßt den Strom so lange wirken, bis die Vertiefungen vollkommen mit Kupfer ausgefüllt sind. Schließlich erfolgt das Blankpolieren des Kupfers. Wenn man einzelne Stellen des Kupferüberzuges mit einer Lösung von Kochsalz in Wasser, welcher man eine kleine Menge von Salzsäure zugesetzt hat, bestreicht, so bildet sich an diesen Stellen binnen kurzer Zeit ein schön grüner Überzug, welcher aus basischem Kupferchlorid besteht und dem Kupfer das Aussehen von alter Bronze gibt.

Für manche Zwecke, z. B. für dünnwandige Glasgeräte, wie sie die Chemiker benützen, wünscht man das Glas mit einer aus Kupfer bestehenden Schutzhülle zu umgeben. Man stellt eine solche in einfacher Weise dar, indem man jene Stellen des Glases, welche verkupfert werden sollen, zuerst mit einer rauhen Fläche versieht, was durch Ätzen oder durch Einwirkung eines Sandgebläses geschehen kann.

Die rauh gemachten Teile des Glases werden dann mittels eines weichen Wollappens mit feinst gepulvertem Graphit so lange eingerieben, bis sie vollkommen gleichförmig stahlgrau geworden sind. Durch den Graphitüberzug werden die betreffenden Stellen des Glases leitend gemacht und braucht man das Glasgefäß dann nur in ein galvanoplastisches Verkupferungsbad zu bringen, um auf demselben einen festhaftenden Überzug von Kupfer herzustellen.

Das Verzieren der Gläser mit Platin.

Das Platinmetall hat in reinem Zustand eine eigentümliche grauweiße Farbe, welches jener mancher Stahl-

sorten gleicht, sich aber unter der Einwirkung der Atmosphäre nicht verändert. Man kann sich des Platines in sehr vorteilhafter Weise bedienen, um auf Gläsern, welche vergoldet oder versilbert sind, noch weitere Verzierungen anzubringen; dieselben erscheinen auf dem gold- oder silberglänzenden Untergrunde dann in einer sehr angenehm auf das Auge wirkenden grauen Färbung.

Das Platin muß zu diesem Zwecke in Form von Platinchlorid angewendet werden und stellt man dieses dar, indem man dünnes Platinblech mit der Schere in sehr kleine Schnitzel zerteilt, diese in einen Glaskolben bringt und mit Salpetersäure übergießt, der man ein Drittel ihres Volumens an Salzsäure zugesetzt hat. Das Platin löst sich bei gelindem Erwärmen leicht zu einer gelbbraunen Flüssigkeit; wenn das Platin silberhaltig war, so bleibt am Boden des Gefäßes ein unlöslicher Rückstand, welcher aus Chlor Silber besteht.

Die gelbe Lösung enthält Platinchlorid, welchem aber noch die Chloride der anderen — das Platin gewöhnlich begleitende Metalle — wie Iridium, Palladium usw. beigemischt sind. Um das Platinchlorid rein zu erhalten, versetzt man die ziemlich stark eingedampfte Lösung mit einer Lösung von Chlorammonium (Salmiak). Es entsteht ein gelber Niederschlag von Chlorplatin — Chlorammonium; derselbe wird abfiltriert, einige Male mit Weingeist ausgewaschen, getrocknet und zum Glühen erhitzt. Schließlich hinterbleibt ein schwarzes Pulver, welches aus feinst vertheiltem Platin besteht.

Man löst dieses Pulver in der geringst möglichen Menge von Königswasser und verdampft die Lösung auf einer Porzellanschale bei gelinder Wärme zur Trockene, wobei ein gelb gefärbter Rückstand hinterbleibt, welcher aus reinem Platinchlorid besteht.

Um die zum Platinieren erforderliche Masse darzustellen, zerreibt man das trockene Salz in einer Porzellanschale zu einem sehr zarten Pulver und setzt diesem in ganz kleinen Anteilen allmählich so viel Lavendelöl zu, bis auf 100 Gramm ursprünglich angewendetes reines

Platin 1400 Gramm Lavendelöl verbraucht sind. Man muß mit dem Zuzage des Lavendelöles sehr behutsam umgehen und, wie erwähnt, dasselbe immer nur in kleinen Anteilen zugießen. Wollte man eine größere Menge des Öles auf einmal verwenden, so würde starke Erwärmung eintreten und infolge dessen die Reduktion des Platinchlorides stattfinden.

Die Lösung des Platinchlorides in Lavendelöl wird in einem offenen, aber mit Löschpapier bedeckten Gefäße durch 14 Tage an einem dunkeln Orte stehen gelassen und dann durch dichtes Filterpapier filtriert. Sie muß dann vollkommen klar sein und dürfen durchaus keine trübenden Teilchen in ihr schweben. Neben der vollkommenen Klärung scheint das Stehenlassen der Lösung auch noch einen anderen Zweck zu haben, nämlich den, das leicht oxydierbare Lavendelöl teilweise verharzen zu machen — ein Umstand, welcher für das Gelingen der Platinierung von großer Bedeutung zu sein scheint.

Die zur Platinierung dienende Masse wird dargestellt, indem man 25 Gramm Bleioxyd, welches auf das feinste gemahlen und geschlämmt sein muß, mit 25 Gramm Bleiborat (borsaurem Blei) mischt und diese Mischung, welche mit 10 Gramm Lavendelöl befeuchtet wird, in einer Reibschale durch langandauerndes Reiben in einen zarten Brei verwandelt. Dieser Brei wird allmählich mit der Lösung des Platinchlorides in Lavendelöl gemischt. Zur Herstellung des Platiniüberzuges malt man mittels des Pinsels, der in die Flüssigkeit getaucht wird, die zu platinierenden Muster auf das Glas, läßt sie trocknen und wiederholt die Bemalung noch ein- oder zweimal, damit der Platinüberzug die gehörige Stärke erreiche. Man stellt die bemalten Gläser zunächst an einen staubfreien Ort, damit die Bemalung vollkommen austrocknen könne und bringt schließlich die Gefäße in eine Muffel, in der man sie langsam erhitzt, ohne jedoch die Hitze so weit zu steigern, daß das Glas weich wird.

Das langsame Erhitzen ist eine sehr wesentliche Bedingung zum Gelingen der ganzen Arbeit; bei allmählicher

Steigerung der Temperatur wird das verharzte Lavendelöl langsam zersezt, reduziert hierbei das Platinchlorid zu Metall und wird dieses durch die leicht schmelzbare Mischung aus Bleioxyd und Bleiborat auf dem Glase befestigt. Geht man mit der Erhöhung der Temperatur zu rasch vor, so findet die Zersezung des verharzten Oles in kurzer Zeit unter gleichzeitigem Aufstreifen von Blasen statt und erscheinen dann jene Stellen, an welchen sich Blasen gebildet hatten, fehlerhaft. Bei richtiger Arbeit bildet jedoch der Platinüberzug eine gleichförmige glänzende Schichte.

Man kann sich des Platinierens von Glas auch dazu bedienen, um auf der Oberfläche geschliffener Glastafeln einen Spiegel darzustellen. Derartige Spiegel haben besonders für wissenschaftliche Instrumente Wert, weil bei ihnen das Licht nicht durch das Glas zu gehen braucht, sondern unmittelbar von der Metallfläche selbst zurückgeworfen wird. Da die spiegelnde Fläche durch die Metallschichte selbst gebildet wird, so braucht man die zur Herstellung der Spiegel dienenden Gläser nur auf der zu platinierenden Seite zu schleifen, die andere Seite bedarf keines Schliffes.

Um einen gleichförmigen Platinüberzug zu erhalten, ist es bei der Anfertigung solcher Spiegel von besonderer Wichtigkeit, die Platinlösung so gleichmäßig als nur möglich auf dem Glase auszubreiten. Um dies zu erreichen, wendet man zum Bestreichen breite weiche Pinsel an und nimmt das zweite Bestreichen so vor, daß diesmal die Pinselstriche senkrecht auf die Richtung der ersten geführt werden. Immerhin setzt diese Arbeit eine nicht geringe Geschicklichkeit bei demjenigen voraus, welcher das Bestreichen vorzunehmen hat.

Es ist aber auch möglich, das Überziehen der Gläser mit der Platinlösung in ganz gleichmäßiger Weise auszuführen, ohne zu dem Bestreichen mit dem Pinsel greifen zu müssen. Wenn es sich darum handelt, eben geschliffene Glasplatten in Spiegel zu verwandeln, legt man dieselben auf die ausgebreiteten Finger der linken Hand und gießt an einer Ecke der Tafel so viel von der Lösung auf die-

selbe, daß sie sich allmählich über die ganze Fläche ausbreitet; durch sanftes Neigen der Platte unterstützt man das gleichförmige Ausbreiten der Flüssigkeit. Nachdem die ganze Tafel von Flüssigkeit bedeckt ist, stellt man die Tafel nahezu lotrecht und läßt den Überschuß der Flüssigkeit in das Aufgießgefäß zurücklaufen. Nachdem nichts mehr abtropft, legt man die Tafel auf ein Gestell, welches schon früher so gerichtet sein muß, daß die Glastafel vollkommen horizontal liegt. Die dünne Flüssigkeitsschichte, welche auf der Glasplatte ausgebreitet ist, trocknet nun ziemlich rasch ein und hinterbleibt ein ganz gleichförmiger Überzug auf der Glastafel. Man wartet so lange, bis derselbe vollständig eingetrocknet ist, und wiederholt das Übergießen in der gleichen Weise, wenn notwendig, noch zweimal, wobei man aber jedesmal das gänzliche Trockenwerden des vorhergehenden Aufgusses abwarten muß.

Bei einiger Übung kann man auf diese Weise Glastafeln, welche bis zu einem halben Quadratmeter Fläche haben, übergießen; wenn es sich darum handelt, größere Glastafeln zu übergießen, so ist es wegen des bedeutenden Gewichtes derselben nicht möglich, sie auf der Hand zu halten. Man wendet in diesem Falle ein Gestell an, welches mit drei Armen versehen ist, die in einem Kugelgelenke zusammenlaufen, so daß man die Glastafel nach jeder beliebigen Richtung neigen kann. Die Glastafel wird auf diese drei Arme gelegt, horizontal gestellt und das Aufgießen der Flüssigkeit wieder von einer Ecke der Tafel aus vorgenommen; durch entsprechendes Bewegen des Kugelgelenkes breitet man die Flüssigkeit über die ganze Fläche aus und läßt sie dann an einer Ecke wieder abtropfen.

Will man platinirte Hohlspiegel herstellen, so gießt man in die polirte Höhlung der Glaslinse beiläufig so viel von der Lösung, als man nach dem Augenmaße nötig hat, um die ganze Fläche reichlich zu überdecken; die Linse wird dann langsam so geschwenkt, daß nach und nach die ganze Höhlung benetzt und dann an einer Stelle der Flüssigkeitsüberschuß zum Abtropfen gebracht wird.

Man darf die Linse aber nicht an einer Stelle feststellen, sondern muß sie langsam um ihren Rand drehen, damit sich die Flüssigkeit längs des ganzen Randes gleichmäßig ausbreite. Die Linse muß dann auch in aufrechter Stellung verbleiben, bis der Überzug trocken geworden ist, indem sich sonst an der tiefsten Stelle eine etwas dickere Schichte der Flüssigkeit zusammensammeln würde, wodurch der spiegelnde Überzug nicht gleichmäßig ausfallen würde.

Wenn man Gläser mit einem der drei genannten Edelmetalle überzogen hat, kann man aus denselben durch geeignete Behandlung noch verschiedene Muster herausarbeiten. In welcher Weise dies zu geschehen hat, wollen wir an einem Beispiele klar machen.

Man hat ein Glasgefäß vor sich, das aus farblosem Glase besteht, welches mit Rubinglas überzogen ist; das ganze Gefäß wurde nach dem oben angegebenen Liebig'schen Verfahren mit Silber überzogen. Es sollen nun auf der silbernen Fläche Ornamente, Buchstaben — kurz Zeichnungen beliebiger Art in roter Farbe erscheinen. Um dies zu erreichen, muß man eine Anzahl fein geschnittener Gänsekielfedern in Bereitschaft haben, mit welchen man sehr feine Linien zu ziehen imstande ist.

Der Arbeiter taucht eine solche Feder in ein mit nicht zu konzentrierter Salpetersäure gefülltes Gefäß und zeichnet auf der Silberfläche jene Linien welche mit der Farbe des Rubinglases erscheinen sollen. Beim Überfahren der ungleichmäßig dünnen Silberschichte mit der in Salpetersäure getauchten Feder wird das Silber an der betreffenden Stelle aufgelöst und tritt die Zeichnung unter dem Striche mit roter Farbe hervor. Durch die Salpetersäure wird die Hornsubstanz, aus welcher der Kiel der Feder besteht, ziemlich schnell zerstört und infolge dessen die Feder unbrauchbar; man muß daher, um ungestört arbeiten zu können, eine Anzahl von frischen Federn in Bereitschaft halten.

Man kann dieses Verfahren auch in der Weise modifizieren, daß gewisse Linien auf dem Glase in Goldfarbe erscheinen, indes andere rubinrot aussehen.

Zu diesem Zwecke muß das mit Rubinglas überfangene Glas zuerst vergoldet werden und kommt über die Vergoldung noch eine Versilberung. Zuerst nimmt man mittels der in Salpetersäure getauchten Feder an jenen Stellen, welche vergoldet sein sollen, das Silber weg; da sich das Gold in Salpetersäure nicht löst, so erscheinen die Linien goldfarbig auf Silbergrund. Jene Teile der Zeichnung, welche in dem fertiggestellten Glase aber rubinrot erscheinen sollen, werden mit einer Feder bestrichen, die in Königswasser getaucht ist. Das Gold wird durch das Königswasser gelöst und tritt dann die rote Färbung des unter dem Golde liegenden Rubinglases hervor.

Besonders schön sehen derartige Gläser aus, wenn man sie mit einem Netzwerke sehr feiner Linien versieht, von welchen die einen silberfarben sind, indes die anderen goldig oder rubinrot hervortreten.

Das Verzieren der Gläser auf mechanischem Wege.

In den vorhergehenden Abschnitten wurden alle Verfahren beschrieben, nach welchen man imstande ist, die Verzierung der Gläser auf chemischem Wege auszuführen. Es gehören hieher vor allen anderen die Darstellung der verschiedenfarbigen durchsichtigen Gläser, der durchscheinenden und der ganz undurchsichtigen Gläser, die durch teilweise Entglasung irisierend gemachten Gläser, die lüstrierten und opalisierenden Gläser und alle mit Metallen überzogenen Gläser.

Man kann das Aussehen der Gläser aber auch durch verschiedene Bearbeitung der Oberfläche derselben in sehr mannigfaltiger Weise abändern und ist durch die verschiedenen hierbei in Verwendung kommenden Verfahren imstande, die Fläche des Glases an gewissen Stellen zu vertiefen, ganz undurchsichtig zu machen oder denselben ein durchscheinendes Aussehen zu geben. Diese Veränderungen der Oberfläche eines Glases können durch Schleifen, Mattieren, durch Sandbläserei oder endlich

durch Ätzung hervorgerufen werden. Letztere wird zwar durch chemische Agenzien bewirkt, welche aber eine Zerstörung der obersten Schichten des Glases hervorrufen, so daß man auch das Glasätzen in gewisser Hinsicht als ein mechanisches Verfahren bezeichnen kann, da es eine Zerstörung der Glasmasse bis zu einer gewissen Tiefe bewirkt.

Eine besondere Art der Verzierung der Gläser besteht darin, daß man aus verschiedenfarbigen Gläsern oder Emailen plastische Gegenstände darstellt und diese auf das zu schmückende Glas festschmilzt.

Das Prägen von Glasverzierungen.

Man kann eine ganze Reihe von kleinen Verzierungen, welche später auf den Gläsern angebracht werden sollen, in sehr einfacher Weise durch ein Verfahren darstellen, welches man als „Prägen“ bezeichnen kann, da es sich von jenem, nach welchem man Glas auch formt und welches man als das „Pressen“ bezeichnet, in der Art der Ausführung unterscheidet.

Man kann das Prägen des Glases zur Darstellung der verschiedenartigsten Verzierungen anwenden; besonders sind es Blätter, — kleine Weinblätter aus grünem Glase, kleine Blumen in der Naturfarbe, Buchstaben usw. — welche sich sehr schön durch das Prägen herstellen lassen.

Von ganz besonderer Schönheit sind jene Ornamente, welche aus einem weißen oder bläulichen Emailglase angefertigt werden, welches aber nur so viel Zinnoryd enthält, daß es ziemlich stark durchscheinend ist. Wenn man aus derartigem Emailglase Figuren in Flacharbeit prägt, so kommen die dickeren Stellen der geprägten Masse mit einem kräftiger weißen Ton zur Geltung als die anderen, welche um so bläulicher aussehen, je dünner sie sind; es lassen sich auf diese Art halberhabene Verzierungen auf Glasgefäßen herstellen, welche in bezug auf ihren Eindruck an die zarten Email-

arbeiten erinnern, welche man als Limousiner Email bezeichnet. Wenn man Gegenstände aus Glas, einerlei, ob aus farblosem oder aus farbigem Glase ausprägen will, so wählt man hierfür immer eine Glasorte, welche schon bei niederer Temperatur recht dünnflüssig erscheint, sonach leicht schmelzbar ist; ein Glas von dieser Beschaffenheit vermag die feinsten Vertiefungen und Erhöhungen einer Form wiederzugeben.

Die Formen, deren man zum Prägen der gläsernen Ornamente bedarf, werden aus Eisen oder Bronze hergestellt und müssen so gearbeitet sein, daß sie keine übergreifenden Teile besitzen; eine weiche Masse, welche man in die Formen drückt, muß leicht aus derselben wieder aushebbar sein.

Um mit Hilfe einer solchen Form flache Glasverzierungen zu prägen, wärmt man die Form ziemlich stark an, ohne sie jedoch bis zum Glühen zu erhitzen, legt sie vollkommen horizontal und gießt mittels einer Kelle behutsam sehr heißes und dünnflüssiges Glas in die Form, bis dieselbe so weit ausgefüllt ist, daß das flüssige Glas eine schwache Wölbung bildet. Man rollt sodann einen angewärmten Eisenzylinder über die Form und wird durch diesen der etwaige Überschuß von Glas, welcher in der Form vorhanden ist, über den Rand der Form gedrückt und wird abgestreift. Man legt nun eine Eisenplatte auf die Form, wendet letztere um, so daß beim Wiederaufheben der Form das gepreßte Glasornament auf der Eisenplatte liegen bleibt. Nachdem die Glasmasse genügend fest geworden ist, schiebt man sie von der Eisenplatte auf eine andere Platte, auf welcher man auch alle folgenden Abgüsse sammelt und welche dann wieder angewärmt und langsam abgekühlt werden muß, indem das Glas bei der Berührung mit dem Eisen schnell abgekühlt und insolgedessen sehr spröde wird.

Man setzt das Gießen in einer Form so lange fort, bis diese durch die Berührung mit dem geschmolzenen Glase so heiß geworden ist, daß das Glas in der Vertiefung der Form nur langsam zur Erstarrung kommt.

Man muß die Form dann wieder abkühlen lassen, bevor man mit dem Gießen von neuem beginnen kann.

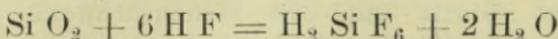
Die Befestigung der gegossenen Ornamente auf fertigen Glasgegenständen erfolgt in der Weise, daß man das zu verzierende Glasgefäß ziemlich stark anwärmt und auch das auf einer ebenen Platte liegende Gußstück so weit anwärmt, daß es weich wird. Durch Überschieben von dieser Platte auf den Glasgegenstand und entsprechendes Wenden des letzteren bewirkt man, daß sich das erweichte Ornament entsprechend der Krümmung des Glasgefäßes biegt und fest an das Glas legt.

XVIII. Das Ätzen der Gläser.

Es ist bekannt, daß Gläser, welche richtig zusammengesetzt sind, zu jenen chemischen Verbindungen gehören, welche der Einwirkung der stärksten Agenzien den größten Widerstand entgegensetzen; die kräftigsten Mineralsäuren können durch lange Zeit in Glasgefäßen gekocht werden, ohne daß diese merklich angegriffen werden. Weniger Widerstandsfähigkeit zeigen die Gläser gegen die Einwirkung konzentrierter Alkalien (Kalilauge und Natronlauge). Diese bewirken meistens bei längerem Kochen in Glasgefäßen eine oberflächliche Zersetzung des Glases, welche sich durch Verschwinden des Glanzes und Rauwerden der Oberfläche zu erkennen gibt. Wir kennen nur einen Körper, welcher sowohl im freien Zustande als auch in mehreren mit ihm dargestellten Verbindungen das Glas mit der größten Leichtigkeit angreift und dasselbe bei genügend langer Einwirkung sogar vollkommen aufzulösen imstande ist. Dieser Körper ist die Verbindung Fluorwasserstoff, im gewöhnlichen Leben auch als Flußsäure bezeichnet.

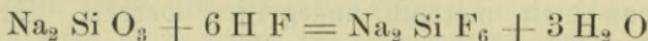
Die Wirkung der Flußsäure auf das Glas erklärt sich aus folgenden Verhältnissen: Wenn Fluorwasserstoff mit einem kiesel-sauren Salze oder Silikate zusammen-

trifft — die Gläser sind bekanntlich Silikate — so zersetzt sie das Silikat unter Abscheidung der in ihm enthaltenen Kieselsäure. Letztere wird aber sogleich in die Verbindung Kieselfluorwasserstoffsäure $H_2 Si F_6$ umgewandelt, welche in Wasser leicht löslich ist. Der chemische Vorgang, welcher hierbei stattfindet, läßt sich durch folgende Gleichung versinnlichen:

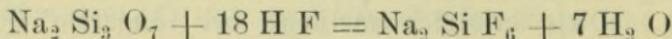


(Kieselsäure + Fluorwasserstoff = Kieselfluorwasserstoff + Wasser)

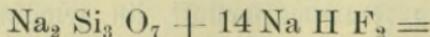
Da aber der Fluorwasserstoff beim Zusammentreffen mit dem Glase mit einer Verbindung zusammentrifft, welche neben Kieselsäure auch noch Metalle enthält, so werden letztere in Verbindungen des Fluors übergeführt oder es entstehen Gemenge aus Fluormetallen und Kieselfluorwasserstoffsäure. Das nachfolgende Schema versinnlicht die Zersetzung des Natriumsilikates, wenn dasselbe mit Fluorwasserstoff zusammentrifft, und verhalten sich die Silikate der anderen Metalle, welche man gewöhnlich im Glase vorfindet (Kali-, Kalk-, Bleisilikat usw.), in derselben Weise.



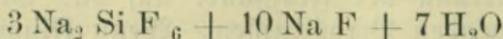
(Natriumsilikat + Fluorwasserstoff = Kieselfluornatrium + Wasser)



Eine ähnliche Zersetzung wird aber auch hervorgerufen, wenn ein saures Fluorid, z. B. saures Natriumfluorid $Na H F$, mit einem Silikate zusammentrifft; der Unterschied in der Reaktion liegt in diesem Falle nur darin, daß keine Kieselfluorwasserstoffsäure gebildet wird, sondern die Umsetzung in der Weise erfolgt, daß sich Alkalifluorsiliciumfluorid und Fluoralkali bildet.



(Natriumsilikat + saures Natriumfluorid =



Kieselfluornatrium + Fluornatrium + Wasser)

Besonders zu bemerken ist noch, daß sich die Verbindung Fluorammonium, deren wir noch eingehender zu erwähnen haben werden, ganz besonders leicht unter Abspaltung von Fluorwasserstoff zersetzt, so daß man in derselben ein sehr bequemes Mittel an der Hand hat, Fluorwasserstoff in ungefährlicher Form auf Glas wirken zu lassen.

Wenn man Fluorwasserstoff auf Gläser von verschiedener Zusammensetzung wirken läßt, so zeigen dieselben ein verschiedenes Verhalten; die Fluorsiliziumverbindungen des Kaliums, Natriums, Kalziums und des Bleis — dies sind bekanntlich die am häufigsten in den Gläsern enthaltenen Metalle, sind in Wasser teils entweder nur wenig oder gar nicht löslich; wenn man daher Fluorwasserstoff auf Glas wirken läßt, so scheiden sich diese Verbindungen in Gestalt von mikroskopisch kleinen Kristallen auf der Oberfläche des Glases ab und machen dieselbe undurchsichtig, da ihr Lichtbrechungsvermögen ein anderes ist und die vielen Flächen der Kristalle das Licht nach allen Richtungen hin zerstreuen.

Da alle Silikate von Fluorwasserstoff zersetzt werden, so gibt es auch kein Glas, welches nicht auf diese Weise geätzt werden könnte; es verhalten sich aber die Gläser gegen die Einwirkung des Fluorwasserstoffes in sehr verschiedener Art. Am leichtesten werden jene Gläser zersetzt, welche stark bleihaltig sind, minder leicht Natrongläser. Am widerstandsfähigsten sind aber die harten Kaligläser. Wenn man daher Gläser zu ätzen hat, so muß man genau wissen, wie sich ein Glas gegen die Einwirkung des Fluorwasserstoffes verhalten werde, denn sonst setzt man sich dem Mißlingen der Arbeit aus: das Glas wird entweder zu schwach oder zu stark geätzt.

Man kann das Ätzen des Glases mittels Fluorwasserstoff in verschiedener Art ausführen und erhält je nach dem hierbei angewendeten Verfahren auch Ätzungen von verschiedenem Aussehen. Wenn man gasförmige Fluorwasserstoffsäure auf das Glas einwirken läßt, so erscheinen die geätzten Stellen matt und glanzlos wie matt

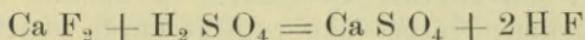
geschliffenes Glas; es bleiben in diesem Falle die kleinen Kristalle, welche bei der Zersetzung des Glases entstehen, in den Vertiefungen liegen und lassen dieselben glanzlos erscheinen. Verwendet man hingegen zum Ätzen des Glases eine Lösung von Fluorwasserstoff in Wasser, es ist dies die sogenannte wässerige Flußsäure, so findet die Zersetzung der Silikate ebenfalls statt, die hierbei ausgeschiedenen Kristalle werden aber von der im Überschusse vorhandenen Fluorwasserstoffsäure sogleich aufgelöst und erscheinen dann die geätzten Stellen des Glases vollkommen blank.

Das Ätzen mit gasförmiger oder flüssiger Fluorwasserstoffsäure muß wegen der großen Gefährlichkeit dieser Präparate immer unter Anwendung vieler Vorsichtsmaßregeln vorgenommen werden; um diesen Gefahren ganz auszuweichen, wendet man daher an Stelle dieser Ätzverfahren andere an, bei welchen der wirksame Körper zwar ebenfalls Fluorwasserstoff ist, der sich aber in einer Verbindung vorfindet, in welcher er minder gefährlich zu handhaben ist. Man kann in diesem Falle in der Weise vorgehen, daß man den Fluorwasserstoff erst in dem Augenblicke, in welchem er auf das Glas wirken soll, zur Entwicklung bringt, oder indem man ein saures Fluorid anwendet, z. B. Fluornatrium — Fluorwasserstoff, oder indem man das sich sehr leicht zersetzende Fluorammonium auf das Glas einwirken läßt.

Wie man auch arbeiten will, immer muß man doch als Ausgangspunkt der Arbeit mit dem gasförmigen Fluorwasserstoffe beginnen; wir halten es für wichtig, der Schilderung der Darstellung dieses Körpers einige Worte über die Eigenschaften desselben vorausszuschicken, weil dieselben am besten zeigen, wie notwendig die größte Vorsicht in der Handhabung dieses gefährlichen Körpers im Interesse der Gesundheit jener erscheint, welche mit diesem Körper oft zu tun haben.

Der Fluorwasserstoff.

Wenn man ein Fluorid mit einer starken Säure zusammenbringt, so wird dasselbe in der Weise zerlegt, daß das Fluor in Freiheit gesetzt wird und sich im Augenblicke des Freiwerdens sogleich mit Wasserstoff zu Fluorwasserstoff vereinigt. Gewöhnlich verwendet man das in der Natur häufig vorkommende Mineral Flußspat, welches aus Fluorkalzium besteht, und Schwefelsäure zur Darstellung des Fluorwasserstoffes, indem man es durch Schwefelsäure zerlegt. Es geht die Zersetzung nach folgender Gleichung vor sich:



(Fluorkalzium + Schwefelsäure = Kalziumsulfat + Fluorwasserstoff)

Das sich hierbei entwickelnde Gas ist farblos, hat einen ungemein starken stechenden Geruch und bildet an der Luft weiße Nebel, indem der Fluorwasserstoff mit großer Begierde Wasserdampf aus der Luft an sich zieht und hierdurch Nebel gebildet werden, welche aus feinen Tröpfchen der Lösung von Fluorwasserstoff in Wasser bestehen.

Das Fluorwasserstoffgas löst sich sehr leicht in Wasser und besitzt die Lösung die Eigenschaften des Gases selbst nur in vermindertem Maße, je nach der Konzentration der Lösung. Sowohl die gasförmige als die wässrige Fluorwasserstoffsäure wirkt in außerordentlich heftiger Weise auf den Organismus und rufen schon die kleinsten Mengen der Dämpfe schwere Augenentzündungen hervor; ein Tropfen der gesättigten Lösung bringt auf der Haut dieselbe Wirkung hervor wie ein glühendes Eisen: es erfolgt momentan eine tiefgehende Zerstörung der Gewebe und heilen die durch Fluorwasserstoff hervorgebrachten Verletzungen nur sehr langsam. Es ist begreiflich, daß man bei der Darstellung und bei der Verwendung eines Körpers von solchen Eigenschaften alle nur erdenkliche Vorsicht aufwenden muß, um absolut nichts von den

Dämpfen desselben in die Luft des Arbeitsraumes gelangen zu lassen.

Der Fluorwasserstoff, sowohl der gasförmige als die Lösung desselben in Wasser, greifen alle Körper, aus welchen man gewöhnlich Aufbewahrungsgefäße anfertigt, sogleich sehr heftig an; eine Ausnahme hiervon bildet nur das Platinmetall und die Guttapercha. Am wenigsten unter den unedlen Metallen wird noch das Blei angegriffen und wendet man daher bei Darstellung und zur Aufbewahrung von Fluorwasserstoff allgemein Gefäße aus Blei an. Blankes Blei wird zwar auch sofort stark angegriffen, die Einwirkung dauert aber nur durch kurze Zeit; das sich bildende Bleifluorid ist nämlich ein sehr schwer löslicher Körper und entsteht durch dasselbe eine Schutzschicht, welche das unter ihr liegende Blei gegen das weitere Angegriffenwerden schützt.

Reines Paraffin ist ein Körper, welcher gegen Fluorwasserstoff ganz indifferent ist; man kann daher tatsächlich Fluorwasserstoff in Glasflaschen, welche an der Innenseite mit geschmolzenem Paraffin ausgeschwenkt wurden, aufbewahren. Für die Praxis ist aber diese Art der Aufbewahrung wegen der Zerbrechlichkeit der Glasgefäße nicht zu empfehlen. Man soll daher zur Darstellung der Fluorwasserstoffsäure bleierne Apparate verwenden und die wässrige Lösung der Säure entweder in bleiernnen Flaschen oder in Flaschen aus Guttapercha aufbewahren, welche letztere mit gut passenden Stöpfeln aus Guttapercha versehen sein müssen.

Alle Gefäße, welche man beim Ätzen mit Fluorwasserstoff in Anwendung bringt, müssen aus den eben angegebenen Ursachen entweder aus Blei oder aus Guttapercha angefertigt werden.

Die Darstellung des Fluorwasserstoffes im großen.

In einer Glasfabrik, welche sich mit der Erzeugung geätzter Gläser befaßt, werden fortwährend ziemlich große

Mengen von Fluorwasserstoff benötigt; man erhält zwar Lösungen von Fluorwasserstoff in verschiedener Konzentration im Handel, dieselben werden aber zu verhältnismäßig hohen Preisen verkauft und unterliegt auch die Versendung dieser Lösungen ihrer Gefährlichkeit wegen manchen den Bezug erschwerenden Bestimmungen. Man kommt daher unter allen Umständen am besten weg, wenn man sich die in einer Fabrik erforderliche Menge von Fluorwasserstoff selbst darstellt und der Flüssigkeit eine bestimmte Konzentration gibt. Im letzteren Falle bringt man es bald dahin, die Mengen von Flüssigkeit, welche man für einen gewissen Zweck benötigt, genau festzustellen und ebenso die Zeit zu fixieren, während welcher die Einwirkung zu dauern hat. Da man für manche Ätzungen nicht Fluorwasserstoff anwendet, sondern gewisse Verbindungen derselben, kann man sich letztere ebenfalls selbst darstellen, wenn man sich den Fluorwasserstoff selbst bereitet.

Aus verschiedenen Gründen erscheint es zweckmäßig, bei der Darstellung des Fluorwasserstoffes so zu arbeiten, daß man auf einmal eine gewisse Menge Fluorwasserstoff darstellt, welche für längere Zeit ausreicht; man hat in diesem Falle nur notwendig, eine genügend große Zahl von Blei- oder Guttaperchagesäßen anzuschaffen und diese mit der Säure zu füllen.

Wir verwenden zur Darstellung größerer Mengen von Fluorwasserstoff den in Fig. 9 abgebildeten Apparat, welcher so eingerichtet ist, daß man eine beliebig konzentrierte Lösung von Fluorwasserstoff in Wasser erhält, ohne daß bei der Darstellung auch nur die kleinste Spur des Gases in den Arbeitsraum gelangen könnte.

Seiner Einrichtung nach besteht der Apparat aus folgenden Teilen: F ist ein aus Gußeisen angefertigter Kessel, dessen oberer Rand glatt geschliffen ist. Im Innern ist dieser Kessel mit Blei ausgefüttert und ist die Ausfütterung aus Bleiblech von zwei Millimeter Dicke hergestellt. An jenen Stellen, an welchen eine Lötung des Bleies notwendig war, wurde dieselbe mit reinem

Blei ausgeführt, da das zinnhaltige Lot sehr bald zerfressen wird.

Auf dem Kessel F sitzt ein aus Blei angefertigter Helm oder Dom D, dessen Form aus der Abbildung ersichtlich ist; im Innern des Helmes ist ein mit der Spitze nach oben gerichteter kegelförmiger Hut E eingesezt; derselbe hat den Zweck, emporspritzende Tropfen der in F befindlichen Masse zurückzuhalten und hierdurch die Verunreinigung des durch D entweichenden Gases zu verhindern. Der Verschuß zwischen F und D wird vollkommen gasdicht durch die Bügelschrauben K bewirkt. In den Helm D ist ein durch einen Hahn sperrbarer sogenannter Welterscher Trichter W eingesezt, durch welchen man die Säure in das Gefäß F gießen kann.

Der Helm D ist mittels eines Schraubenmuffenverschlusses mit dem Bleirohre R verbunden, dessen anderes

Ende nach unten gebogen und offen ist. Das Rohr R mündet unter einer rostförmig durchbrochenen dicken Bleiplatte C, welche den Boden des Kastens A bildet.

Der Kasten A, welcher einen quadratischen Querschnitt besitzt, ist aus Holz angefertigt, aber im Innern

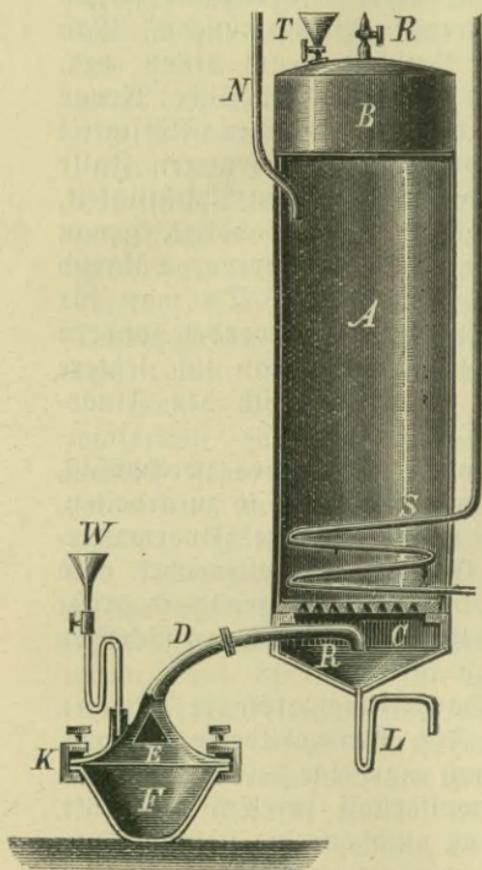


Fig. 9.

auch mit Bleiblech ausgefüttert. Im unteren Teile von A liegt ein schlangenförmig gebogenes Bleirohr in mehreren Windungen und steht dasselbe durch ein aufsteigendes Rohr mit einem größeren Wasserbehälter in Verbindung; während der Arbeit wird dieses Schlangenrohr fortwährend von kaltem Wasser durchzogen.

Am oberen Ende des Kastens ist ein unten offenes Bleirohr N eingesetzt, welches in einen Schornstein mündet; der obere Abschluß von A wird durch das Gefäß B gebildet. Dieses Gefäß enthält die zur Absorption des Fluorwasserstoffgases erforderliche Wassermenge; es ist allseitig geschlossen und ebenfalls aus Blei angefertigt. Der Boden von B ist wie die Brause einer Gießkanne mit vielen kleinen Öffnungen versehen; in den oberen Boden von B ist ein Lufthahn R und ein Trichter T, welcher ebenfalls durch einen Hahn gesperrt werden kann, eingesetzt.

Der ganze Raum des Kastens A zwischen der Platte C und dem Boden des Gefäßes B ist mit nußgroßen Stücken von Holzkohle ausgefüllt; die Kohlenstücke werden, bevor man sie in den Kasten bringt, tüchtig mit Wasser gewaschen und hierdurch von anhaftendem Staube befreit; man bringt sie noch naß in den Kasten und setzt dann das Gefäß B auf denselben. An seinem unteren Ende ist der Kasten A durch eine stumpfe Pyramide abgeschlossen und ist an der tiefsten Stelle derselben das heberförmig gebogene Rohr L angebracht.

Um wässerige Fluorwasserstoffsäure darzustellen, stellt man den Apparat in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise zusammen, bringt in den Kessel F fein gepulverten Flußspat und verschraubt den Helm D mit dem Kessel F. Das Gefäß B wird mit Wasser gefüllt, wobei der Hahn R offen ist und das Wasser durch T zugegossen werden kann; wenn B gefüllt ist, werden beide Hähne geschlossen und kann nunmehr kein Wasser aus B abtropfen. Man gießt sodann durch den Welterschen Trichter W Schwefelsäure zu dem Flußspatpulver und erwärmt das Gefäß F, welches in einem zweiten, das mit Wasser gefüllt ist, sitzt, dadurch, daß man dieses Wasser zum Kochen bringt. Nach

einiger Zeit öffnet man den Hahn R, wodurch das in B enthaltene Wasser abzutropfen beginnt und sich auf den Kohlenstücken zerteilt. Gleichzeitig setzt man auch die Strömung des Kühlwassers in dem Schlangenrohre in Thätigkeit.

Man läßt zu dem gepulverten Flußspate, welcher sich in F befindet, die doppelte Gewichtsmenge an konzentrierter Schwefelsäure fließen und beginnt dann die Entwicklung von Fluorwasserstoffgas in ziemlich reichlicher Menge; man unterstützt die Entwicklung des Gases noch durch das Erwärmen. Das Gas tritt durch R aus, steigt durch die rostförmig durchlöchernte Platte C empor und trifft in A mit dem über die Kohlenstücke herabrieselnden Wasser zusammen; es löst sich in demselben unter starker Wärmeentwicklung und wird einem zu hohen Steigen der Temperatur durch die Kühlschlange entgegengearbeitet.

Die Lösung des Fluorwasserstoffgases in Wasser sammelt sich in dem pyramidenförmigen Ansaße des Kastens A an und fließt durch das Heberrohr in die untergesetzte Guttaperchaflasche ab.

Wenn gasförmiger Fluorwasserstoff in den obersten Teil des Kastens A gelangen sollte, ohne von Wasser absorbiert zu werden — ein Vorkommnis, welches kaum denkbar ist, so könnte dieses Gas durch das Rohr N in den Schlot entweichen und würde durch diesen in die freie Luft geführt, ohne daß die Arbeiter in dem Arbeitsraume gefährdet werden könnten.

Man reguliert das Abfließen des Wassers aus dem Behälter B in der Weise, daß alles Gas, welches durch R zuströmt, vollkommen absorbiert wird, so daß man eine ziemlich konzentrierte Lösung von Fluorwasserstoff in Wasser erhält. Während der Entwicklung des Fluorwasserstoffgases sorgt man dafür, daß die Kühlvorrichtung S beständig von kaltem Wasser durchzogen werde und bei der Absorption des Gases durch das über die Kohlenstücke herabrieselnde Wasser keine Wärmeentwicklung stattfinde, weil sich in wärmerem Wasser weniger Fluorwasserstoff löst als in kaltem.

Unter das Heberrohr L wird eine aus Guttapercha oder Blei angefertigte Flasche gesetzt und so lange dort belassen, bis sie etwa zu vier Fünftel gefüllt ist. Man verschließt dann diese Flasche sofort mit einem Guttaperchastöpsel und bewahrt sie an einem kühlen Orte auf. Das Öffnen einer solchen Flasche muß immer mit Vorsicht geschehen und der Stöpsel nur langsam gelüftet werden, weil es vorkommen kann, daß sich unter demselben Gas, welches aus der Lösung entwichen ist, ansammelt und dies ein Herausspritzen der ätzenden Flüssigkeit zur Folge haben könnte. Es soll daher das Öffnen der Flaschen immer mit der nötigen Vorsicht geschehen und der Arbeiter, welcher dies besorgt und dem Gefäße Säure zu entnehmen hat, soll bei dieser Arbeit immer Kautschukhandschuhe tragen.

Wenn die Entwicklung von Fluorwasserstoff aus dem Gefäße F beendet ist, läßt man den ganzen Apparat, nachdem man das Abfließen von Wasser aus dem Behälter B abgesperrt hat, so lange unberührt stehen, bis der Kessel F auf die gewöhnliche Temperatur abgekühlt ist; man öffnet ihn sodann, hebt die in ihm enthaltene breiige Gipsmasse aus, reinigt das Gefäß vollständig und kann es dann von neuem beschicken.

Will man auf einmal eine größere Menge von wässriger Fluorwasserstoffsäure darstellen, so ist es zweckmäßig, das Entwicklungsgefäß doppelt anzuschaffen; man beginnt dann mit der Erwärmung des zweiten Gefäßes, wenn die Entwicklung in dem ersten schon fast ihr Ende erreicht hat und kann auf diese Art einen fast ununterbrochenen Betrieb herstellen.

Man kann die Lösungen von Fluorwasserstoff durch Destillieren konzentrieren und erhält dann bei einer Temperatur von beiläufig 120 Grad eine Flüssigkeit, welche 35 Prozent Fluorwasserstoff enthält. Die Destillation kann aber zweckmäßig nur in Apparaten ausgeführt werden, welche ganz aus Platin angefertigt sind und hat für die Zwecke, zu welchen man die Flußsäure in der Glastechnik verwendet, keinen Wert, da man gewöhnlich die aus dem Absorptionsapparate abfließende

Säure noch mit Wasser verdünnen muß, um ihr die zum Ätzen erforderliche Konzentration zu geben.

Das Fluornatrium - Fluorwasserstoff.

Dieses Präparat kann an Stelle der reinen Fluorwasserstoffsäure ebenfalls zum Ätzen des Glases benützt werden und ziehen manche dasselbe der reinen Säure vor, weil es bei seiner Handhabung weniger gefährlich ist als die reine Säure. Um dasselbe darzustellen, teilt man eine gewisse Menge von wässriger Fluorwasserstoffsäure in zwei gleiche Teile und setzt zu der einen Hälfte allmählich kleine Mengen von Soda, bis sich, nachdem man die Flüssigkeit mit einem Bleispatel umgerührt hat, keine Entwicklung von Kohlensäure mehr zeigt. Die Flüssigkeit enthält nunmehr eine Lösung von Fluornatrium in Wasser; man vereinigt sie mit der anderen Hälfte der reinen Fluorwasserstoffsäure und bildet sich dann eine Lösung des Doppelsalzes: Fluornatrium = Fluorwasserstoff oder von saurem Natriumfluorid.

Wenn man an Stelle der Soda zum Neutralisieren der einen Hälfte der Fluorwasserstoffsäure kohlen-saures Kalium (Pottasche) verwendet, so erhält man das saure Fluorid des Kaliums: Kaliumfluorid = Fluorwasserstoff.

In ihrer Wirkungsweise sind beide Salze einander so ziemlich ganz gleich; der Unterschied zwischen beiden liegt hauptsächlich in der verschieden großen Löslichkeit derselben. Während das Natriumsalz in Wasser sehr leicht löslich ist, löst sich das Kaliumsalz nur wenig in Wasser; man muß daher die ursprünglich angewendete Lösung von Fluorwasserstoff ziemlich stark verdünnen, indem sich sonst das Salz in Kristallen aus der Flüssigkeit abscheiden würde.

Das Fluorammonium.

Diese Verbindung wird dargestellt, indem man zu wässriger Fluorwasserstoffsäure allmählich kleine Stücke

von kohlenstoffsaurem Ammoniak setzt, bis kein Aufbrausen mehr stattfindet; sodann fügt man etwas konzentriertes wässriges Ammoniak zu, bis die Flüssigkeit schwach nach Ammoniak riecht.

Die so erhaltene Lösung von Fluorammonium läßt sich ganz besonders zur Hervorbringung von Ätzungen auf Glas verwenden, wenn diese auf das Glas gezeichnet werden sollen, denn die Lösung des Fluorammoniums zeichnet sich dadurch aus, daß sie sich leicht unter Entwickelung von Ammoniak und reiner Fluorwasserstoffsäure zersetzt. Wenn man daher mit einer Lösung von Fluorammonium auf Glas zeichnet oder schreibt, so wird dasselbe sofort an der betreffenden Stelle geätzt.

Da man für manche Zwecke das saure Kaliumfluorid in fester Form haben will, so geht man bei der Darstellung dieses Präparates in der Weise vor, daß man eine Fluorwasserstoffsäure nimmt, welche so konzentriert ist als möglich, diese wieder in zwei Teile teilt, den einen davon mit kohlenstoffsaurem Kalium sättigt, sodann dem anderen zufügt und das Ganze durch einige Zeit stehen läßt. Es scheiden sich dann am Boden des Gefäßes kleine Kristalle ab, welche man sammelt und in einem bleiernen Trichter abtropfen und trocken werden läßt.

XIX. Die Ausführung der Glasätzung.

Man kann die Ätzung des Glases in verschiedener Weise ausführen und hängt es von der Beschaffenheit der Gegenstände ab, welche geätzt werden sollen, welches Verfahren man in Anwendung bringen will. Bekanntlich werden jetzt viele Massenartikel, Kugeln und Tulpengläser für Lampen, durch Ätzungen verziert; ferner verziert man Gläser durch Ätzen in der Weise, daß man auf überfangenen Gläsern eine oder auch mehrere Überfangschichten wegnimmt, um das unter diesen liegende Glas bloßzulegen.

Ein besonderes Verfahren der Ätzung ist auch jenes von großen Spiegeltafeln, welche man in Fensterrahmen einsetzt und auf welchem Ornamente und Figuren theils in matter, theils in glänzender Ätzung ausgeführt werden. Auch diese Gegenstände werden in großem Maßstabe, sozusagen auf fabrikmäßigem Wege, hergestellt und muß die Arbeit so viel als nur möglich vereinfacht werden, indem sonst die Herstellungskosten der Gegenstände zu hohe würden.

Ganz anders verhält es sich aber mit solchen Glasgegenständen, welche als kostspielige Luxusware gehen und durch teilweises Ätzen verziert werden sollen, und solchen Glasgeräten, welche für wissenschaftliche Zwecke bestimmt sind und auf welchen gewisse Theilungen mit der größten Genauigkeit ausgeführt werden sollen. Da bei derartigen Gegenständen der Kostenpunkt weniger ins Gewicht fällt und es sich vor allem darum handelt, die Ätzungen mit der größten Schärfe der Linien zur Ausführung zu bringen, schlägt man für diesen Zweck wieder ein anderes Verfahren ein.

Das Ätzen mit gasförmiger und flüssiger Fluorwasserstoffsäure.

Setzt man Glas der Einwirkung der Dämpfe von Fluorwasserstoff aus, welche sich aus einer Lösung des Gases in Wasser entwickeln, wenn man dieselbe erwärmt, so erhält man das Glas matt geätzt, indem die Kristalle der Fluoride in den durch das Ätzen entstandenen Vertiefungen liegen bleiben. Wendet man hingegen die wässerige Lösung der Fluorwasserstoffsäure zum Ätzen an, so werden diese Kristalle gelöst und erscheint dann die Ätzung durchsichtig und glänzend.

Beim Ätzen nach einem dieser Verfahren handelt es sich immer darum, nur gewisse Stellen des Glases zu ätzen; man muß daher die anderen, welche von der Einwirkung der Säure geschützt bleiben sollen, mit einem Körper überdecken, welcher von der Fluorwasserstoffsäure

noch nicht stark angegriffen ist, wenn das Glas schon genügend geätzt ist.

Man bezeichnet einen derartigen Überzug als „Deckgrund“ und kann zur Anfertigung desselben verschiedene Substanzen verwenden; am häufigsten kommen zu diesem Behufe Lösungen von Wachs und Asphalt zur Verwendung.

Für die feinsten Arbeiten benützt man am besten einen Wachsgrund, welchen man auf folgende Art darstellt:

Echtes Bienenwachs wird in einer Porzellanschale geschmolzen und der geschmolzenen Masse allmählich so viel Terpentinöl zugefügt, bis eine Probe der Masse ergibt, daß dieselbe nunmehr die richtige Beschaffenheit erlangt habe. Man erkennt dies daran, daß eine kleine Menge der Masse, welche man auf eine Glastafel gestrichen hat, auf derselben zu einem glatten glänzenden Überzug erstarrt, in welchem sich mit einer Nadelspitze die feinsten Linien einritzen lassen, ohne daß die Ränder der Linien, wenn man sie mit der Lupe betrachtet, ungleich oder stark aufgewulstet erscheinen.

Da der bloß aus Wachs und Terpentinöl bestehende Deckgrund fast ganz durchsichtig ist, so würde dies Schwierigkeiten bereiten, wenn man eine größere Zeichnung auf dem Glase herstellen wollte; man setzt daher der noch flüssigen Masse eine kleine Menge eines sehr intensiv färbenden Körpers zu, z. B. eine kleine Menge von Fuchsin, wodurch der Deckgrund eine sehr schöne rote Farbe erhält.

Man überzieht mit diesem Deckgrunde das ganze Glasgefäß, welches geätzt werden soll und arbeitet nun die zu ätzende Zeichnung mittels feiner und gröberer Nadeln in dem Deckgrunde aus. Nachdem die Zeichnung fertiggestellt ist, können die Gegenstände entweder sogleich dem Ätzen unterzogen werden oder man kann sie, gegen Staub geschützt, aufbewahren, bis eine größere Zahl derselben vorhanden ist, welche dann in einer gemeinsamen Operation geätzt werden.

Wenn man Teilungen für wissenschaftliche Instrumente, wie für feine Thermometer, Büretten für Che-

mifer oder Gradbögen für Nivellierinstrumente anzufertigen hat, so werden die Glasröhren, beziehungsweise die Glaspatten mit dem Deckgrunde sehr dünn überzogen, die Teilung mit der Teilmaschine in den Deckgrund eingeschnitten und dann die Ätzung ausgeführt. In derartigen Fällen wendet man gewöhnlich die Mattätzung an, da man die eng nebeneinanderliegenden Teilstriche in der Mattätzung leichter abzulesen imstande ist als die glänzende. Nach beendeter Ätzung wäscht man die Gegenstände mit Wasser ab, läßt sie trocken werden und beseitigt durch Abwaschen mit Terpentinöl den Deckgrund. Man kann den Deckgrund auch wegnehmen, indem man den Gegenstand so weit erwärmt, bis der Deckgrund geschmolzen ist und dann den Gegenstand mit einem weichen Wolltuche gründlich abreibt. Da es aber geschehen könnte, daß der Gegenstand infolge des Erwärmens springt, so ist das Abwaschen des Deckgrundes mittels des Terpentinöles vorzuziehen.

Man kann das Ätzen von langen dünnen Glasgegenständen, wie Thermometer, Büretten usw., in sehr einfacher Weise vornehmen, indem man sich hierfür einer einfachen Vorrichtung bedient, welche man herstellt, indem man ein Bleirohr von größerem Durchmesser der Länge nach aufschlitzt, die Ränder ausbiegt und an beiden Enden passend geformte Bleiklötzchen einsetzt, um das Ausfließen der Ätzmasse zu verhindern.

Man bringt in dieses ringförmige Gefäß die entsprechende Menge eines Breies, welchen man in einem Bleigefäße durch Verreiben von einem Gewichtsteil feinstgepulverten Flußspat und zwei Gewichtsteilen konzentrierter Schwefelsäure hergestellt hat, legt das zu ätzende Rohr, mit der Teilung nach unten, in einigen Zentimetern Entfernung über den Brei und erwärmt den kleinen Bleitrog, in welchem sich die Mischung befindet, durch eine untergesetzte Gasflamme. Es beginnen sich alsdann Dämpfe von Flußsäure zu entwickeln, die das Glas angreifen. Man braucht die Gegenstände nur durch etwa zehn bis zwölf Minuten der Wirkung der Dämpfe

auszusetzen, um eine genügend starke Ätzung zu erhalten; bei solchen Gegenständen, welche sehr nahe nebeneinanderliegende Teilstriche haben, ist es angezeigt, die Ätzung nicht tief gehen zu lassen.

Abgesehen davon, daß man bei diesem Verfahren der Ätzung immer nur einen Gegenstand auf einmal äzen kann und überdies die Arbeiter nicht gegen die Wirkung der Fluorwasserstoffdämpfe geschützt sind, kann es auch geschehen, daß der über dem Bleitroge liegende Gegenstand selbst so weit erwärmt wird, daß der Deckgrund schmilzt und selbstverständlich dann die Ätzung fehlerhaft wird. Es ist daher weit besser, gerade bei der Anfertigung derartiger Ätzungen, bei welchen es vor allem auf die größte Schärfe der Linien ankommt, auf andere Weise zu arbeiten.

Es ist entschieden am zweckmäßigsten, eine größere Anzahl von Thermometern, Büretten usw. mit der Teilung im Deckgrunde zu versehen, so daß sie zum Äzen fertiggestellt sind und dieselben vorsichtig aufzubewahren, so daß die Teilung unbeschädigt bleibt. Wenn dann eine genügend große Zahl solcher Gegenstände vorrätig ist, werden sie alle in einer Operation geätzt. Neben der Vereinfachung der Arbeit erzielt man bei diesem Vorgehen auch noch den Vorteil, daß die Ätzung auf sämtlichen Gegenständen ganz gleichmäßig ausfällt, indem sie alle während derselben Zeit der Einwirkung der Fluorwasserstoffsäure ausgesetzt sind.

Um die oft einander ungemein naheliegenden Teilstriche auf geätzten Thermometern usw. deutlicher zu sehen, kann man sich eines kleinen Kunstgriffes bedienen und die Teilstriche schwärzen. Dieses geschieht in einfacher Weise dadurch, daß man auf einen weichen Wollappen feinstgeschlammten reinen Graphit bringt und mit diesem Lappen das Thermometer einige Male kräftig abreibt. Es werden hierdurch in die vertieften Teilstriche kleine Teilchen von Graphit eingedrückt und haften dort sehr fest. Da der Graphit bekanntlich aus fast reinem Kohlenstoff besteht, so kann man ein solches Thermo-

meter auch in Säuren oder Alkalien tauchen, ohne daß der Graphit hierdurch angegriffen würde.

Die Teilstriche lassen sich auch sehr deutlich machen, wenn man sie in derselben Weise, wie dies für Graphit angegeben wurde, mit feinstgeschlämmtem Zinnober einreibt; sie erscheinen dann schön rot gefärbt. Der Zinnober ist zwar gegen viele Chemikalien indifferent, aber nicht gegen alle; es ist daher die Behandlung mit Graphit für solche Thermometer, welche für chemische Zwecke verwendet werden sollen, vorzuziehen.

Um eine größere Zahl von Gegenständen, welche mit Ätzgrund überzogen wurden und in welchen die einzuzätzenden Zeichnungen eingraviert sind, in einer Operation gleichförmig matt zu äßen, empfiehlt es sich, hierfür einen besonderen Apparat anzuwenden. Derselbe besteht aus einem hölzernen, fest gearbeiteten Kasten, welcher an der Vorderseite zwei Flügeltüren besitzt, deren Ränder mit Kautschuk belegt sind, so daß der Kasten vollkommen luftdicht geschlossen werden kann. Die ganze Innenseite des Kastens ist mit Bleiblech ausgekleidet und sind in demselben, um den Raum ausnützen zu können, durchlöchernte Bleiplatten eingelegt, welche durch Holzstützen, die ebenfalls mit Bleiblech umhüllt sein müssen, getragen werden. In die Mitte des Bodens dieses Kastens, welchem man am zweckmäßigsten die Gestalt eines Würfels gibt, ist ein eiserner Kessel eingesetzt, welcher ebenfalls im Innern mit Blei ausgekleidet ist, und an der Decke des Kastens ist ein enges Bleirohr angebracht, welches in einen Schornstein mündet.

Man stellt die zu äßenden Gefäße in dem Kasten neben- und übereinander so auf, daß sie sich nicht berühren, bringt in den Kessel eine entsprechende Menge von feingepulvertem Flußpat, übergießt denselben mit der doppelten Gewichtsmenge an konzentrierter Schwefelsäure und schließt den Kasten auf das sorgfältigste. Man erwärmt dann den Kessel durch eine untergesetzte Gasflamme, bis er so heiß geworden ist, daß man ihn nicht mehr berühren kann und ein aufgespritzter Wassertropfen

unter Zischen verdampft und überläßt dann den ganzen Apparat durch zwei Tage sich selbst. Nach Verlauf dieser Zeit treibt man durch ein kleines, am Boden des Kastens angebrachtes Seitenrohr eine Zeitlang einen Luftstrom durch den Kasten, um alle etwa in demselben noch vorhandene gasförmige Fluorwasserstoffsäure zu verjagen und öffnet ihn dann.

Die in dem Kasten aufgestellten Gefäße sind nun an den von dem Deckgrunde befreiten Stellen matt geätzt, und zwar erscheint die Ätzung aller Gefäße ganz gleichförmig matt. Es ist dies ein großer Vorteil, wenn man z. B. ein ganzes Trinkgerät, welches aus fünfzig und mehr Stücken besteht, zu äzen hat; wenn man dasselbe Stück für Stück äzen wollte, würde es sehr schwierig sein, auf allen Stücken die ganz gleiche Mattierung hervorzubringen.

Die Wirkungsweise des eben beschriebenen Apparates braucht kaum besonders erklärt zu werden: Die gasförmige Fluorwasserstoffsäure, welche sich aus dem im Boden des Apparates angebrachten Kessel entwickelt, ist spezifisch schwerer als die Luft; letztere wird daher in dem Maße, als Fluorwasserstoff entwickelt wird, emporgetrieben und entweicht durch das enge an der Decke des Kastens angebrachte Bleirohr nach dem Schornsteine, bis endlich der ganze Kasten mit Fluorwasserstoff angefüllt ist und diese ihre äzende Wirkung auf die freiliegenden Teile des Glases ausübt. Ein Überschuß von Fluorwasserstoff entweicht ebenfalls durch das Bleirohr in den Schornstein. Es ist daher bei der Anwendung dieses Apparates auch der Vorteil erzielt, daß die Arbeiter vollständig gegen die Einwirkung der gesundheits-schädlichen Dämpfe geschützt sind.

Das Äzen auf nassem Wege.

Um Ätzungen auf Glas auszuführen, welche vollkommen glänzend sind und demnach das Aussehen haben, als wenn sie in das Glas eingeschliffen und dann blank poliert worden wären, kann man sich verschiedener Ver-

fahren bedienen; man ätzt entweder unmittelbar mit verdünnter Fluorwasserstoffsäure oder man verwendet Flüssigkeiten, welche Fluorwasserstoff entwickeln. Dem Anscheine nach ist jenes Verfahren, bei welchem man eine verdünnte Lösung von Fluorwasserstoff in Wasser anwendet, das allereinfachste und daher empfehlenswerteste; seine Durchführung ist jedoch mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden. Bei Hohlgefäßen, z. B. bei Gläsern, ist es unbedingt notwendig, daß das ganze Glas sowohl auf der Außenseite als an der Innenseite mit Deckgrund überzogen sei und nur die zu ätzenden Stellen frei liegen. Wenn man flaschenförmige Gefäße zu ätzen hat, so braucht nur die Außenseite mit Deckgrund versehen zu werden und wird der Hals der Flasche mit einem flüssigkeitsdichtpassenden Stöpsel aus Kautschuk oder Guttapercha verschlossen; vorher wird aber so viel Schrot in die Flasche gefüllt, daß dieselbe in der Ätzflüssigkeit aufrecht steht. Um die Ätzung auszuführen, wendet man Holztröge von passender Größe und Form an, und müssen diese Tröge mit Bleiblech ausgefüttert werden und auch einen mit Bleiblech überzogenen Deckel haben. Man setzt in diesen Kästen so viele zu ätzende Gefäße ein, als in demselben überhaupt untergebracht werden können, senkt dann ein Bleirohr, welches oben eine trichterförmige Erweiterung hat, in den Trog ein und gießt durch diesen Trichter die verdünnte Fluorwasserstoffsäure in das Gefäß, so daß daselbe allmählich von unten auf gefüllt wird. Sobald die Flüssigkeit einige Zentimeter über dem obersten Gefäße steht, legt man auf den Rand des Troges Streifen von dicken weichen Kautschukplatten, legt den Deckel auf und beschwert ihn.

Man überläßt nun das Ganze durch einige Tage sich selbst, und zwar so lange, bis die Ätzung vollendet ist. Die hierfür notwendige Zeit hängt von der Beschaffenheit des zu ätzenden Glases sowie von der Konzentration der Fluorwasserstoffsäure ab; je verdünnter dieselbe angewendet wurde, desto langsamer geht die Ätzung vor sich.

Da man nur durch wiederholte Vornahme der Arbeit dahin kommt, mit ziemlicher Genauigkeit die Zeit zu bestimmen, während welcher die Gefäße mit einer Flußsäure von bestimmter Konzentration in Berührung bleiben müssen, empfiehlt es sich, von Zeit zu Zeit eine Probe zu machen. Für diese Probe verwendet man Glasstreifen, welche aus demselben Glase wie die zu ätzenden Gefäße angefertigt sind und mit diesen in den Trog eingesetzt werden. Auch diese Glasstreifen sind mit Deckgrund überzogen und ist in demselben eine Zeichnung oder Schrift eingegraben.

Wenn man sich von dem Zustande der Ätzung überzeugen will, braucht man nur einen dieser Streifen aus dem Trome zu entnehmen, ihn, nachdem er mit Wasser abgespült wurde, von dem Deckgrunde zu befreien und kann dann genau sehen, bis zu welchem Grade die Ätzung fortgeschritten ist.

Obwohl dieses Verfahren der Glanzätzung auf Glas, wie erwähnt, seltener in Anwendung gebracht wird, verdient es dennoch die größte Beachtung, denn es lassen sich nach demselben Ätzungen von solcher Schönheit und Feinheit der Ausführung herstellen, wie sie kaum auf anderem Wege zu erzielen sind. Es zeigt sich dies am deutlichsten, wenn man ein Glas, welches mit wässriger Fluorwasserstoffsäure geätzt wurde, mit einem anderen vergleicht, welches von einem geschickten Glaschleifer graviert wurde; das gravierte Glas wird die Linien nie mit jener Zartheit und Weichheit wiedergeben, wie dieselbe bei dem geätzten Glase erzielt wird. Wir bemerken, daß die Ursache dieser Erscheinung nicht in einer besonderen chemischen Wirkung der Fluorwasserstoffsäure liegt; sie wird einfach dadurch bedingt, daß der Graveur, welcher für die Ätzung arbeitet, seine Zeichnung mühelos mit der Radiernadel oder den Messerchen in dem weichen Deckgrunde ausarbeiten kann, indes der Glaschleifer die Linien an der Schleifscheibe herstellen muß und die geringste Abweichung in der Arbeit schon die Schönheit der Kurven und die gleichmäßige Breite der einzelnen

Linien beeinträchtigt; ein einmal gemachter Fehler in der Arbeit läßt sich beim Schleifen des Glases eben nicht mehr ausbessern; man kann denselben aber beim Eingravieren der Zeichnung in den Deckgrund ohne jede Schwierigkeit beseitigen.

Das Ätzen mittels der sauren Fluoride.

Die leicht in Wasser löslichen Verbindungen der Fluormetalle mit Fluorwasserstoff, die sogenannten sauren Fluoride, lassen sich in ausgezeichneter Weise zum Ätzen des Glases verwenden und haben der reinen Fluorwasserstoffsäure gegenüber den Vorzug, weit weniger gefährlich für die Gesundheit jener zu sein, welche mit der Arbeit des Äzens beschäftigt sind. Letzterer Umstand ist der Hauptgrund, warum man gegenwärtig in allen Glas-ätzenanstalten diesen Körpern den Vorzug vor der reinen Flußsäure gibt.

Die Handhabung der sauren Fluoride geschieht nämlich in der Weise, daß man erst in dem Augenblicke, in welchem die Ätzung beginnen soll, die Fluorwasserstoffsäure aus ihrer Verbindung frei macht, was immer durch Zusatz einer Säure geschieht, welche stärker ist als die Fluorwasserstoffsäure, dieselbe daher aus ihrer Verbindung austreibt.

Da man die Zusammensetzung der Ätzflüssigkeit nicht jedem gewöhnlichen Arbeiter überlassen kann, so ist jede Gefahr für die Gesundheit der Arbeiter, welche beim Ätzen beschäftigt sind, gänzlich ausgeschlossen; der Werkmeister oder der Fabrikchemiker bereitet die Ätzflüssigkeiten, stellt dieselben bis zum Gebrauche fertig und hat dann der Arbeiter nichts weiter zu tun, als die geätzten Glasgegenstände nach der ihm vorher angegebenen Zeit aus der Flüssigkeit zu nehmen und nach Vorschrift weiter zu bearbeiten.

Im allgemeinen wendet man zur Hervorbringung einer glänzenden Ätzung die sauren Fluoride des Kaliums oder Natriums an — die Darstellung dieser Salze wurde

schon besprochen — und setzt in den Lösungen die Fluorwasserstoffsäure durch Zusatz von Chlorwasserstoff (Salzsäure), von Essigsäure oder von Schwefelsäure in Freiheit.

Wenn man aber bloß die Lösung des sauren Fluorides mit einer der genannten Säuren gemischt anwendet, so erhält man in den meisten Fällen keine gleichförmigen Ätzungen und bedarf es auch eines verhältnismäßig langen Zeitraumes, um die Ätzung in der genügenden Tiefe zu bekommen. Man kann aber diesem Übelstande dadurch abhelfen, daß man in der Ätzflüssigkeit ein indifferentes Salz löst. Man kann die Wirkungsweise eines solchen Salzes, welches für die Ätzwirkung selbst gar nicht in Betracht kommt, wohl am besten dadurch erklären, daß die Flüssigkeit eine größere Dichte erhält und dieser Umstand von günstigem Einflusse für den rascheren Verlauf und die Gleichförmigkeit der Ätzung ist.

Wir lassen nachstehend eine Anzahl bewährter Vorschriften zur Ausführung der Ätzung mit sauren Fluoriden folgen und bemerken zu denselben, daß sie zwar alle günstigen Ergebnisse in bezug auf die Schönheit der Ätzungen ergeben, daß aber bei Anwendung derselben immer ein Moment wohl beachtet werden soll. Es ist dies die Temperatur, bei welcher die Ätzflüssigkeit angewendet wird. Der Verlauf der Ätzung hängt nämlich in sehr inniger Weise mit der Temperatur zusammen, welche die Ätzflüssigkeit besitzt. Im allgemeinen gilt hier die Regel: je höher die Temperatur der Flüssigkeit ist, desto rascher geht die Ätzung vor sich.

Da es mit Unbequemlichkeiten verbunden wäre, die Ätzbäder künstlich zu erwärmen, so soll man nur bestrebt sein, immer die gleiche Temperatur in Anwendung zu bringen und z. B. die Ätzflüssigkeiten stets mit einer Temperatur von 20 Graden Celsius zu benützen; es ist dies eine Temperatur, die sich in einem Wohnzimmer immer leicht herstellen läßt, wenn man die Flüssigkeiten und Chemikalien in demselben aufbewahrt und auch die Ätzgefäße in einem Raume aufstellt, welcher diesen Wärmegrad besitzt.

Nach dem Verfahren von Tessié du Mothay stellt man die Ätzflüssigkeit nach folgender Vorschrift dar:

Saures Kaliumfluorid . . .	250
Rohe Salzsäure	250
Schwefelsaures Kalium . . .	140
Wasser	1000

Man löst das saure Kaliumfluorid und das schwefelsaure Kalium jedes für sich in Wasser, vereinigt beide Lösungen, setzt so viel Wasser zu, daß die gesamte Wassermenge 1000 beträgt, gießt die Flüssigkeit in das Gefäß, in welchem die Ätzung vorgenommen werden soll und gießt dann die Salzsäure in einem dünnen Strahle zu der Flüssigkeit, welche dabei mit einem Bleispatel umgerührt wird. Sobald die Mischung vollzogen ist, kann die Flüssigkeit zum Ätzen benützt werden.

Anderere Vorschriften lauten:

I.

Saures Natriumfluorid . . .	40
Eisessig	50
Wasser	1000

II.

Saures Natriumfluorid . . .	250
Salzsäure	160 bis 170
Schwefelsaures Kalium . . .	200
Wasser	1000

III.

Fluorammonium	1000
Schwefelsaures Ammonium . .	100
Schwefelsäure	200
Wasser	1000

Von den vorstehenden Vorschriften bemerken wir bezüglich der mit Nr. I bezeichneten, daß sie aus dem Grunde nicht besonders zu empfehlen ist, weil sie in bezug auf ihre Herstellung ungleich höhere Auslagen verursacht

als die anderen, ohne daß sie darum bessere Ergebnisse liefern würde. Der Eisessig, das ist 100prozentige Essigsäure, ist nämlich im Verhältnisse zur Salzsäure und Schwefelsäure ein sehr kostspieliger Körper.

In der Vorschrift Nr. III ist Fluorammonium angeführt; dasselbe wirkt zwar ebenso wie die sauren Fluorids des Kaliums oder Natriums, hat aber den Nachteil, daß es wenig Beständigkeit zeigt.

Vorschriften, nach welchen die sauren Fluoride unmittelbar vor der Anwendung des Ätzbades hergestellt werden sollen, sind die folgenden:

Man löst 25 Gramm kohlen-saures Natron (Soda) in 5 Gramm rauchender Fluorwasserstoffsäure, verdünnt die Flüssigkeit auf ein Liter durch Wasserzusatz und vermischt sie mit einem Liter Eisessig. Es ist dies eine wenig empfehlenswerte Vorschrift, da man ganz unnötigerweise „rauchende“, das ist höchst konzentrierte Fluorwasserstoffsäure anwenden soll und auch die teure Essigsäure zur Anwendung kommt.

Am geeignetsten neben der von Tessié du Mothay angegebenen Mischung haben sich die unter Nr. I und II angegebenen Ätzmischungen bewährt. Es ist am empfehlenswertesten, sich für eine der Mischungen zu entscheiden und dann mit derselben ununterbrochen fortzuarbeiten; wenn man immer Gläser von derselben oder einander doch ziemlich ähnlichen Zusammensetzung in Arbeit nimmt, so wird man nach kurzer Übungszeit sicher dahin gelangen, jede Ätzung in tadelloser Weise auszuführen.

Unmittelbares Ätzen von Glas.

Das Fluorammonium ist eine Verbindung, welche sich an der Luft binnen kurzer Zeit freiwillig zersetzt, indem sie in Ammoniak und Fluorwasserstoff zerfällt. Man kann daher eine frisch bereitete Lösung von Fluorammonium in Wasser ohne weiteren Zusatz dazu verwenden, um auf Glas Ätzungen hervorzubringen. Es ist

daher möglich, unmittelbar auf blankem Glas, welches aber vorher durch Abwaschen mit schwacher Natronlauge von jeder Spur Fett befreit sein muß, zu zeichnen oder zu schreiben und hierdurch das Glas zu ätzen.

Die auf diese Weise hervorgebrachten Ätzungen erscheinen matt und sind nicht besonders tief; immerhin sind sie jedoch kräftig genug, um auf dem Glase deutlich wahrgenommen zu werden. Um etwas kräftigere Ätzungen hervorzubringen, ist es daher angezeigt, die Lösung von Fluorammonium so konzentriert zu nehmen als nur möglich; die Ätzungen fallen dann ziemlich kräftig aus.

Eine Schwierigkeit in der Ausführung von Ätzungen mittels des Fluorammoniums allein liegt darin, daß die gewöhnlichen Griffel und Radiernadeln nicht verwendbar sind, da sie in kürzester Zeit von der Fluorwasserstoffsäure angefressen und unbrauchbar werden. Man kann sich jedoch in dieser Beziehung helfen, wenn man zum Schreiben oder Zeichnen dünne Stifte aus reinem Blei verwendet, welche man mit dem Messer in passender Weise zuschneidet. Da das Blei auch nicht ganz unangreifbar ist, so werden derartige Stifte bald stumpf und muß man sie oft nachschneiden, was besonders notwendig ist, wenn man feine Linien zu ziehen hat. Bessere Dienste leisten in dieser Beziehung Federn aus Hartkautschuk, welche gegen das Fluorammonium ziemlich unempfindlich sind. Wenn es sich aber darum handelt, Ätzungen mit Fluorammonium in größerer Zahl herzustellen, so erscheint es am zweckmäßigsten, sich aus dünnem Platinblech Federn anzufertigen; diese sind unangreifbar und besitzen genügende Elastizität, um durch stärkeres oder schwächeres Ausdrücken breitere oder schmälere Striche hervorzubringen.

Nach den Angaben von M. Müller kann man eine Ätzflüssigkeit darstellen, mittels welcher man imstande ist, mit einer gewöhnlichen Stahlfeder auf Glas Ätzungen hervorzubringen. Man stellt diese Flüssigkeit auf folgende Art dar: Gleiche Gewichtsteile von trockenem Fluorammonium und von künstlich gefälltem, schwefelsaurem

Baryt werden miteinander zu einer gleichmäßigen Masse verrieben und die Mischung mit so viel rauchender Fluorwasserstoffsäure versetzt, daß sich eine ziemlich dicke Flüssigkeit ergibt, mit welcher geschrieben oder gezeichnet werden kann. Man läßt den beschriebenen Gegenstand dann so lange stehen, bis die Masse eingetrocknet ist und kann dann das weiße Pulver von schwefelsaurem Baryt durch Waschen leicht entfernen. Die Ätzung mit dieser Masse ist in ganz kurzer Zeit — in 15 bis 20 Sekunden — vollendet.

Da durch den Zusatz des weißen Pulvers diese „Tinte“ beim Schreiben gut sichtbar ist, so braucht man nicht unter das zu ätzende Glas eine Zeichnung zu legen, deren Linien man nachfährt, sondern kann frei zeichnen oder schreiben; was aber die Verwendung von Stahlfedern zu diesem Zwecke anlangt, konnten wir zu einem entsprechenden Ergebnisse nicht gelangen; die Federn wurden von der Masse so stark angegriffen, daß sie nach wenigen Strichen unbrauchbar wurden; man muß daher, um ungestört fortarbeiten zu können, immer Federn aus Platin anwenden.

Das Heißätzen von Glas.

Bringt man irgendein lösliches Fluorid, z. B. Kaliumfluorid oder Natriumfluorid mit Glas zusammen und erhitzt es, so findet eine Zersetzung in der Weise statt, daß durch die Kieselsäure des Glases das Fluor ausgeschieden wird und das Glas geätzt erscheint. Man kann von diesem Verhalten eine praktische Anwendung machen und verfährt dabei folgendermaßen:

Fluornatrium oder Fluorkalium wird fein zerrieben und mit einer sehr geringen Menge von Gummimasse, welche durch etwas Indigofarmin blau gefärbt ist, zu einem Brei angerieben, welcher aber eine solche Konsistenz haben muß, daß er sich mit einer Stampiglie leicht aufnehmen läßt und scharfe Abdrücke liefert; der Zusatz von Indigofarmin zu der Masse hat nur den Zweck,

nach geschehenem Abdruck beurteilen zu können, ob der Abdruck genügend scharf ausgefallen ist. Zur Herstellung der Abdrücke auf dem Glase bedient man sich der all-
gemein gebräuchlichen Kautschukstampiglien.

Nachdem die Glasgegenstände bedruckt sind, läßt man sie trocken werden und erhitzt sie in einer Muffel bis zum Weichwerden des Glases. Es ist unbedingt notwendig, bis zu dieser Temperatur zu gehen, bei welcher das Glas weich wird, indem sonst die Zerätzung der Fluoride nicht erfolgt oder nur so schwach, daß die Ätzung sehr blaß erscheint. Man erhält zwar nach diesem Verfahren sehr schöne und scharfe Ätzungen, ohne daß das Verfahren jedoch besondere Vorteile bieten würde. Es kommt im Gegenteile in Folge der notwendigen Erhitzung des Glases sogar kostspieliger zu stehen, als das Ätzen nach anderen Verfahren, und wird daher wohl nur in selteneren Fällen angewendet.

Die Anwendung des Äzens von Glas für künstlerische Zwecke.

Die Hyalographie.

Wie aus den Schilderungen, welche wir über die verschiedenen Verfahren zur Ätzung von Glas beschrieben haben, zu entnehmen ist, kann man auf dem mit einem entsprechenden Deckgrunde überzogenen Glase mittels der Radiernadeln genau so arbeiten, wie man dies tut, um auf einer Kupfer- oder Stahlplatte eine Zeichnung herzustellen, welche dann eingeätzt wird. Wenn man den Ätzgrund wegnimmt, so erhält man dann eine Platte, von welcher in der Druckpresse Abdrücke hergestellt werden können. Da das Glas in Folge seiner Härte die metallenen Druckplatten an Dauerhaftigkeit weit übertrifft, hat man versucht, Glasplatten, welche mit Deckgrund überzogen wurden und auf denen von Künstlern Zeichnungen ausgeführt wurden, nach dem Ätzen als Druckplatten zu verwenden.

Diese Versuche führten zu einem günstigen Ergebnisse und wurde auf Grund derselben schon im Jahre 1844 von Böttger und Bromeis ein Verfahren, den „Glasdruck“ oder die Hyalographie betreffend, bekannt gemacht. Dieses Verfahren, welches schon von den Genannten in sehr vollkommener Weise ausgearbeitet wurde, wird in der Weise ausgeführt, daß man eine ebengeschliffene Platte aus Spiegelglas mit dem Ätzgrunde überzog und auf diesem die Zeichnung ganz so ausführt, wie dies bei den anderen graphischen Verfahren geschieht. Die fertigestellte Platte wird sodann geätzt, und zwar unter Anwendung von wässriger Flußsäure.

Man könnte nun eine derartige Platte unmittelbar als Druckplatte in der Presse verwenden; man tut dies aber nicht, weil die Platte möglicherweise durch Anwendung eines ungleichmäßigen Druckes gesprengt werden könnte. Man benützt diese Originalplatte nur, um von ihr einen Abguß zu nehmen, welcher dann auf galvanoplastischem Wege wieder die genaue Reproduktion des Originalen liefert. Bekanntlich kann man durch das Bestählen eines galvanoplastischen Abdruckes demselben eine solche Härte geben, daß man von ihm viele Tausende Abzüge machen kann, ohne daß die Schärfe der Zeichnung eine Einbuße erleidet. Da man die Originalglasplatte immer nur zur Herstellung der Negativformen verwendet, nach welcher sodann die galvanoplastischen Abformungen ausgeführt werden, erscheint es durch die Anwendung der Hyalographie möglich, von einer Zeichnung eine geradezu unbegrenzte Zahl von Abdrücken anzufertigen, welche alle von der gleichen Schärfe sind.

Das Verfahren der Hyalographie hat ganz besonderen Wert, wenn es sich darum handelt, wichtige Zeichnungen, wie z. B. genaue geographische Aufnahmen, Pläne von Städten, für alle Zeiten festzulegen. Es muß in diesem Falle die mit den Meßinstrumenten gemachte Aufnahme auf die hyalographische Platte übertragen werden und wird diese dann in der oben angegebenen Weise als Matrize zur Anfertigung der Abgüsse verwendet. Da

sich das Glas nicht wie das Papier beim Feuchtwerden ausdehnt und beim Trocknen wieder zusammenzieht und auch nicht durch Atmosphärenteilchen verändert wird, so liefert eine derartige Originalaufnahme, auf Glas übertragen, nach beliebig langer Zeit Abdrücke, welche dieselbe mathematische Genauigkeit zeigen, wie der erste Abdruck.

Das Ätzen auf photographischem Wege.

Die höchste Stufe der Vollendung, welche die Hyalographie erreichen kann, ist wohl jene, bei welcher die Zeichnung auf der Glasplatte durch ein photographisches Verfahren ausgeführt wird und dann die Ätzung so stattfindet, daß die Photographie mit der größten Schärfe auf dem Glase erscheint.

Obwohl man in dieser Beziehung schon zu recht hübschen Ergebnissen gelangt ist, kann man doch nicht behaupten, daß das bis nun in dieser Richtung befolgte Verfahren keiner weiteren Vervollkommnung fähig wäre. Namentlich gilt dies in bezug auf die weichen zarten Abtönungen zwischen Licht und Schatten, wie dieselben von einer wohl gelungenen Photographie in vollkommen naturtreuer Weise gegeben werden.

Unter allen Verfahren, welche in dieser Hinsicht zur Anwendung empfohlen wurden, liefert jenes, welches wir im nachstehenden beschreiben werden, noch die befriedigendsten Ergebnisse.

Es handelt sich zuerst darum, auf der Glasplatte eine lichtempfindliche Schichte herzustellen und wendet man als solche eine sehr dünne Schichte von Chromleim an. Der Chromleim hat die Eigenschaft, am Lichte unlöslich zu werden. Legt man daher auf eine mit Chromleim überzogene Glasplatte ein photographisches Negativ und belichtet die Platte, so werden jene Stellen, welche in dem Negative dunkel sind, gegen die Einwirkung des Lichtes geschützt, indes jene, welche auf dem Negativ hell erscheinen, das Licht mehr oder weniger durchlassen, so daß der Chromleim an diesen Stellen unlöslich wird.

Man stellt den Chromleim, welchen man zur Herstellung der lichtempfindlichen Schichte benötigt, auf folgende Art dar: Man nimmt die feinste, vollkommen farblose Leimforte, welche unter der Bezeichnung „Gelatine“ im Handel vorkommt und in Blättern von glasartigem Aussehen erscheint, und behandelt sie in einem Porzellengefäße mit Wasser. Nach einigen Stunden hat die Gelatine so viel Wasser aufgenommen, daß sie nunmehr als eine gallertartige Masse erscheint; man gießt das Wasser ab und erwärmt die Masse in der Schale sehr vorsichtig, um sie bei so niederer Temperatur als möglich zu schmelzen.

Es werden nun zwei bis zweieinhalb Prozent vom Gewichte der trockenen Gelatine an doppeltchromsaurem Kali (Kaliumbichromat) in Wasser gelöst und mit der Gelatinelösung innig vermischt. Der Zusatz der Lösung des doppeltchromsauren Kalis zu der Lösung der Gelatine muß aber in einem dunkeln Räume, der nur durch eine mit rotem Glas umgebene Kerze erhellt sein darf, geschehen und müssen auch die mit der Masse überzogenen Glasplatten im Dunkeln gehalten und erst unter dem zu kopierenden Negative dem Lichte ausgesetzt werden.

Die Glasplatte, auf welcher die Photographie fixiert werden soll, wird mit der Chromgelatinelösung von einer Ecke aus übergossen und dürfen auf der Fläche auch nicht die kleinsten Luftbläschen vorhanden sein, denn jedes dieser Bläschen würde einen Fehler in der Photographie hervorbringen. Man läßt die gelatinirte Platte abtropfen und legt sie dann in horizontaler Lage hin, bis sie ganz trocken geworden ist. Sie wird dann in einem gewöhnlichen Kopierrahmen, wie man sie beim Kopieren der Photographien verwendet, unter das Negativ gelegt und der Belichtung ausgesetzt, wodurch das Unlöslichwerden der nicht geschützten Teile vor sich geht.

Die Platte wird sodann mit feinstgeschlämmtm Pulver von Flußspat gleichmäßig bestäubt und der Überschuß des Pulvers durch sanftes Blasen beseitigt. Das Flußspatpulver haftet nur an jenen Stellen, an welchen

die Gelatine gegen die Einwirkung des Lichtes geschützt war, sonach in der löslichen Form geblieben ist. Man fixiert dieses Pulver, indem man die Platte mit einer Lösung von Nitrocellulose im Äther (Kollodium) übergießt und nach dem Trockenwerden des Kollodiumhäutchens in verdünnte Schwefelsäure legt. Die Schwefelsäure wirkt nunmehr in der Weise, daß sie aus dem Flußspate Fluorwasserstoff entwickelt, welcher das Glas äßt; an jenen Stellen, an welchen größere Mengen von Flußspatpulver angehäuft sind, sonach an jenen, welche löslich geblieben sind, wird die Ätzung stärker ausfallen und ergibt sich aus der verschieden starken Ätzung das Bild.

Wenn man das eben beschriebene Verfahren in der Weise abändert, daß man die belichtete Platte in Wasser legt und einige Zeit in demselben liegen läßt, so lösen sich die löslich gebliebenen Anteile der Gelatine in dem Wasser auf, indes die belichtet gewesenen nur stark aufquellen. Spült man sodann die Platte mit reinem Wasser ab und läßt sie durch etwa 24 Stunden ruhig liegen, so werden auch die gequollenen Teile der unlöslich gewordenen Gelatine wieder trocken und nimmt man dann, wenn man die Platte unter einem spitzen Winkel betrachtet, das Lichtbild ziemlich deutlich wahr. Setzt man dann die Platte der Einwirkung von gasförmiger Fluorwasserstoffsäure aus, so werden die ganz blank liegenden Stellen des Glases am stärksten geätzt, jene, auf welchen nur eine ganz dünne Schichte der unlöslichen Schichte lagert, erhalten eine schwache Ätzung und jene, an welchen diese Schichte am dicksten ist, bleiben ganz ungeätzt. Legt man dann die Platte während einiger Stunden in warmes Wasser, so läßt sich die Gelatine leicht durch Abreiben der Platte entfernen und man erhält ebenfalls ein eingeätztes Bild.

Wie schon oben erwähnt, liefert aber keines der bisher zur Übertragung von Photographien auf Glas vorgeschlagenen Verfahren ein Ergebnis, welches als vollkommen befriedigend erklärt werden könnte, indem Licht und Schatten nicht in gleichmäßiger Verteilung hervortreten.

Das Ätzen mittels des Umdruckes.

Die Herstellung von Ätzungen in der Weise, daß der zu ätzende Glasgegenstand mit einem Deckgrunde überzogen wird, in welchen man die herzustellen- de Zeichnung eingraviert, eignet sich wegen der kostspieligen Handarbeit nur für besonders feine Waren, bei welchen der Preis keine besondere Rolle spielt. Anders liegen aber die Verhältnisse bei solchen Waren, welche im großen angefertigt werden und zu billigen Preisen in den Handel kommen müssen. Wir finden gegenwärtig eine große Menge solcher Gegenstände, die durch Ätzung sehr hübsch verziert sind, zu ganz geringen Preisen im Handel vor und können selbstverständlich derlei Artikel nicht durch Handarbeit hergestellt werden.

Man wendet in einem derartigen Falle ein Verfahren an, welches mit jenem große Ähnlichkeit hat, nach welchem man farbige Emaillebilder auf Glas oder Porzellan überträgt und welches man als das Umdruckverfahren bezeichnen kann, da die in eigentümlicher Weise mittels der lithographischen Presse hergestellten Bilder von dem Papiere auf den zu ätzenden Gegenstand über- oder umgedruckt werden.

Die Herstellung des durch Ätzung auf das Papier zu übertragenden Bildes beginnt damit, daß man die Zeichnung auf einem lithographischen Steine mittels des Pinsels und der Feder anfertigt; als Mal- und Zeichenflüssigkeit verwendet man eine ziemlich konzentrierte Lösung des feinsten Asphaltes in Terpentinöl. Nachdem die Zeichnung fertiggestellt ist, läßt man sie ganz trocken werden, umgibt dann den Stein mit einem Rande aus Wachs und übergießt ihn mit stark verdünnter Salzsäure. Der kohlen-saure Kalk, aus welchem die lithographischen Steine bestehen, wird durch die Salzsäure sehr leicht gelöst und bleiben nur die von dem Asphalte überdeckten Stellen von der Wirkung der Säure unberührt. Man läßt die Säure so lange wirken, bis die Ätzung etwa ein halbes Millimeter tief geworden ist, wäscht sodann den

Stein ab, läßt ihn vollständig trocken werden und überzieht ihn sodann auf seiner ganzen Fläche mit einem Deckgrunde, den man aus drei Teilen Asphalt, zwei Teilen Stearinsäure und drei Teilen Terpentinöl zusammensetzt. Mittels eines Schabers legt man die erhöhten Stellen des Steines frei. Der Stein ist dann zum Umdrucke hergerichtet und kann die Zeichnung auf Papier übertragen werden.

Das Papier, welches zum Umdrucke verwendet werden soll, muß fest, aber dabei dünn genug sein, um sich leicht den gekrümmten Flächen, welche geätzt werden sollen, anschmiegen zu können. Man beginnt die Zubereitung des Papierses damit, daß man dasselbe zuerst mit einer Lösung von schwefelsaurem Ammoniak in Wasser tränkt und dann mit einem ziemlich starken Stärkekleister ganz gleichförmig bestreicht. Damit man dies leichter tun könne, färbt man den Kleister mit irgendeinem kräftigen Farbstoff, z. B. mit einer Lösung von Gummigutt in Wasser. Nach dem Anstriche mit dem Kleister wird das Papier getrocknet, muß aber, um es ganz eben zu erhalten, durch eine Satiniermaschine genommen werden.

Man bestreicht nun mittels der Druckerwalze den Stein mit einer Farbe, welche aus einer dicken Lösung von feinstem Asphalt in Terpentinöl besteht, und verdickt diese Farbe, um ihr die gehörige Konsistenz zu erteilen, durch einen entsprechend großen Zusatz von Fichtenharz. Das zur Abnahme der Farbe bestimmte Papier wird sodann mit jener Seite, welche mit dem Kleister bestrichen ist, auf den eingewalzten Stein gelegt und unter der Presse hingeführt, wodurch die Farbe auf das Papier übertragen wird. Man hängt die bedruckten Bogen an Bindfäden auf, läßt sie so vollkommen austrocknen und kann sie dann beliebig lange aufbewahren, so daß man von einem Kymuster einen bedeutenden Vorrat herstellen kann.

Um die Zeichnung von dem Papiere auf das Glas umzudrucken, legt man das Papier mit der bedruckten Seite auf das Glas und drückt es mit einem befeuchteten

Ballen fest an das Glas, wobei man in der Art vorgeht, daß die bedruckten Stellen ganz glatt ohne jedwede Falte an dem Glase liegen. Man besucht dann die Rückseite des Papiers stärker und bringt hierdurch den eingetrockneten Kleister zum Aufquellen. Nach einer gewissen Zeit ist die Quellung so weit vorgeschritten, daß man das Papier samt der Kleisterschichte von dem Glase loslösen kann, indes die durch ihren Harzgehalt stark an dem Glase haftende Farbe auf diesem sitzen bleibt. Man wäscht den noch an dem Glase haftenden kleinen Rest von Kleister ab, läßt das Glas vollkommen trocken werden und bestäubt es aus einem Staubbeutel mit feinstgepulvertem Asphalt. Das Asphaltpulver bleibt nur an den bedeckten Stellen haften und kann von den anderen durch Abblasen oder durch Abkehren mit einem weichen Pinsel beseitigt werden.

Nach dieser Operation ist der Glasgegenstand zur Ätzung fertig; alle von der umgedruckten Farbe bedeckten Stellen werden von der Fluorwasserstoffsäure nicht angegriffen und erscheinen nach Entfernung der Farbe von dem Glase, was durch Abwaschen mit Terpentinöl geschieht, alle nicht von der Farbe bedeckt gewesenen Stellen des Glases geätzt.

Bei manchen Gegenständen begnügt man sich nicht mit einer einmaligen Ätzung, sondern läßt auf die erstmalige Ätzung eine zweite folgen, und zwar in der Weise, daß die eine Ätzung matt, die andere aber glänzend erscheint. Es ist auf diese Weise möglich, gewissen Zeichnungen, z. B. Blumen, Figuren, selbst Landschaften, ein besonders schönes Aussehen zu erteilen. Bei geschickter Ausführung sehen derartige wiederholte Ätzungen aus, als wenn auf dem Glase eine Zeichnung grau in grau ausgeführt worden wäre. Es ist zu bemerken, daß man auch bei der zweiten Ätzung mit Umdruckpapier arbeitet; das Verfahren ist das gleiche wie bei dem ersten Umdrucke; nur muß man beim Auflegen des Papierses genau darauf achten, daß die bedruckten Stellen ganz genau dorthin kommen, wohin sie gehören, indem sonst die ein-

geätzte Zeichnung fehlerhaft ausfällt. Man muß daher für diese Arbeit besonders eingeübte Arbeiter verwenden.

Um Glastafeln auf recht billigem Wege mit hübschen eingezätzten Zeichnungen zu versehen, wendet man ebenfalls das Umdruckverfahren an und kann bei dieser Arbeit sehr rasch vorwärts kommen, da man das Auflegen des Umdruckpapiereß auf die ebene Fläche und das Abziehen von der Farbe in sehr kurzer Zeit vornehmen kann. Wenn die Glastafeln in größerer Zahl mit dem Muster bedruckt sind, legt man immer zwei Tafeln mit den nicht bedruckten Flächen aneinander und umgibt sie mit einem schmalen Rahmen aus dünnem Bleiblech. So vorbereitet werden die Tafeln der Einwirkung der Ätzung ausgesetzt. Man äßt derlei Gegenstände gewöhnlich mit gasförmiger Fluorwasserstoffsäure und bewirkt das Aneinanderlegen der Tafeln und der sie zusammenhaltende Streifen von Bleiblech, daß die eine Fläche vollkommen von der Wirkung der Fluorwasserstoffsäure unberührt bleibt.

Wenn man ein recht häufig verlangtes Muster auf ebenen Glastafeln auszuführen hat, empfiehlt es sich, die Arbeit des Umdruckens noch zu vereinfachen und kann dies auf folgende Art geschehen:

Man stellt die eingezätzte Zeichnung auf dem Steine in der gewöhnlichen Weise dar und macht von derselben einen Gipsabguß. Von diesem Gipsabgusse fertigt man nunmehr in harter Walzenmasse einen neuerlichen Abguß an, welcher selbstverständlich genau dieselben Erhabenheiten und Vertiefungen zeigt, wie sie auf dem lithographischen Steine vorhanden sind. Man erwärmt den aus Walzenmasse angefertigten Abguß vorsichtig so weit, daß die Masse bildsam wird, und legt sie um einen Holzzylinder, dessen Durchmesser gerade so groß ist, daß die Platte aus Walzenmasse, wenn man sie um den Zylinder legt, denselben genau umschließt. Der Zylinder ist so angefertigt, daß er zu beiden Seiten der Walzenmasse vorsteht, und bilden diese Hervorragungen die Handgriffe der Walze.

Um mit dieser Walze zu drucken, wird eine ebene

Steinfläche gleichförmig mit der aus Asphalt, Harz und Terpentinöl bereiteten Farbe überstrichen und diese Farbe mit der aus elastischer Walzenmasse angefertigten Negativform der Zeichnung von dem Steine abgenommen. Es bleibt in diesem Falle die Farbe nur an den erhöhten Stellen der Walze haften und kann dann durch Überrollen der Glastafel unter Anwendung eines gelinden Druckes auf diese übertragen werden. Es wird hierbei eine nur ganz dünne Schichte der Farbe auf das Glas abgegeben; dieselbe reicht aber vollkommen hin, um bei dem nachfolgenden Bestauben mit Asphaltpulver eine genügende Menge desselben festzuhalten, um einen vollkommen widerstandsfähigen Abgrund zu bilden. Es ist auch zweckmäßig, die mit Asphalt bestaubten und wieder abgeblasenen Glastafeln einer gelinden Wärme auszusetzen, so daß das Asphaltpulver schmilzt und dann mit der aufgedruckten Farbe eine fest zusammenhaftende Schichte bildet.

Das Ätzen erfolgt in derselben Art, wie oben angegeben, so daß immer zwei Tafeln mit der nicht bedruckten Seite einander zugeteilt sind. Die geätzten Tafeln werden mit Wasser abgewaschen und nach dem Trocknen in einem mit Terpentinöl gefüllten Trog aufgestellt; der Deckgrund löst sich sehr leicht in dem Terpentinöle auf und sind die Tafeln dann fertiggestellt.

Das Ätzen mit Hilfe der Schablonen.

Das Einätzen von beliebigen Mustern — Arabesken, Blättern, Namenszügen, Firmen usw. — läßt sich auch auf eine viel einfachere Weise ausführen, als dies mittels des Umdruckverfahrens geschehen kann und haben wir dieses Verfahren im großen Maßstabe zur Anwendung gebracht; die Ergebnisse, welche es liefert, kommen jenen, die man durch den sorgfältigst ausgeführten Umdruck erzielt, vollkommen gleich, übertreffen sie aber in bezug auf Feinheit und Zartheit der Linien in mancher Beziehung. Das Verfahren gründet sich darauf, daß das

Paraffin ein Körper ist, welcher, selbst in sehr dünnen Lagen auf das Glas gebracht, dasselbe vollkommen gegen die Einwirkung des Fluorwasserstoffes zu schützen imstande ist; man kann das Glas daher so tief ätzen als man nur will, ohne daß die Paraffinschichte die geringste Veränderung erleidet.

Die Schablonen, welche man zu diesem Verfahren benötigt, werden immer aus einem guten Schreibpapiere hergestellt, welches man durch seine ganze Dicke mit Paraffin imprägniert. Das Imprägnieren wird in folgender Weise vorgenommen:

Man wählt eine Paraffinsorte, welche bei verhältnismäßig niedriger Temperatur schmilzt; der Schmelzpunkt soll beiläufig bei 50 Grad Celsius liegen. Wenn man kein derartiges Paraffin beschaffen kann, so läßt sich jedes andere Paraffin mit hochliegendem Schmelzpunkte leicht in eine Masse verwandeln, deren Schmelzpunkt niedrig genug liegt und nach Belieben auch niedriger als 50 Grad gelegt werden kann.

Um eine Masse herzustellen, welche diesen Anforderungen vollständig entspricht, muß man mit dem zur Verfügung stehenden Paraffine eine Probe vornehmen und führt diese in folgender Weise aus: Man wiegt genau 100 Gramm von dem Paraffine ab und bringt es in eine Porzellanschale; andererseits wiegt man 100 Gramm weißes Vaselin ab. Nachdem das Paraffin geschmolzen ist, setzt man demselben eine kleine Menge von Vaselin — beiläufig 5 Gramm — zu, rührt die Mischung gut um und läßt sie dann abkühlen. Durch den Zusatz von Vaselin wird der Schmelzpunkt des Paraffines herabgesetzt, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man den Schmelzpunkt des reinen Paraffines ermittelt hat und die Masse nunmehr neuerdings erwärmt, bis sie schmilzt und den Schmelzpunkt ermittelt. Man fährt mit dem Zusätze von Vaselin in kleinen Anteilen so lange fort, bis man den Schmelzpunkt der Masse auf 50 bis 45 Grad herabgedrückt hat, und bestimmt dann, wie viel Vaselin dem Gewichte nach hierfür verbraucht wurde. Hat man

z. B. 25 Gramm Vaselin verbraucht, so wird man die Imprägnierungsmaße aus 100 Gewichtsteilen Paraffin und 25 Teilen Vaselin darzustellen haben.

Durch den Zusatz von Vaselin zum Paraffin wird aber nicht nur der Schmelzpunkt erniedrigt, sondern auch die Konsistenz der Maße beeinflusst. Das Paraffin erscheint als ein spröder, stark kristallinischer Körper von durchscheinendem Aussehen und zeigt im Aussehen große Ähnlichkeit mit weißem Marmor; durch den Zusatz von Vaselin vermindert sich die Sprödigkeit der Maße und nimmt dieselbe in dem Maße, in welchem man die Menge des Vaselins vermehrt, immer mehr die Beschaffenheit einer Salbe an. Man darf aber mit dem Zusatz von Vaselin nicht so weit gehen, daß die Maße bei gewöhnlicher Temperatur die Beschaffenheit einer Salbe zeigt; sie muß immer fest bleiben, wenn auch nicht mehr hart; ein Stück derselben während einiger Zeit in der Hand gehalten, soll so weit erweichen, daß es leicht den Eindruck des Fingernagels annimmt.

Um das zur Herstellung der Schablone nötige Papier zu imprägnieren, schmilzt man die Imprägnierungsmaße in einem flachen Blechgefäße und erhitzt sie auf eine Temperatur von beiläufig 120 Grad. Die einzelnen Bogen des zu imprägnierenden Papiers werden nunmehr langsam durch die geschmolzene Maße gezogen; es zeigt sich an dem Papiere die Entwicklung von kleinen Bläschen und bestehen dieselben teils aus Luft, teils aus Wasserdampf, welche bei der Berührung des Papiers mit der heißen Maße ausgetrieben werden. Das aus der Maße herausgezogene Papier erscheint dann stark durchscheinend und wie mit Fett getränkt; man läßt den ihm anhaftenden überschüssigen geschmolzenen Maße wieder in das Schmelzgefäß zurücktropfen und hängt die Papierbogen mittels kleiner Hälchen an Schnüren auf, an welchen sie so lange hängen bleiben, bis sie vollständig abgekühlt sind.

Die einzelnen Bogen werden nun auf eine vollkommen ebene Holzplatte gelegt und mittels einer scharfen

Messerklinge in geneigter Stellung über dieselbe gestrichen; es hat dies den Zweck, den Überschuß der Imprägnierungsmaße, welche sich besonders an den Rändern der Bogen in etwas dickerer Schichte vorfindet, abzustößen. Sollten die Papierbogen nicht ganz glatt sein, so müssen sie zwischen Walzen geglättet werden.

Da man zur Herstellung größerer Schablonen, wie man sie z. B. zur Herstellung großer geätzter Fenstertafeln benötigt, mit einem Papierbogen nicht ausreicht, so müssen die einzelnen Bogen miteinander verbunden werden. Es geschieht dies in einfacher Weise dadurch, daß man zwei Papierbogen so aneinander legt, daß zwei Ranten derselben beiläufig ein Zentimeter übereinander greifen und führt dann unter ziemlich starkem Druck ein warmes Bügeleisen über diese Stelle hin. Die in beiden Papierbogen enthaltene Imprägnierungsmaße wird hierdurch an den betreffenden Stellen zum Schmelzen gebracht und sind dann, nachdem sie wieder erkaltet sind, die beiden Blätter fest miteinander vereinigt.

Um mit Schablonen eine große Glastafel zu äßen, stellt man sich zuerst aus dem imprägnierten Papiere eine Fläche dar, welche ebenso groß ist, wie die Glastafel, und breitet dieselbe auf einem Tische aus. Die Ornamente, Namenszüge usw., welche in Ätzung erscheinen sollen, werden zuerst auf dem Papiere gezeichnet und sodann mit einem scharfen Messer glatt aus demselben herausgeschnitten.

Um gewisse Zeichnungen, welche auf der Glastafel in größerer Zahl erscheinen sollen, nicht immer von neuem zeichnen zu müssen, bedient man sich zur Herstellung derselben verschiedener Ausschlageisen, wie sie von den Erzeugern künstlicher Blumen benützt werden. Man fertigt derartige Ausschlageisen, welche Sterne, Wein- oder Efeublätter usw. darstellen, an und schlägt mit ihnen das imprägnierte Papier an jenen Stellen, an welchen diese Zeichnungen erscheinen sollen, glatt aus. Das Ausschlagen gelingt bei größter Schonung der Ausschlageisen und bei Erzielung sehr scharfer Umrisse der

Zeichnungen, wenn man unter das Papier ein dickes Bleiblech legt, das Ausschlageisen aufsetzt und mittels eines hölzernen Hammers einen kurzen Schlag auf dasselbe führt, der gerade nur so stark sein muß, um das Papier ganz zu durchschneiden.

Die ausgeschlagenen Blätter, Buchstaben usw. werden gesammelt und können bei einer anderen Ätzung wieder gut verwendet werden; wenn man ein derartiges Blatt auf eine blanke Glasaufel legt und äßt diese, so erscheint das Blatt glänzend auf mattem Grunde, weil die von dem Blatte bedeckt gewesenen Stellen dem Einflusse der Ätzung entzogen sind.

Nachdem die ganze Zeichnung, welche auf das Glas geätzt werden soll, auf dem imprägnierten Papiere vollendet und ausgeschlagen ist, wird das Papier auf der Glasaufel fixiert, und wird die Glasaufel, welche vorher mit verdünnter Natronlauge und Wasser gründlich gereinigt wurde, zu diesem Behufe auf eine ebene Tischplatte gelegt.

Man legt die Papierschablone glatt auf die Glasaufel, und beginnt, während die Schablone durch an verschiedenen Stellen aufgelegte kleine Gewichte in der ihr einmal gegebenen Lage unverrückbar festgehalten wird, das Fixieren an einer der schmaleren Kanten der Glasaufel. Man verwendet hierfür eine Eisenschiene, welche etwa fünf Zentimeter Breite und ein Zentimeter Dicke hat und etwas länger sein muß, als die Schmalseite der Glasaufel ist. Diese Eisenschiene wird schwach glühend gemacht und, mit passenden Handhaben versehen, in einigen Zentimetern Höhe über der Schablone langsam hingeführt. Die von dem heißen Eisen ausgestrahlte Wärme bringt die Imprägnierungsmaße in sehr kurzer Zeit zum Schmelzen, was man leicht daran erkennt, daß das Papier an der betreffenden Stelle durchsichtig zu werden anfängt. Nachdem diese Erscheinung an einer Stelle der ganzen Breite der Glasaufel nach eingetreten ist, rückt man die heiße Eisenschiene um ein Stück weiter und übergeht so die ganze Tafel. Durch das Schmelzen

der Imprägnierungsmaße legt sich das Papier fest an das Glas an und sind die nicht zu ätzenden Teile der Tafel hierdurch vollkommen geschützt.

Wenn an einer Stelle das Papier sich etwas gehoben haben sollte, so kann man eine derartige Stelle leicht nachbessern, indem man ein flaches Eisen, welches erhitzt wurde, darüber hält, bis die Imprägnierungsmaße wieder geschmolzen ist.

Gewisse Ornamente, welche nicht aus dem ganzen Papiere dargestellt wurden, werden nachträglich auf der Glastafel befestigt. Wenn z. B. in der Mitte der Glastafel ein elliptischer Raum frei gelassen ist, so würde dieser nach der Ätzung matt erscheinen. Es soll aber in diesem Raume ein Namenszug erscheinen, welcher von kleinen Sternen umgeben ist. Der Namenszug wird aus imprägniertem Papier geschnitten, an jene Stelle gelegt, an welcher er in der Mitte der Ellipse erscheinen soll, und legt man dann rings um den Namenszug die erforderliche Anzahl kleiner Sterne, die man mit dem Ausschlag-eisen angefertigt hat. In ähnlicher Weise werden andere Ornamente, welche glänzend auf mattem Grunde erscheinen sollen, an jene Stellen gelegt, welche von der Haupt-schablone hierfür frei gelassen wurden, und dort fixiert.

Als letzte Arbeit vor dem Ätzen ist jene vorzunehmen, welche nur durch Handarbeit ausgeführt werden kann, z. B. das Einzeichnen von Blattrippen in Blätter, der Stengel derselben, der Ranken an Gewinden von Weinblättern usw. Dieses Einzeichnen geschieht entweder mit der Feder oder dem Pinsel und verwendet man hierfür dieselbe Masse, deren man sich zur Imprägnierung des Papiere bedient hat. Um aber mit dieser Masse sicher arbeiten zu können, muß man sie färben und geschieht dies in einfacher Weise, indem man etwas von der Masse in einem Gefäße schmilzt und in die geschmolzene Masse eine kleine Menge eines Teerfarbstoffes, wie Fuchsin oder Methylviolett, einrührt. Diese Farbstoffe lösen sich leicht in der Masse auf und erteilen ihnen eine intensive Färbung. Beim Zeichnen oder Malen muß die Masse immer so

heiß erhalten werden, daß sie nicht sofort unter dem Pinsel erstarrt, sondern genügend flüssig bleibt, bis der gewünschte Strich gezogen ist. Etwaige Fehler, welche man beim Zeichnen oder Aufmalen gemacht hat, lassen sich leicht ausbessern, da sich die auf dem Glase fest gewordene Masse leicht mit einem scharfen Messer abnehmen läßt.

Wenn man keinen Ktrog zur Verfügung hat, welcher groß genug ist, um die Glastafel aufzunehmen, kann man das Ätzen auch ohne Trog vornehmen oder vielmehr, man stellt einen Trog dar, dessen Boden von der Glastafel selbst gebildet wird. Zu diesem Behufe imprägniert man starkes Packpapier mit der Imprägnierungsmaße und bildet rings um die Glastafel einen Rand, welcher einige Zentimeter hoch sein soll. Damit dieser leicht zerstörbare Rand nicht beschädigt werde, umgibt man ihn noch mit hölzernen Latten.

Um die Ätzung vorzunehmen, gießt man nun auf die Glastafel die Ätzflüssigkeit und läßt dieselbe so lange wirken, bis die Ätzung die genügende Tiefe erreicht hat. Man neigt sodann die Tafel gegen eine Seite und Ecke hin, damit die Ätzflüssigkeit in ein bereit gehaltenes Gefäß abfließe. Sodann wird die Glastafel tüchtig mit Wasser abgespült, die Holzleiste und die Randeinfassung entfernt und die Schablone abgezogen. Gewöhnlich gelingt dies schon mit größeren Stücken der Schablone, wenn man ein recht dünnes Messer zwischen das Glas und das Papier zu schieben sucht und an dieser Stelle das Papier löslöst; dasselbe läßt sich dann leicht abziehen. Stücke, welche besonders fest an dem Glase haften, stößt man mit einer breiten Messerflinge, welche man nach Art eines Hobels über das Glas wegführt, ab; die mit der Imprägnierungsmaße aufgemalten Stellen werden mit dem Messer abgestoßen.

Das Ätzen von Spizenmustern.

In sehr einfacher Weise kann man auf Glastafeln Ätzungen herstellen, welche wie gewebte Spizen aussehen

und das Bild der Spitzen so genau wiedergeben, daß man jeden Faden des Gewebes deutlich sieht. Zur Herstellung derartiger Glasätzungen verwendet man als Modell eine echte, aus Fäden gewebte Spitze, welche aber einer besonderen Zurichtung bedarf. Die Spitzen, wie sie von den Webereien in den Handel gebracht werden, sind gewöhnlich mit einer Masse (Schlichte) behandelt, welche ihnen eine gewisse Festigkeit verleiht. Diese Masse muß aus dem Gewebe vollständig entfernt werden, bevor man dasselbe weiter bearbeiten kann. Man wäscht das Gewebe behutsam, um keinen der feinen Fäden zu zerreißen, in warmem Seifenwasser und spült es dann in reinem Wasser aus. Das noch nasse Gewebe wird auf einer ebenen Fläche vorsichtig ausgebreitet, und muß, damit es sich beim Trocknen nicht verziehen könne, sogleich gespannt werden. Dieses Spannen geschieht in der Weise, daß man einen hölzernen Rahmen anwendet, welcher etwas größer ist als das zu spannende Gewebe und das letztere mittels feiner Fäden, welche um den Rahmen geschlungen werden und an den entsprechenden Punkten des Gewebes befestigt sind, so befestigt, daß ein Verziehen beim Austrocknen nicht eintreten kann. Das vollständig ausgetrocknete Gewebe, welches auf den Rahmen gespannt bleibt, kann nun dem Imprägnieren mit Paraffin unterzogen werden. Man erhitzt wieder das Paraffin auf etwa 120 Grad, taucht dann das auf den Rahmen gespannte Gewebe in das geschmolzene Paraffin ein, bis keine Bläschen mehr aufsteigen. Der Rahmen wird sodann ausgehoben und wiederholt kräftig auf eine Tischplatte gestoßen, und zwar so lange, bis man annehmen kann, daß das Paraffin vollständig fest geworden sei. Dieses Aufstoßen des Rahmens hat den Zweck, alles überschüssige Paraffin, welches sonst sehr leicht kleine Öffnungen des Gewebes verschließen könnte, zu beseitigen. Da trotzdem mitunter kleine Teilchen der Maschen des Gewebes mit Paraffin verschlossen bleiben könnten, muß man das Ganze nach dem vollständigen Abkühlen einer Durchsicht unterziehen

und Öffnungen, welche durch Paraffin verstopft sind, mittels eines spitzen Werkzeuges frei machen.

Man kann nun das Gewebe, welches ziemlich steif geworden ist, von den Spannfäden, mit welchen es an dem Rahmen befestigt ist, losschneiden und auf der zu ätzenden Glastafel ausbreiten. Das Fixieren auf der Glastafel findet in der Weise statt, daß man ein heißes Plättisen in geringer Entfernung über die paraffinierte Spitze hält und so lange dort beläßt, bis das Paraffin geschmolzen. Nachdem das Paraffin wieder erstarrt ist, kann die Glastafel geätzt werden und ist es in diesem Falle am besten, eine Mattätzung anzuwenden.

Es erscheinen dann die durchbrochenen Teile der Spitze in matter Ätzung, indes die Zeichnung der Spitze selbst in dem glänzenden Glase sehr schön hervortritt.

Da man bei geätzten Fenstertafeln meistens wünscht, daß dieselben so beschaffen seien, daß man von der Straße nicht in das Zimmer sieht, von diesem aus aber die Vorgänge auf der Straße sehen kann, so fügt man an die Spitzenätzung nach oben hin noch die Ätzung eines feinen Gewebes, in welchem die feinen Fäden zwischen sich kleine Quadrate frei lassen. Man stellt die Ätzung in diesem Falle genau so her, wie man die Ätzung der Spitze nach einer wirklichen Spitze, die als Schablone benützt wurde, hergestellt hat. Das Gewebe wird in einen Rahmen gespannt, mit der Imprägniermasse behandelt und dann durch Erwärmen des auf der Glastafel liegenden Gewebes, letzteres auf der Glastafel, fixiert.

Bekanntlich ist es gegenwärtig Gebrauch, die Fenster mit feingearbeiteten weißen Vorhängen, welche die Größe einer hohen Fensterscheibe haben, zu verhängen. Diese Vorhänge werden von den Kunstwebereien mit sehr schönen Zeichnungen versehen und können ebenfalls als Schablonen für das Ätzen entsprechend großer Glastafeln benützt werden.

Das Imprägnieren mit der Paraffinmasse, das Befestigen auf der zu ätzenden Glastafel und alle weiteren

Operationen werden genau in derselben Weise ausgeführt, wie wir dies bezüglich der Spitzen angegeben haben. Wir bemerken noch, daß man eine Spitze oder ein Gewebe überhaupt durchaus nicht ein einzigesmal nur als Schablone benützen kann, sondern dasselbe bei genügender Vorsicht sehr häufig zu diesem Zwecke verwendet werden kann. Man braucht nämlich nur nach vollzogener Ätzung das noch auf der Glastafel haftende Gewebe gelinde durch das über dasselbe gehaltene heiße Plätteisen zu erwärmen, um es dann ohne Schwierigkeiten behutsam von der Glasplatte abziehen zu können.

Man breitet es dann, so lange es noch weich und schmiegsam ist, auf einer anderen Glastafel aus und kann es wieder auf dieser fixieren. Selbst wenn das Gewebe infolge einer zu geringen Menge von Imprägniermasse nicht mehr auf dem Glase haften wollte, kann man es durch neuerliches Imprägnieren wieder verwendbar machen, so daß sich die Kosten für die Beschaffung der Schablone auf eine größere Zahl von schön geätzten Glastafeln verteilen lassen.

Man kann Spitzenmuster und die Zeichnungen einfacher Gewebe auch noch auf einem anderen Wege so auf die Glastafeln übertragen, daß nach der Ätzung das Muster zum Vorschein kommt, und zwar mittels des Umdruckes der eingefetteten Gewebe.

Um das Einfetten in der richtigen Weise vorzunehmen, muß man ein Fett anwenden, welches einen ziemlich hohen Schmelzpunkt hat, so daß es bei gewöhnlicher Temperatur fest und stark kristallinisch erscheint. Ein Fett, welches in dieser Beziehung gut verwendbar ist, haben wir in dem gut geläuterten Rinds- oder Hammeltalge vor uns. Die Zubereitung des Fettes erfolgt in der Weise, daß man den käuflichen geläuterten Talg vorsichtig schmilzt und in geschmolzenem Zustande durch ein dichtes Tuch seigt; es ist dies notwendig, weil sich auch im geläuterten Talg bisweilen noch Fasern von tierischen Geweben vorfinden.

Damit man beurteilen könne, ob das Fett in der

richtigen Weise auf das Glas übertragen ist, färbt man das Fett, was leicht dadurch geschehen kann, daß man eine Lösung von Fuchsin in starkem Weingeist bereitet und diese in einem dünnen Strahle in das geschmolzene Fett gießt, welches fortwährend gerührt wird, während man es bis nahe zum Siedepunkte des Wassers erwärmt, um den Weingeist zu verjagen.

Um das zu kopierende Gewebe oder die Spitze einzufetten, legt man dieselbe flach ausgebreitet auf ein ebenes Blech, taucht eine weiche kurzhaarige Bürste in das geschmolzene Fett und fährt über das Gewebe hin, ohne jedoch stark aufzudrücken. Man sieht dann deutlich, an welchen Stellen das rot gefärbte Fett auf dem Gewebe liegt und an welchen nicht. Man trachtet das Gewebe so gleichförmig als möglich mit dem Fette zu überstreichen und erwärmt dann das Blech so weit, daß sich das geschmolzene Fett in das Gewebe hineinzieht. Das Bestreichen wird dann in der gleichen Weise wiederholt, bis das Gewebe ganz mit Fett durchzogen ist.

Die zu ätzende Glastafel wird nunmehr vorsichtig auf die eingefettete Spitze gelegt und gleichmäßig beschwert, so daß sich das eingefettete Gewebe fest an die Glastafel anschmiegt. Man wendet dann das Ganze wieder um und kann durch die Glastafel sehen, ob das Gewebe wirklich in seiner ganzen Ausdehnung gleichmäßig ausgedrückt ist. Wenn dies der Fall ist, hebt man die Glastafel vorsichtig ab — die Spitze bleibt durch ihr eigenes Gewicht auf der Blechtafel liegen — und untersucht sie genau auf die Gleichförmigkeit des Fettabdruckes; wenn man richtig gearbeitet hat, muß das ganze Muster der Spitze in roten durchscheinenden Linien auf der Tafel abgedruckt sein. Die Tafel wird dann geätzt und das ihr noch anhaftende Fett durch Waschen mit verdünnter Natronlauge beseitigt. Ist der Abdruck aber mißlungen, so muß die Tafel mit Natronlauge von jeder Spur des ihr anhaftenden Fettes befreit werden, bevor man sie neuerdings zur Herstellung eines Abdruckes verwenden kann, denn schon das Vorhandensein einer ungemein dünnen

Fettschichte würde verhindern, daß die betreffende Stelle des Glases von der Abflüssigkeit angegriffen wird.

Das Mattieren und Körnen des Glases durch Ätzung.

Läßt man gasförmige Fluorwasserstoffsäure auf eine wohlgereinigte Glasplatte wirken, so findet ein gleichmäßiges Angreifen aller Teile der Oberfläche statt und erhält man nach genügend langer Einwirkung der Säure die Tafel gleichmäßig geätzt. Die auf diese Art hergestellte Mattierung des Glases unterscheidet sich von jener, welche auf gewöhnliche Art durch Abschleifen der Tafeln mit scharfem Quarzsand hervorgebracht wird, da sie viel zarter ausfällt als diese. Bei der Mattierung durch Schleifen bemerkt man an verschiedenen Stellen der Tafel Regenbogenfarben, wenn man schief über die Fläche hinblickt; diese Farbenerscheinungen entstehen dadurch, daß das Licht in den ungleich tiefen Furchen, von welchen das Glas bedeckt ist, gebeugt wird; wenn man ein derart mattiertes Glas z. B. als Mattscheibe in einem photographischen Apparate verwendet, so wirken diese Farbenerscheinungen sehr störend, wenn es sich darum handelt, ein Bild recht scharf einzustellen.

Glastafeln, welche durch Fluorwasserstoff mattiert wurden, zeigen diese lästigen Farbenerscheinungen nicht und eignen sich daher in ausgezeichneter Weise für photographische Zwecke. Die Ausführung der Mattierung kann auf verschiedene Art geschehen, und zwar wendet man am besten jene an, bei welcher die reine Säure zur Ätzung benützt wird.

Man verwendet in diesem Falle einen flachen Holzkasten, welcher innen mit Bleiblech ausgeschlagen ist und in dessen Boden in der Mitte eine Bleischale von entsprechender Größe eingesetzt ist. Oben ist der Kasten offen und wird durch die zu mattierende Glastafel geschlossen, welche mit der zu mattierenden Fläche nach unten gewendet aufgelegt wird. Man gießt in die Bleischale die

erforderliche Menge hochkonzentrierter wässriger Fluorwasserstoffsäure, legt die Glastafel auf und überdeckt die Ränder vorsichtshalber mit einem feuchten Tuche, damit die etwa aus dem Kasten dringenden Dämpfe der Säure von dem Wasser zurückgehalten werden. Die in dem Bleigefäße befindliche Fluorwasserstoffsäure wird durch eine untergesetzte Gas- oder Weingeistflamme gelinde erwärmt und beginnen sich dann die Dämpfe sehr rasch zu entwickeln. Man kann das Fortschreiten der Ätzung an der Glastafel von der oberen Fläche aus deutlich wahrnehmen.

Nach einem anderen Verfahren verwendet man feinstgepulverten Flußspat, welchen man mit konzentrierter Schwefelsäure zu einem dünnen Brei anrührt, den man in einer dünnen Schichte auf die zu mattierende Glastafel streicht, noch mit Flußspatpulver bestreut. Sodann erhitzt man einige Stunden lang die Glastafel unter einem gut ziehenden Schornstein. Schließlich erscheint die Glastafel von einer Gipschichte überdeckt, welche man durch Abklopfen und Waschen beseitigt; die von der Masse bedeckt gewesene Fläche der Glastafel ist dann mattiert.

In neuerer Zeit hat das Mattieren der Glastafeln unter Anwendung von Fluorwasserstoffsäure sehr an Bedeutung verloren, indem man gegenwärtig imstande ist, sehr schöne und gleichmäßig aussehende Mattierungen, welche sich dem Aussehen nach gar nicht von den durch Ätzen hervorgebrachten unterscheiden lassen, durch das Sandstrahlgebläse herzustellen.

Um durch Ätzung eine Körnung auf Glastafeln hervorzubringen, kann man einen sehr einfachen Kunstgriff anwenden, welcher in folgendem besteht: Man überdeckt die zu körnenden Stellen des Glases mit gewöhnlichem Bleischrot; soll die Körnung sehr zart ausfallen, so verwendet man die kleinste Schrot Nummer (sogenannter Vogeldunst), für gröbere Körnung entsprechend größere Schrote. Die Schrotkörner haben bekanntlich Kugelform; wenn man eine Kugel auf eine ebene Fläche legt, so be-

rührt sie diese der Theorie nach nur in einem einzigen Punkte; es wäre daher der Theorie nach einerlei, ob man groben oder feinen Schrot anwendet; in Wirklichkeit erhält man aber Körnungen von verschiedenem Aussehen, wenn man feine oder grobe Schrote anwendet.

Nachdem die Schrotkörner gleichmäßig auf der Tafel ausgebreitet sind, läßt man auf diese gasförmige Fluorwasserstoffsäure wirken. Es werden hierdurch jene Stellen, welche zwischen den einzelnen Schrotkörnern frei geblieben sind, geätzt und erscheinen nach beendeter Einwirkung der Säure jene Stellen, auf welchen die Schrotkörner lagen, als glänzende Punkte auf mattem Grunde.

Das Mattieren durch Schleifen mit Sand.

Wenn man auf Glas das scharfkantige Pulver eines Körpers wirken läßt, welcher härter als das Glas selbst ist, so rißt jedes dieser harten Körnchen das Glas, über welches es hinweg geführt wird, ohne daß ein größerer Druck ausgeübt wird. Nachdem man das Behandeln des Glases mit diesen kleinen harten Körpern genügend lang fortgesetzt hat, erscheint die ganze Oberfläche des Glases gleichförmig von unzähligen eingerihten Vertiefungen bedeckt und demzufolge mattiert.

Als harten Körper zum Mattschleifen des Glases wendet man allgemein Quarzsand, je nachdem es sich um gröbere oder zartere Einwirkung handelt, grobkörnigen oder feinkörnigen Quarzsand an. Es ist aber nicht jeder Quarzsand zu diesem Behufe gleich gut geeignet; der sogenannte Wellsand, welcher sich als ungemein feines Mehl an den Ufern von Flüssen ablagert, besteht zwar aus Quarz und hat demnach die erforderliche Härte, um das Glas zu rißen. Er besitzt jedoch als Mittel zum Glasschleifen nur einen untergeordneten Wert, weil die einzelnen Quarzkörnchen, aus denen er zusammengesetzt ist, durch das Fortwälzen im strömenden Wasser mehr oder weniger abgerundet sind und sich der Kugelform nähern. Ein zum Schleifen dienender Sand soll aber aus lauter

scharfkantigen Stückchen bestehen, welche das Glas sehr energisch ritzen, wenn man sie wiederholt über das Glas hinführt.

Sehr geeignet zum Glasschleifen ist jener Quarzsand, welchen man erhält, wenn man Quarzgestein glühend macht und in Wasser abschreckt; beim Mahlen des sich ergebenden groben Pulvers erhält man durchwegs scharfkantige Stückchen, welche sehr kräftig schleifend wirken.

In großen Glasfabriken, welche den von ihnen verwendeten Quarz selbst mahlen, kann man sich den zum Schleifen erforderlichen Sand leicht in der gewünschten Korngröße herstellen; wenn die Fabrik auch die Glasschleiferei in größerem Maßstabe betreibt, kann man sogar diesen Quarz samt dem ihm beigemengten Glase nach dem Schleifen wieder nutzbar machen. Das Schleifen wird nämlich gewöhnlich unter Mitverwendung von Wasser vorgenommen; man sammelt das von den Schleifapparaten abgehende Wasser, in welchem Quarz und Glaspulver aufgeschlämmt ist, in Bottichen und läßt die Masse dort abtizen; der sich am Boden der Gefäße ansammelnde Schlamm, aus Quarz und Glas bestehend, kann dann sehr gut beim Niederschmelzen eines neuen Glasfases an Stelle von reinem Quarz verwendet werden.

Das Schleifen großer Glastafeln.

Die größten Glasschleifereien sind wohl jene, in welchen die großen gegossenen Spiegeltafeln geschliffen werden und dienen zur Übereinanderbewegung der Tafeln besondere mechanische Vorrichtungen. Man arbeitet in diesen Schleifereien nämlich anfangs in der Weise, daß man zwei Tafeln, welche geschliffen werden sollen, übereinander hinbewegt, während sich zwischen beiden Tafeln Wasser und grobkörniger Sand befindet, so daß beide Tafeln zugleich geschliffen werden.

Nach dem erstmaligen Raushschleifen, welches unter Anwendung von grobkörnigem Sande geschieht, nimmt man das weitere Schleifen mit immer feinerem Sande

vor und erhält schließlich das Glas durch den „Rauhschliff“ zwar mit ebenen Flächen, jedoch mattiert. Dem Rauhschleifen folgt das „Klarschleifen“, bei welchem man aber nicht mehr zwei Platten aufeinander liegend bearbeitet, sondern nur immer eine Platte für sich, welche durch ein über sie hinbewegtes Glasstück geschliffen wird. Beim Klarschleifen wendet man auch nicht mehr Quarzsand an, sondern nur geschlämmtes Schmirgelpulver. Um beim Klarschleifen zum Ziele zu gelangen, muß man die größte Sorgfalt auf die Beschaffenheit des Schmirgelpulvers verwenden. Dasselbe muß aus genau gleichgroßen Körnern bestehen und übt seine Wirkung in der Weise aus, daß es die Erhöhungen, welche durch die Quarzkörner in das Glas gerissen wurden, allmählich abnimmt und dadurch die Oberfläche immer mehr zu einer Ebene macht. Wäre das Schmirgelmehl nicht aus gleichgroßen Körnern bestehend, so würde man keinen Klarschliff erzielen, indem die größeren Körner des Schmirgels nur immer neue Furchen in das Glas reißen würden.

Durch Anwendung von immer feinerem Schmirgelpulver erhält die dem Schleifen unterzogene Glastafel endlich eine Oberfläche, welche dem bloßen Auge ganz eben erscheint und auch durchsichtig ist, der aber noch der hohe Glanz fehlt. In Wirklichkeit ist aber die Tafel keineswegs eben, sondern von sehr zarten Ripen überdeckt; blickt man in schiefer Richtung über eine klargeschliffene Glastafel hin, so erscheinen an der Oberfläche die Regenbogenfarben durch Interferenz der Lichtstrahlen an den Ranten der Erhöhungen.

Wenn die Glastafel einmal klar geschliffen ist, setzt man die Arbeit durch das Polieren oder Politurschleifen fort. Beim Polieren verwendet man Filzkissen, welche mit dem feinsten Polierrot bestrichen sind und unter Druck über das Glas hingeführt werden. Das Polierrot besteht aus Roteisenstein, der durch Schlämmen seines Pulvers in ungemein zartes Mehl verwandelt wurde, welches noch viel feiner schleift, als das feinste Schmirgelpulver.

Das Schleifen des Glases, wie wir es hier beschrieben haben, ist eine kostspielige Arbeit, welche viel Zeit und einen großen Kraftaufwand erfordert; man wendet dieses Feinschleifen daher nur bei Spiegeltafeln und besonders feinen Gläsern an; bei minder feinen begnügt man sich gewöhnlich damit, das Glas nicht besonders zu schleifen, sondern nur zu polieren.

Um Gegenstände, welche zum gewöhnlichen Gebrauche dienen, zu mattieren, wendet man ein sehr einfaches Verfahren an. Lampenfugeln werden z. B. nebeneinander auf eine Achse gereiht, in jede Kugel eine gewisse Menge von Sand und Wasser gebracht und das Ganze dann so lange um diese Achse gedreht, bis das Glas an der Innenseite matt geschliffen ist.

Das Schleifen runder Glasgegenstände.

Diese Arbeit findet gewöhnlich als Vollendungsoperation der Gegenstände statt. Bei Gefäßen versteht man bekanntlich unter Schleifen eine andere Operation als bei ebenen Glastafeln, bei welchen Schleifen gleichbedeutend mit „Ebenmachen“ ist. Beim Schleifen von Gefäßen will man durch das mehr oder minder tiefe Einschneiden von Linien und Flächen in das Glas dasselbe mit Verzierungen versehen, oder man will von Gläsern, welche mit farbigem Glas überfangen sind, die farbige Schichte bis zu einer gewissen Tiefe abnehmen und auf diese Weise den Gläsern ein schönes Aussehen erteilen.

Bevor man die erst in der neueren Zeit bekannt gewordenen Verfahren der Ätzung des Glases mit Fluorverbindungen oder die Bearbeitung desselben mittels der Sandgebläse kannte, war das Schleifen das einzige Verfahren, durch welches man imstande war, Vertiefungen und zarte Linien im Glase hervorzubringen. Die Glasschleiferei — obwohl eine reine Handarbeit — wurde aber in manchen Gegenden bis zur Höhe eines Kunstgewerbes emporgebracht und sind gegenwärtig noch die geschliffenen Gläser mancher Glaswerke wegen der Schön-

heit in der Ausführung von allen Kennern hoch geschätzt und werden mit hohen Preisen bezahlt. Ganz besonders gilt dies von den Waren, welche von manchen böhmischen Glaswerken geliefert werden. Man war durch lange Zeit der Ansicht, daß es überhaupt nur durch das Schleifen möglich sei, die feinsten Zeichnungen in das Glas zu gravieren, und entstand diese Anschauung dadurch, daß sowohl das Verfahren der Ätzung als jenes der Sandbläserei in ihren ersten Entwicklungsstadien nicht Arbeiten von solcher Feinheit der Ausführung liefern konnte, wie es die seit Jahrhunderten geübte Kunst der Glasschleiferei vermag. Die Fortschritte, welche man aber auf dem Gebiete der beiden Verfahren gemacht hat, sind so große, daß man gegenwärtig sowohl durch Ätzung als durch das Sandgebläse imstande ist, Verzierungen in Glas herzustellen, welche an Feinheit der Ausführung in nichts hinter den bestausgeführten Glasschleifereiarbeiten zurückstehen. Es ist sogar oft Kennern nicht möglich, mit Sicherheit anzugeben, ob die Verzierungen auf einem Glase durch Schleifen oder auf andere Weise hervorgebracht wurden.

Wenn man die Preise ins Auge faßt, welche für schön geschliffene Glasgegenstände gefordert werden müssen, Preise, welche im Hinblick auf die mühevollte Ausführung der Arbeiten nicht einmal als besonders hohe bezeichnet werden können, so ergibt es sich, daß derartige Waren nur den Reichen zugänglich sind; man war daher bemüht, das Ätzverfahren und nach diesem das Sandblasverfahren so auszubilden, daß man mit Hilfe derselben schön verzierte Glasgegenstände zu geringen Preisen herzustellen imstande ist. Es brachten diese Fortschritte allen Beteiligten Gewinn: den Fabrikanten, weil sie ihre schönen billigen Waren leicht absetzen können, den Käufern, weil sie für eine nicht zu hohe Summe Glasgegenstände erhalten können, welche schönen künstlerischen Schmuck zeigen.

Das Schleifen der Gläser wird gegenwärtig in allen größeren Anstalten auf maschinellem Wege ausgeführt,

das heißt, der Betrieb der Schleifvorrichtungen findet nicht mehr durch die Körperkraft des Arbeiters, sondern durch irgendeine Kraftmaschine statt; es ist durch diese Einrichtung der große Vorteil erzielt, daß der Arbeiter seine ganze Aufmerksamkeit seinem eigentlichen Geschäfte: dem Schleifen der Gläser, zuwenden kann und nicht einen Teil seiner Kraft zu rein motorischen Zwecken verwenden muß.

Das Schleifen geschieht in der Weise, daß die aus Stein, Eisen, Kupfer — für das Feinschleifen und Polieren wohl auch aus Zinn oder selbst Holz — bestehenden Schleifscheiben in sehr rasche Umdrehung versetzt werden und der Glaschleifer den Gegenstand diesen Scheiben nähert. Daß es möglich ist, mit einer Scheibe aus weichem Metall Einschnitte in das harte Glas zu machen, hat seine Ursache darin, daß sich diese Scheiben mit sehr großer Geschwindigkeit um sich selbst drehen. Wenn sie mit dem harten Glase in Berührung kommen, sucht dieses aus der vorübergeführten schneidenden Fläche ein Stückchen herauszureißen; bevor aber dies geschehen kann, ist in einem unmeßbar kurzen Zeitraume schon eine große Zahl von Metallteilchen an dem betreffenden Glasstückchen vorübergegangen und wird nunmehr letzteres durch die oftmals wiederholten Angriffe aus dem Zusammenhange mit der übrigen Glasmasse gerissen werden.

Die Form der zum Glaschleifen angewendeten Schleifscheiben hängt ganz von der Beschaffenheit der einzuschleifenden Linien ab; es ist demnach der Umfang der Schleifscheibe entweder zu einer keilförmigen Schneide gestaltet, deren größere oder geringere Zuschärfung die Breite der einzuschleifenden Linie bestimmt, oder er ist abgerundet oder ganz schmal, messerförmig gestaltet usw.

Die schneidende Wirkung der Schleifscheiben wird in der Regel noch durch ein Schleifmittel unterstützt, indem aus einem über der Schleifscheibe aufgehängten Gefäße fortwährend Wasser auf dieselbe tropft, in welchem ein harter feinkörniger Körper, das Schleifpulver, suspendiert ist. Um breitere und tiefere Linien einzuschleifen, ver-

wendet man Quarzsand von gröberem Korne; für zarte feine Linien wird sehr feiner Sand oder auch Schmirgelpulver verwendet.

Bei Anwendung der Schleispulver erhält man die eingeschliffenen Linien immer matt. Zum Feinschleifen bedient man sich immer feinerer Pulver und beendet den Schliff unter Anwendung des auf das feinste zerteilten Polierrotes, wodurch man es schon dahin bringt, daß die eingeschnittenen Linien wieder durchsichtig werden. Um dieselben aber auf Hochglanz zu bringen, benützt man zum Schlusse Scheiben aus ganz weichen Metallen, Blei oder Zinn und schließlich hölzerne Scheiben.

An Stelle des Polierrotes kann man auch andere sehr zarte Pulver zum Fertigpolieren verwenden und kommen hierfür die sogenannte Zinnasche oder das durch Verbrennen von Zink hergestellte Zinkoxyd (Zinkweiß) zum Gebrauche.

Was die Schönheit der in das Glas eingeschliffenen Zeichnungen betrifft, hängt dieselbe ganz von der Kunstfertigkeit des Arbeiters ab; wenn er das feine Gefühl für Linienführung und die erforderliche technische Handfertigkeit zum entsprechenden Wenden und Drehen des zu schleifenden Gegenstandes besitzt, so wird er auch imstande sein, schön geschwungene Linien in das Glas einzuschleifen; man unterscheidet daher auch Glas Schleifer, welche bloße Handarbeiter sind, sehr wohl von solchen, welche kunstfertige Leute sind und deren Arbeiten sich an Schönheit der Ausführung jenen eines Graveurs gleichstellen können.

XX. Das Schleifen der Gläser mittels der Sandstrahlgebläse.

Durch Anwendung des Sandstrahlgebläses, dessen Beschreibung wir im nachstehenden geben werden, ist es möglich geworden, die feinsten Schleifarbeiten auf rein mechanischem Wege — sonach ohne jedwede Handarbeit —

in Glas auszuführen und wird durch dieses Verfahren nicht nur das Schleifen des Glases ersetzt, sondern vermag dasselbe auch die Verzierung der Gläser durch Ätzung zu ersetzen. Infolge der leichten Ausführung, welche keinen besonders geschulten Arbeiter voraussetzt und mit gar keinen Gefahren für die Gesundheit der Arbeiter verbunden ist, verdrängt die sogenannte „Sandblasarbeit“ in der Glastechnik sowohl das Schleifen als das Ätzen immer mehr und mehr. Letztere Verfahren werden jetzt schon sehr häufig nur mehr in besonderen Fällen zur Anwendung gebracht und zur weiteren Ausführung der Sandbläserei verwendet.

Ebensowie, dem Sprichworte nach, der fallende Tropfen im Laufe der Zeit den härtesten Stein auszuhöhlen vermag, ebenso vermag ein Körper, welcher härter ist als Glas, dieses anzugreifen, wenn Tausende und Tausende Körnchen desselben mit dem Glase in Berührung gebracht werden. Wenn die Wirkung dieser kleinen Körnchen noch dadurch unterstützt wird, daß dieselben mit größerer Kraft an das Glas geschleudert werden, so erfolgt die Zerstörung des Glases an der getroffenen Stelle in überraschend kurzer Zeit und ist es leicht binnen wenigen Minuten auf diese Weise in eine ziemlich dicke Glasscheibe ein Loch „zu blasen“.

Man kann die schleifende Wirkung, welche feiner Sand selbst auf sehr harte Gesteine auszuüben vermag, sehr deutlich an den altägyptischen Bildhauerarbeiten sehen, welche der Einwirkung des Wüstenwindes ausgesetzt sind. Diese Bildwerke, zum größten Teile aus dem sehr harten Gesteine Syenit gearbeitet, sind an jener Seite, an welcher sie dem Anfallen des Wüstenwindes ausgesetzt sind, sehr stark abgeschliffen; der ungemein feine Wüstenand, welcher von dem Winde mitgerissen wird, wirkt schleifend auf das Gestein ein und würde im Laufe der Zeit dasselbe gänzlich zerstören.

Man bemerkt eine ähnliche Erscheinung an Fenstern, welche gegen die Dünen am Meere gerichtet sind: sie werden im Laufe der Zeit ganz matt geschliffen, indem

bei Stürmen der Dünen sand mit großer Kraft gegen sie geworfen wird. Diese kräftige Wirkung des Sandes äußert sich aber nur an solchen Körpern, welche selbst eine bedeutende Härte besitzen, nicht aber an solchen, welche eine weiche, bis zu einem gewissen Grade elastische Beschaffenheit haben.

Legt man zum Beispiel auf eine Glastafel eine Scheibe aus gewöhnlichem Schreibpapier oder malt mittels einer Öl- oder Leimfarbe irgendeine Figur auf das Glas und setzt dasselbe sodann der Wirkung des Sandgebläses aus, so wird binnen sehr kurzer Zeit das Glas so stark angegriffen sein, daß es vollständig matt geschliffen erscheint, indes die von dem Papiere oder dem Farbenanstrich bedeckte Stelle vollkommen blank geblieben ist. Selbst das Papier oder der Anstrich werden von dem Sande nur sehr wenig angegriffen.

Diese Erscheinung läßt sich dadurch erklären, daß der weiche, elastische Körper, von welchem gewisse Stellen des Glases bedeckt sind, die auffallenden Sandkörner infolge seiner Elastizität zurückschleudert, nachdem sie ihn bis zu einer gewissen Tiefe zusammengedrückt haben, so daß nur ein geringer Bruchteil der Kraft an der Schutzdecke zur Wirksamkeit kommt. Das Glas hingegen als ein harter Körper setzt dem Stoße des Sandkörnchens vollen Widerstand entgegen und werden durch den scharfkantigen Sand winzige Teilchen des Glases losgesprengt; da sich aber dieser Angriff der Sandteilchen innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes viele tausende Male wiederholt, so wird die glatte Oberfläche des Glases allmählich aufgeraut und erscheint matt.

Wie kräftig die Wirkung des mit großer Kraft gegen das Glas geschleuderten Sandstrahles sein kann, hat der Erfinder der Sandblasarbeit, Tilghman, durch einen interessanten Versuch bewiesen. Er überdeckte ein Stück Fensterglas mit einem Stücke Drahtgaze und ließ auf das Ganze den Sandstrahl einwirken. Nach einer gewissen Zeit war die Glastafel in der Weise durchlöchert, daß zwischen den Drähten Öffnungen entstanden

waren, welche 2 Millimeter ins Geviert maßen, während die zwischen den Öffnungen stehen gebliebenen Glasteile, welche durch den Draht gegen die Einwirkung des Sandes geschützt waren, nur 1,6 Millimeter Breite besaßen.

Man könnte eine Vorrichtung zur Bearbeitung des Glases mit Sand ganz einfach auf die Weise herstellen, daß man scharfen Quarzsand, welcher in einem Rohre von 20 bis 30 Metern Höhe enthalten ist, auf das Glas fallen ließe. In diesem Falle wäre es das Gewicht der hohen Sandsäule, welche die große Kraft hervorbringt, welche das Glas in kurzer Zeit angreift und zerstört. Da aber eine derartige Vorrichtung sehr unbeholfen wäre, wendet man Vorrichtungen an, welche so eingerichtet sind, daß der frei herabfallende Sand mit großer Gewalt gegen das Glas geschleudert wird.

Als Kraftquelle wendet man entweder einen Luftstrom an, der unter einigen Atmosphären Druck auf den herabfallenden Sand wirkt und ihn fortschleudert, oder man benützt zu diesem Behufe die Kraft des frei ausströmenden Wasserdampfes. Man kann demnach Luftdrucksandgebläse und Dampfsandgebläse unterscheiden. Was die Luftdruckgebläse betrifft, kann man dieselben auch so modifizieren, daß man keine zusammengepreßte Luft anwendet, um den Sand fortzuschleudern, sondern daß man aus einem entsprechend gestalteten Raume die Luft aussaugt und hierdurch veranlaßt, daß der äußere Luftdruck den Sand gegen das Glas treibt. Zum Unterschiede von den Druckluftsandgebläsen kann man die letzt-erwähnten als Saugluftsandgebläse bezeichnen.

Was die Anwendung des gespannten Wasserdampfes als Kraftquelle betrifft, bietet sie so viele Vorteile, daß man wohl sagen kann, daß diese Art von Sandgebläsen berufen erscheint, im Laufe der Zeit alle anderen zu verdrängen. Während man bei den Luftgebläsen immer einer sehr kräftigen Maschine bedarf, um das Druck- oder Sauggebläse in Tätigkeit zu erhalten, benötigt man bei den Dampfgebläsen nur einen gewöhnlichen Dampfkessel, in welchem Dampf von einigen Atmosphären Spannung

erzeugt wird. Läßt man gespannten Dampf aus einem Rohre frei ausströmen, so bewegt sich derselbe mit einer ungemein großen Geschwindigkeit fort und übertrifft diese Geschwindigkeit bei einer Dampfspannung von zehn Atmosphären selbst die Anfangsgeschwindigkeit unserer besten Feuerwaffen. Wenn daher ein Dampfstrom von nur einigen Atmosphären Spannung gegen einen frei herabfallenden Sandstrahl gerichtet wird, so treibt er den Sand mit einer ungemein großen Kraft in seiner Richtung fort und wird ein entgegengehaltenes Glas in wenigen Augenblicken matt geschliffen.

Zu dieser Wirkung tritt aber noch eine andere: Wenn man einen Luftstrom, der unter Druck steht oder was im vorliegenden Falle daselbe ist: einen Strom von gespanntem Dampf, aus einer engen Düse in ein weiteres Gefäß treten läßt, über welchem sich in unserem Falle der mit feinem Sande gefüllte Behälter befindet, so wird in diesem Raume die Luft ungemein stark verdünnt, indem sie von dem zusammengepreßten Dampf- oder Luftstrome mit fortgerissen wird; es wird daher der in diesen Raum frei herabfallende Sand außerdem durch den Druck der Atmosphäre vorwärts getrieben. Bekanntlich findet diese Erscheinung in den Dampfstrahlventilatoren eine sehr ausgedehnte Anwendung; der zu lüftende Raum steht mit dem Raume, in welchem der Dampf frei ausströmt, durch ein Rohr in Verbindung und wird durch dieses die Luft aus dem zu ventilierenden Raume mit großer Kraft angesaugt.

Ein großer Übelstand, welcher den Luftsandstrahlgebläsen anhaftete, war die große Staubentwicklung, welche durch das Fortschleudern der feinsten Sand- und Glasteilchen, welche von dem in Arbeit stehenden Stücke abgerissen werden; man konnte dieselbe selbst nicht durch Einschließen der ganzen Vorrichtung in dichtschließende Kästen verhindern, weil letztere in ganz kurzen Zeitabständen geöffnet werden müssen, um fertige Arbeitsstücke auszunehmen und neue einzulegen. Man hat getrachtet, die Staubentwicklung dadurch wenigstens stark

zu beschränken, daß man den Kasten, in welchem das Gebläse eingeschlossen ist, mit einem sehr rauhen Stoffe auskleidete, an dessen hervorstehenden haarförmigen Fasern sich die Staubtheilchen anhängen können. Besser kommt man zum Ziele, wenn man den Kasten mit einem Sauggebläse verbindet, welches aber keinen anderen Zweck hat, als die mit feinem Staub beladene Luft anzufaugen und sie entweder durch eine große Kammer führt, in welcher sich der Staub ablagern kann, oder sie unmittelbar in einen Schornstein bläst. Eine derartige Einrichtung tut zwar ziemlich gute Dienste, allein sie macht den Betrieb komplizierter und begreiflicherweise auch kostspieliger.

In bezug auf die Bestimmung, welche ein Sandstrahlgebläse hat, wird dasselbe auch verschieden groß zu konstruieren sein; wenn man das Gebläse dazu benützen will, um große Glastafeln zu bearbeiten, so muß die Öffnung, durch welche der Sand ausgeschleudert werden soll, mindestens eben so breit sein, wie die zu bearbeitende Glastafel. Man hat daher Sandstrahlgebläse konstruirt, bei welchen der Sand in einer Breite bis zu 150 Zentimeter ausgeschleudert werden kann; Apparate von dieser großen Leistungsfähigkeit erfordern selbstverständlich auch eine bedeutend größere Kraft als andere, welche zur Bearbeitung kleiner Gegenstände verwendet werden sollen. Bei den neueren Konstruktionen der Sandgebläse hat man aber die Einrichtung getroffen, daß der große Apparat nicht nur zur Bearbeitung breiter Tafeln dienen kann, sondern auch gestattet, daß man mit ihm selbst ganz kleine Gegenstände bearbeitet. Man erzielt dies dadurch, daß man dem Apparate auswechselbare Düsen beigibt, deren Größe eine sehr verschiedene sein kann, oder man versieht den Apparat mit zwei Düsen, welche beliebig in Tätigkeit gesetzt werden können. Im letzteren Falle wird in der Weise gearbeitet, daß der Arbeiter einen Gegenstand mattiert, während er einen fertiggestellten abnimmt und durch einen zu mattierenden ersetzt.

Die Luft-Sandstrahlgebläse.

In Figur 10 ist die äußere Ansicht eines älteren Apparates gegeben, der so eingerichtet ist, daß der Luftstrom im Innern des Kastens den Sand gegen den zu mattierenden Gegenstand schleudert. Das in die Vorderseite des Kastens eingesetzte Fenster gestattet, das Fortschreiten

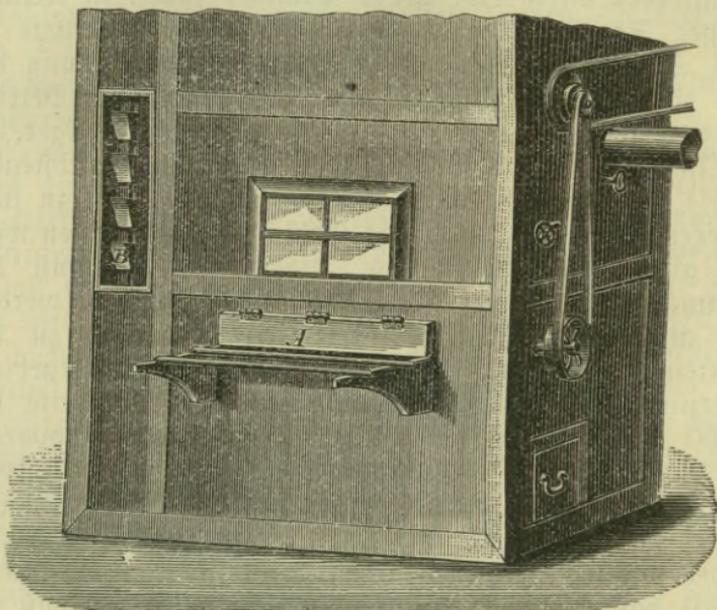


Fig. 10.

der Wirkung des Sandes auf das in Arbeit stehende Glas zu beobachten. Bei dieser Einrichtung des Apparates fällt der gegen das Glas geschleuderte Sand auf den Boden des Kastens und wird von dort mittels eines Bechertwerkes immer wieder in den hochgestellten Behälter zurückgeführt, so daß man mit einer bestimmten Menge von Sand durch lange Zeit fortzuarbeiten imstande ist; man hat nur jenen Teil des Sandes zu ersetzen, welcher durch Verstauben verloren geht. In der Abbildung ist

das Becherwerk links sichtbar; die Transmission auf der rechten Seite des Apparates treibt das Becherwerk.

Zur Bearbeitung ganz kleiner Gegenstände, z. B. zum Mattieren von Verzierungen an Trinkgläsern oder zur

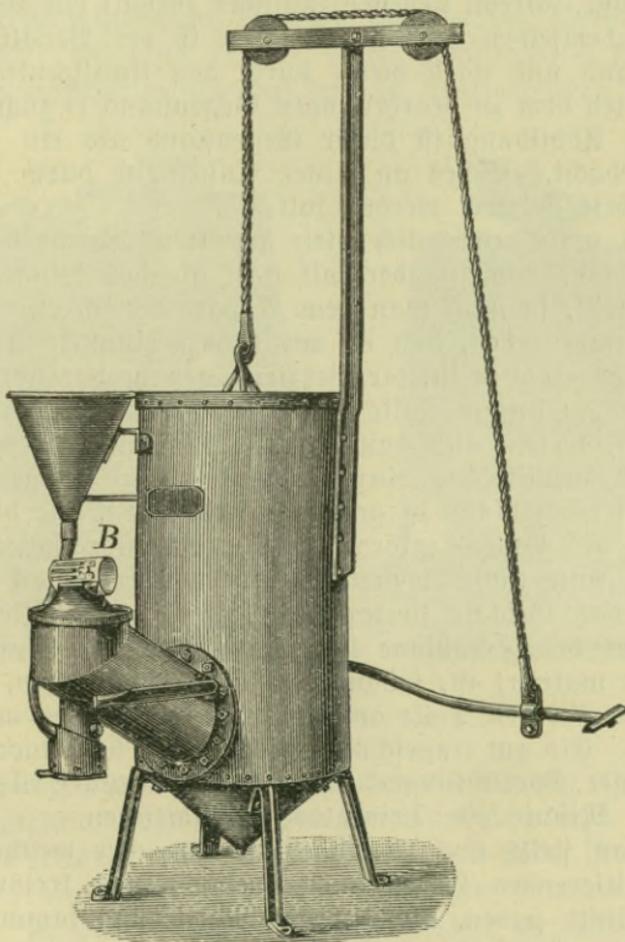


Fig. 11.

Hervorbringung von gewissen Zeichen an Glasgegenständen — Inschriften, Fabrikszeichen usw. — kann man sich auch ganz kleiner Sandblaseapparate bedienen, bei

welchen die Düsenöffnung oft nur 50 Millimeter Breite besitzt. Fig. 11 gibt das Bild einer derartigen Maschine, welche tragbar und für Handbetrieb eingerichtet ist, aber auch leicht mit einem Motor verbunden werden kann. Der große, lotrecht stehende Zylinder enthält das Gebläse, der an demselben befestigte Trichter ist der Behälter für den Sand und wird dieser durch den Kautschukschlauch von unten dem zu bearbeitenden Gegenstand B zugeführt. In der Abbildung ist dieser Gegenstand als ein Trinkglas gedacht, welches an seiner Außenseite durch Sandblasearbeit verziert werden soll.

Da man gewöhnlich viele Hunderte gleichgestalteter Gegenstände nacheinander mit dem gleichen Muster verzieren will, so muß man dem Apparate auch eine solche Einrichtung geben, daß es mit dem geringsten Arbeitsaufwande möglich ist, die Verzierungen hervorzubringen. Es wird in diesem Falle über der Düse eine Schablone befestigt, welche aus dauerhaftem Materiale hergestellt und in welcher das einzublasende Muster ausgearbeitet ist; diese Schablone ist genau so gekrümmt, wie dies die Gestalt des Glases erfordert. Der Arbeiter hat also in diesem Falle nichts weiter zu tun, als das Glas aufzulegen, das Gebläse so lange in Gang zu erhalten, bis die über der Schablone liegende Stelle des Glases genügend mattiert ist, sodann das Glas zu wenden, damit auch die anderen Teile am Umfange des Glases mattiert werden. Ein gut eingeschulter Arbeiter ist bei Anwendung derartiger Vorrichtungen imstande, in weniger als einer halben Minute ein Trinkglas zu mattieren.

Man stellt auch Sandgebläse her, bei welchen die zu mattierenden Gegenstände, welche einen kreisrunden Querschnitt haben, bloß in die Mattierungskammer der Maschine eingesetzt zu werden brauchen; wenn man die Vorrichtung in Gang setzt, so beginnen die Gegenstände sich um ihre Achse zu drehen und werden auf diese Weise auf ihrer ganzen Oberfläche mattiert. Man kann diese Einrichtung selbstverständlich für alle runden Gegenstände in Anwendung bringen; ganz besonders häufig wird sie

aber zum Mattieren von Lampenfugeln, Lampentulpen, Bechern usw. benützt.

Die Abbildungen Fig. 12 und 13 zeigen die Einrichtung einer derartigen Maschine, welche mit zwei Mattierungskammern versehen ist, von der Vorder- und Rückseite; während in der einen geschlossenen Kammer das Sandstrahlgefäße auf die zu bearbeitenden Gegen-

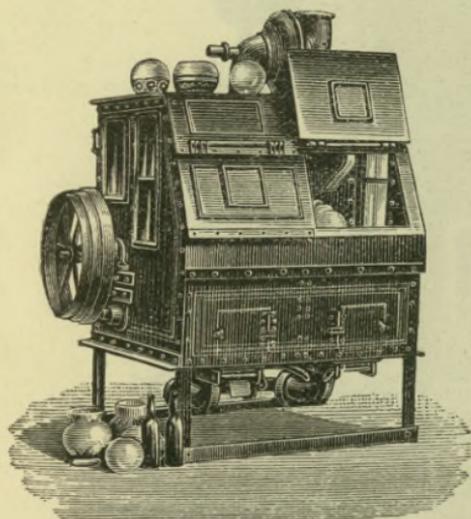


Fig. 12.

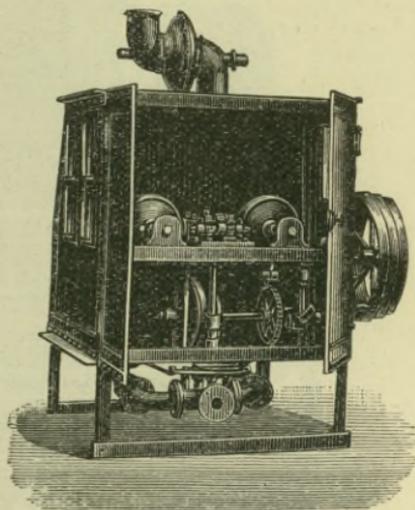


Fig. 13.

stände wirkt, werden aus der anderen die fertig mattierten Gegenstände ausgehoben und durch andere ersetzt. Da die hierfür erforderliche Zeit gewöhnlich auch schon hinreichend ist, um die Mattierung in der anderen Kammer zu beenden, so hat der Arbeiter nichts weiter zu tun, als die eben gefüllte Kammer zu schließen, das Gebläse in dieser Kammer in Tätigkeit zu setzen und in der anderen abzustellen. Man kann daher mittels eines derartigen Apparates ohne Unterbrechung fortarbeiten und mit demselben Massenleistungen erzielen.

Die Abbildungen Fig. 14 und 15 zeigen einen großen Sandstrahlapparat, welcher speziell für das Mattieren von Glastafeln bestimmt ist und gestattet, ganz kleine Glastafeln bis zu großen Spiegeltafeln, deren Breite bis zu

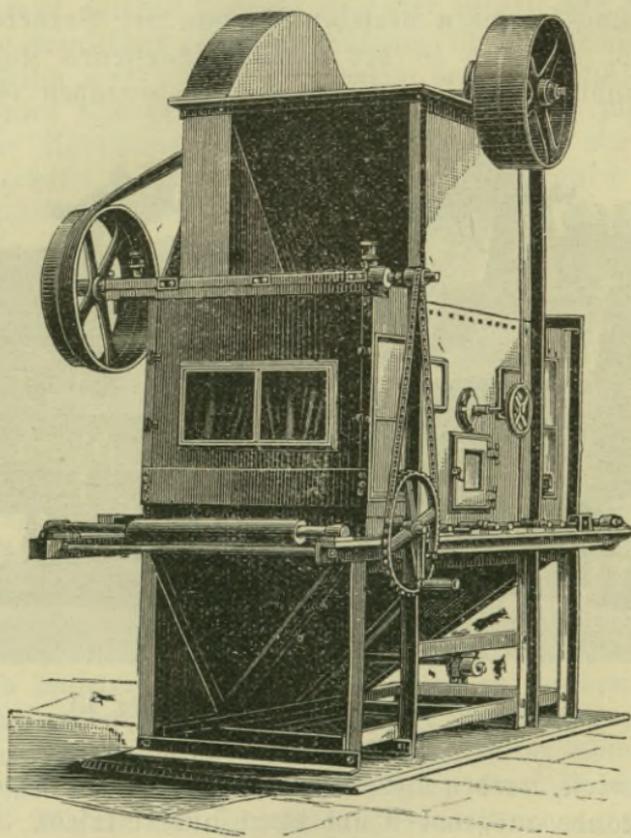


Fig. 14.

150 Zentimeter gehen kann, zu mattieren. Die Apparate dieser Gattung sind im Innern beleuchtet, so daß man ganz genau das Fortschreiten der Mattierung beobachten kann und sind mit einer automatisch wirkenden Vorrichtung versehen, welche die zu mattierenden Tafeln an der Düse des Gebläses mit einer gewissen Geschwindig-

keit vorüberführt. Die Düsen bei diesem Apparate sind auswechselbar und stellt man eben jene Breite ein, welche man der Größe der eben in Arbeit stehenden Tafelsorte nach bedarf.

Wenn dieser Apparat einmal eingestellt ist, das heißt, daß die Zufuhr von Sand und die Geschwindigkeit der von dem Sandstrahle getroffenen Tafeln einmal für

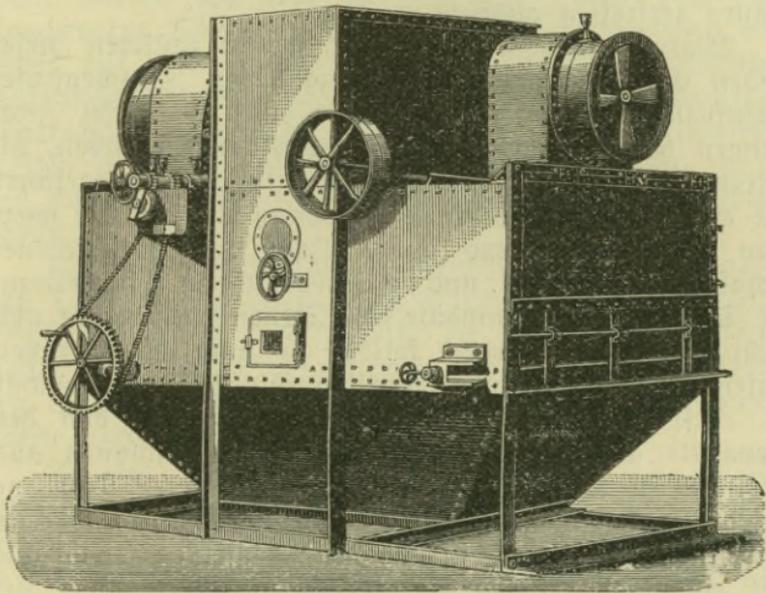


Fig. 15.

ein gewisses Maß eingestellt ist, so beschränkt sich die ganze Arbeit desjenigen, welcher die Maschine zu bedienen hat, darauf, unten die zu mattierende Tafel einzusetzen und oben die fertig mattierte Tafel abzuheben. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Tafeln an dem Sandstrahle vorübergeführt werden, ist entscheidend für die Art der Mattierung; stellt man den Apparat derart ein, daß die Tafeln mit größerer Geschwindigkeit vorwärts geführt werden, so dauert die Einwirkung des Sand-

strahles auf eine Stelle nur sehr kurze Zeit und ist man imstande, auf diese Art den Tafeln das Aussehen zu geben, als wenn sie einfach mit einem Hauche überzogen wären. Je langsamer man die Tafeln aber an dem Gebläse vorüberführt, desto kräftiger wird die Oberfläche des Glases angegriffen und läßt sich derart ein reines Weiß erzielen, indem die ganze Oberfläche der Tafel bis zu einer verhältnismäßig großen Tiefe wie durch eine Säure zerfressen aussieht.

Begreiflicherweise ist man imstande zwischen diesen beiden Extremen eine große Anzahl von Zwischenstufen herzustellen und kann hierdurch in einer Glastafel Zeichnungen hervorbringen, welche das Aussehen haben, als wären sie durch Tuschmalerei grau in grau ausgeführt. Da ein derartiges Abtönen nur dann möglich ist, wenn man eine entsprechend große Zahl von verschiedenen Schablonen anwendet, und bei jedesmaligem Vorübergang der Tafel vor der Sanddüse jene Stellen deckt, welche nicht mehr bearbeitet werden sollen, so muß eine größere Tafel nach jedesmaligem Vorübergang an der Sanddüse — entsprechend einem bestimmten Lichttone von dem Apparate abgehoben werden, um die Schablonen auszuwechseln zu können. Während dies bei einer Tafel geschieht, setzt man eine andere, welche schon vorbereitet war, in den Apparat ein und kann denselben sonach auch mit einer sehr kurzen Unterbrechung durch lange Zeit fortarbeiten lassen.

Die Dampf-Sandstrahlgebläse.

Die bis nun beschriebenen Sandstrahlgebläse sind durchwegs solche, bei welchen der Sand durch gepreßte Luft gegen die zu bearbeitende Glasfläche geworfen wird. Diesen Apparaten wird aber in neuerer Zeit ein sehr starker Wettbewerb durch jene gemacht, bei welchen die Treibkraft für den Sand durch frei strömenden Wasserdampf von einigen Atmosphären Spannung, wie er von

einem gewöhnlichen Dampfkessel geliefert wird, hergestellt wird.

Wenn man einen derartigen Apparat anwendet, so muß derselbe unbedingt mit einer an dem Dampfkessel anzubringenden Vorrichtung versehen sein, welche verhindert, daß der Dampf Wassertropfen aus dem Kessel mit sich reißt; es darf nur ganz trockener Dampf auf den Sand wirken. Da aber der gespannte Dampf eine hohe Temperatur besitzt, so wäre die direkte Anwendung desselben mit einer großen Gefahr für die zu bearbeitenden Gegenstände verbunden; die plötzliche starke Temperaturänderung, welcher die Gegenstände beim Zusammentreffen mit dem Dampfstrahle ausgesetzt wären, müßte das Springen einer sehr großen Zahl derselben zur Folge haben.

Um diesen Mißstand zu vermeiden, läßt man gegen den Dampfstrom, welcher den Sand mit sich führt, einen Luftstrom treten. Dieser reißt die feinen Staubteilchen, welche dem Sande beigemengt sind, mit sich und kühlt den Sand so weit ab, daß ein Zerspringen der Gegenstände nicht zu befürchten ist.

In Fig. 16 ist ein Sandstrahlgebläse mit Dampftrieb älterer Konstruktion abgebildet und ist bei demselben das Dampfventil sehr genau verstellbar, so daß man es hierdurch in der Macht hat, den Grad der Mattierung, welchen das Glas erhalten soll, zu bestimmen; je mehr man das Ventil schließt, desto kleiner ist die Kraft, welche auf dem in gleichmäßigem Strahle herabfallenden Sand wirkt und desto schwächer ist auch demzufolge die Mattierung des Glases.

Ein Sandblaseapparat neuerer Einrichtung, welcher in vorzüglicher Weise arbeitet, ist jener, welcher in Fig. 17 abgebildet erscheint. Eine besondere Eigentümlichkeit dieses Apparates ist die, daß bei demselben im Gegensatz zu allen anderen kein trockener Sand zur Verwendung gelangt, sondern ein feiner Sand, welcher mit so viel Wasser vermengt ist, daß er einen dünnen Schlamm bildet, dessen Beschaffenheit aber eine derartige ist, daß er sich

durch eine eigens konstruierte Pumpe fortbewegen läßt. Man verwendet zur Herstellung dieses Schlammes einen reinen, ganz feinen Sand, welcher aber ziemlich scharf sein soll, das heißt aus scharfkantigen Körnern bestehen soll.

Der Schlamm wird in dem Behälter E durch Zusammengießen von Sand und Wasser unter starkem

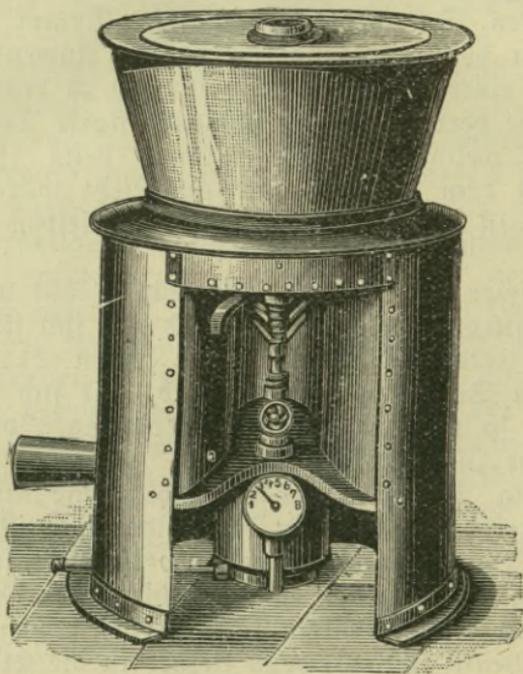


Fig. 16.

Rühren hergestellt und durch die Pumpe C in den hoch aufgestellten Behälter gehoben; aus diesem strömt er infolge seines Eigengewichtes durch einen Kautschukschlauch von nicht zu geringem Durchmesser dem Dampfrohre A zu. In diesem wird er von dem strömenden Dampfe erfaßt und gegen den zu bearbeitenden Gegenstand geschleudert, welcher in dem runden, durch einen Deckel verschließbaren Kasten steht. Von dort fließt der Schlamm wieder durch eine am Boden des Kastens angebrachte

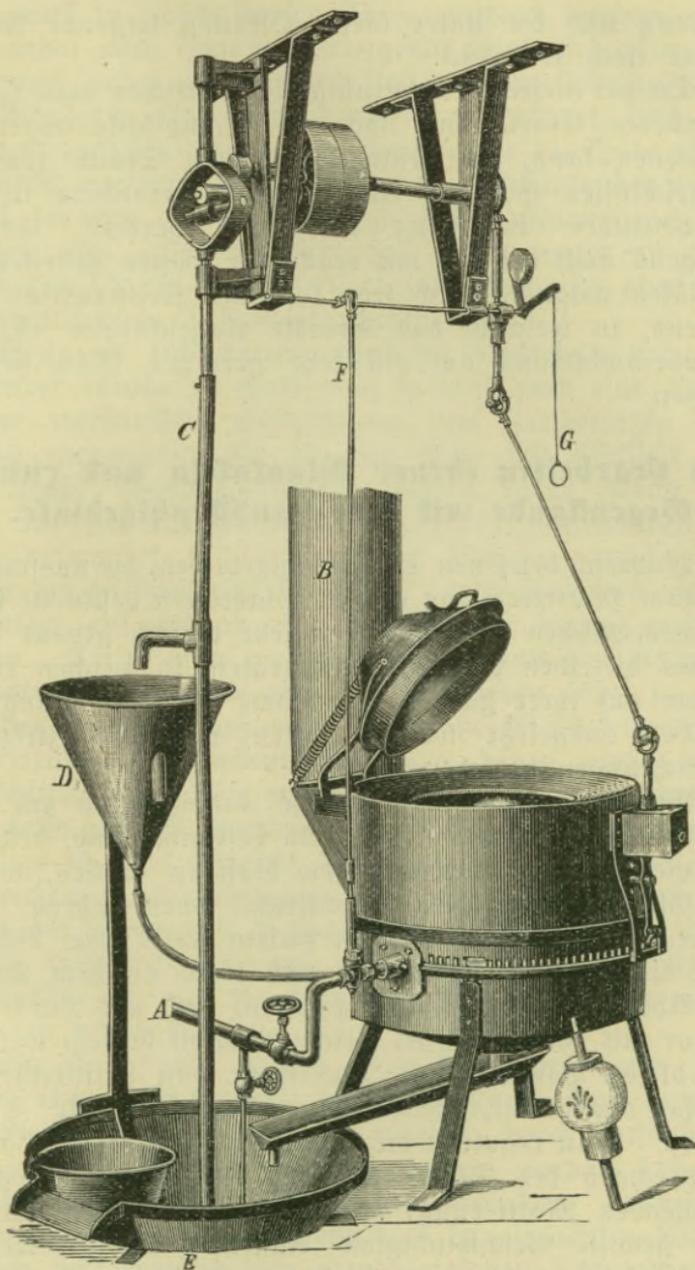


Fig. 17.

Öffnung und die unter dieser Öffnung liegende Rinne wieder nach E zurück.

Da bei diesem Sandstrahlgebläse, welches man seiner besonderen Einrichtung nach als Dampfschlammgebläse bezeichnen kann, jede Entwicklung von Staub gänzlich ausgeschlossen ist, kann dasselbe ganz besonders in gesundheitlicher Beziehung empfohlen werden. Es ist übrigens auch bei den mit trockenem Sande arbeitenden Gebläsen möglich, durch sehr sorgfame Konstruktion des Kastens, in welchem das Gebläse eingeschlossen ist, die Staubeentwicklung auf ein sehr geringes Maß herabzusetzen.

Das Bearbeiten ebener Glastafeln und runder Gegenstände mit dem Sandstrahlgebläse.

Während bei jenen Sandstrahlgebläsen, die ausschließlich zum Mattieren von ebenen Glastafeln bestimmt sind, die mechanischen Vorrichtungen sehr einfach gebaut sind, müssen dieselben bei jenen Apparaten, in welchen runde Körper auf ihrer ganzen Oberfläche der Einwirkung des Sandes ausgesetzt werden sollen, mit komplizierteren Vorrichtungen versehen sein.

Bei den Apparaten, welche ausschließlich zur Bearbeitung von ebenen Glastafeln bestimmt sind, bestehen die mechanischen Vorrichtungen bloß in solchen, welche die Glastafeln an dem Sandstrahle vorbeiführen. Für kleine Tafeln wendet man in diesem Falle zwei Bänder ohne Ende an, welche rechts und links an dem Kasten des Apparates über Rollen gespannt sind und durch den Motor mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt werden. An diesen Bändern sind Querstücke von entsprechender Größe angebracht, welche den Glastafeln zur Stütze dienen. Man reguliert die Geschwindigkeit dieser Bänder entsprechend der Stärke der auf dem Glase hervorzubringenden Mattierung; wenn der Apparat einmal für eine gewisse Geschwindigkeit eingestellt ist, so werden alle Tafeln, welche aus derselben Glasorte hergestellt

sind, auch in gleich starker Weise mattiert werden. Die von unten nach oben sich bewegende Glastafel wird von oben nach unten mattiert und sind die Querstäbe zwischen den Bändern ohne Ende derartig angeordnet, daß der Abstand zwischen zweien derselben gerade der Höhe einer Glastafel entspricht; sobald also das Mattieren der einen Tafel beendet ist, beginnt sogleich die Mattierung der zweiten usw. Der Arbeiter hat nichts weiter zu tun, als unten blanke Glastafeln einzuschieben und oben die fertigmattierten Tafeln abzuheben.

Wenn es sich darum handelt, Glastafeln von bedeutender Größe zu mattieren, so muß man eine etwas andere mechanische Vorrichtung zum Fortbewegen der Tafeln anwenden. Es ist dies schon mit Rücksicht auf das große Gewicht, welches Tafeln, deren Fläche oft mehr als fünf Quadratmeter beträgt, besitzen, notwendig. Man verwendet in diesem Falle Rahmen, welche der Größe der zu bearbeitenden Tafel entsprechen und welche in Falzen auf und ab oder hin und her bewegt werden können. Trifft man die Einrichtung, daß der Rahmen sich lotrecht auf- und abwärts verschieben läßt, so hat dies den Nachteil, daß man für große Glastafeln einen Arbeitsraum von bedeutender Höhe haben muß; diese Einrichtung bietet aber andererseits einen großen Vorteil. Man kann nämlich, nachdem die Glastafel in den Rahmen eingefest ist, das Gewicht des letzteren durch Anhängen entsprechender Gegengewichte, die man an Schnüren befestigt, die hinter dem Rahmen über Rollen laufen, vollständig ausgleichen, so daß nur eine sehr geringe Kraft erforderlich ist, um die Glastafel nach oben oder nach unten zu verschieben.

Glasgegenstände, deren Form sich jener eines Zylinders oder einer Kugel nähert, z. B. Kugeln und Tulpen für Beleuchtungsgegenstände, müssen durch besondere mechanische Vorrichtungen derart bewegt werden, daß sie der Einwirkung des Sandstrahles ringsum ausgesetzt werden können. Es geschieht dies in einfachster Weise dadurch, daß man in dem Sandblasekasten eine lotrechte

Achse anbringt, welche durch eine mechanische Vorrichtung mit stets gleichbleibender Geschwindigkeit umgedreht wird; oben ist diese Achse mit einem Kopfe versehen, auf welchen der zu schleifende Gegenstand, z. B. eine Lampenkugel, gesteckt wird. Man setzt zuerst die Vorrichtung in Gang, welche die Bewegung des zu bearbeitenden Gegenstandes bedingt und läßt sodann das Gebläse in Tätigkeit treten; wenn die Bewegung des Gegenstandes langsam genug ist, kann man eine Mattierung während der Zeit ausführen, die zur Vollendung einer einzigen Umdrehung erforderlich ist. Da es mit Rücksicht auf die Form mancher Gegenstände zweckmäßiger ist, wenn sich dieselben während des Mattierens um eine horizontale Achse drehen, so bringt man an den Sandstrahlgebläsen gewöhnlich auch eine horizontal umlaufende Achse an. Setzt man auf die lotrechte oder an die horizontale Achse ein sogenanntes Kugelgelenk, welches man mit einer Schraube feststellen kann, so ist durch diese Vorrichtung möglich, einem zu bearbeitenden Gegenstande jede beliebige Stellung zu geben und in derselben der Einwirkung des Sandstrahlgebläses auszusetzen.

Wir unterlassen es vollständig, Angaben über die Zeit zu machen, welche notwendig ist, um eine bestimmte Zahl gleichgeformter Gegenstände, z. B. Lampenkugeln, zu mattieren, weil es gar nicht möglich erscheint, eine derartige Angabe, welche einigermaßen Anspruch auf Richtigkeit hat, zu machen. Wir wollen hier nur die Faktoren angeben, von welchen der Verlauf der Arbeit mit den Sandstrahlgebläsen, gleichgültig welcher Konstruktion, abhängig ist. Diese Bedingungen sind:

1. Die Höhe des Druckes, welcher auf den Sandstrahl ausgeübt wird; je größer derselbe ist, mit desto größerer Kraft wird der Sand gegen das Glas geworfen und desto stärker wird dasselbe infolgedessen angegriffen.

2. Die Tiefe, bis zu welcher das Glas eingeschliffen werden soll. Bei schwacher grauer Mattierung genügt ein sehr kurzer Zeitraum, um die Arbeit zu vollenden. Soll hingegen das Glas, wie es bei großen, mit reichem

Bilderschmuck versehenen Glastafeln vorkommt, bis zu einer Tiefe von 1,5 bis zu 2 Millimeter ausgeschliffen werden, so wird man begreiflicherweise hierfür einen weit längeren Zeitraum in Anspruch nehmen müssen.

3. Die Härte des Glases nimmt einen sehr großen Einfluß auf die Zeitdauer des Schliffes; ein hartes Kaliglas muß viel länger der Einwirkung des Sandstrahles ausgesetzt werden, um bis zu demselben Grade geschliffen zu sein, als dies bei einer weichen Glasorte der Fall ist.

4. Die Übung der Arbeiter, welche das Schleifen gewisser Gegenstände auszuführen haben. Ein Arbeiter, welcher Hunderte von vorgerichteten Lampenkugeln zum Schleifen erhält, weiß nach einigen Versuchen ganz genau die Zeit, während welcher eine Kugel dem Sandstrahle ausgesetzt werden muß, um in der entsprechenden Weise mattiert zu werden. Da die Arbeiter in vielen derartigen Fabriken nach der Stückzahl der geschliffenen Gegenstände entlohnt werden, so liegt es begreiflicherweise im eigenen Interesse des Arbeiters, so viele Stücke als möglich in einem Tage zu vollenden. Da er hierdurch zu rascher Arbeit angespornt wird, so erlangt er sehr bald eine große Fertigkeit in dem Einsetzen und Ausnehmen der Gegenstände in das Gebläse und leistet tatsächlich die höchste Arbeitsleistung, welche überhaupt auf die Dauer möglich ist.

Die Schablonen für die Sandblasearbeit.

Die Beschaffenheit der Schablonen, welche man bei der Arbeit mit dem Sandstrahlgebläse nötig hat, um gewisse Stellen des Glases gegen die Einwirkung des Sandes zu schützen, ist eine sehr wichtige Sache, denn von ihr hängt eigentlich ganz die Schärfe der hervorzubringenden Zeichnungen in dem Glase ab. Mit Rücksicht auf die ungemein verschiedene Anwendung, welche die Schablonen haben, müssen dieselben aus sehr verschiedenen Materialien hergestellt werden; wenn man eine Schablone benötigt, welche dazu dienen soll, eine sehr

große Anzahl von Gläsern mit einem und demselben Muster zu versehen, so erscheint es begreiflich, daß das Material zur Herstellung der Schablone ein ganz anderes sein soll als in jenen Fällen, in welchen man eine Schablone nur einige Male zu verwenden hat.

Wir haben über das Material, aus welchem die Schablonen hergestellt werden sollen, eingehende Untersuchungen angestellt, welche sehr lehrreiche und beachtenswerte Ergebnisse lieferten, und wollen dieselbe im nachstehenden kurz darlegen.

Es handelt sich in einem besonderen Falle, ein sehr zartes Muster, welches als Verzierung von Trinkgläsern angewendet werden sollte, in einer Schablone herzustellen. Da Hunderte von Gläsern mit demselben Muster versehen werden sollten, war es naheliegend, die Schablone aus einem recht widerstandsfähigen Materiale anzufertigen, um hierdurch eine lange Dauer derselben zu erzielen. Es wurde zu diesem Behufe ein Stahlblech verwendet, welches abgelassen wurde und das dann zur Ausarbeitung der Schablone diente. Nach Vollendung der Ausarbeitung der Schablone wurde das Stahlblech gehärtet und die Schablone in dem Sandblaseapparat benützt.

Es wurde aber die merkwürdige Wahrnehmung gemacht, daß die Schablone nach einer gewissen Zahl von Operationen, die allerdings verhältnismäßig groß war, sehr dünn geworden war und nach einiger Zeit sogar an solchen Stellen, an welchen die zwischen zwei Ausschnitten liegende Stahlmasse sehr schmal war, zu reißen anfing.

Bei weiteren Versuchen wurden an Stelle der stählernen Schablonen solche aus gewöhnlichem Eisenblech, Kupfer- und Messingblech, sowie aus Zink benützt. Alle diese Schablonen erlitten zwar auch eine sehr bedeutende Abnützung, die aber in keinem Verhältnisse zu jener stand, welche an den aus ungleich härterem Materiale angefertigten Stahlschablonen beobachtet wurde. Die Zerstörung der Schablonen, gleichgültig aus welchem

Metalle sie angefertigt waren, ging in derselben Weise vor sich, wie dies bei den stählernen Schablonen der Fall war: das Metall wurde immer dünner und dünner und fing endlich an den schmalen Stellen an rissig zu werden; gleichzeitig wurde beobachtet, daß schmale Linien, welche in das Glas durch die Wirkung des Sandes eingeschliffen werden sollten, an Breite zunahmen; letztere Erscheinung ist offenbar ein Beweis dafür, daß auch die Ränder der in den Blechen ausgeschnittenen Zeichnungen durch den Sand abgeschliffen wurden.

Nachdem auf diese Art die Gewißheit gewonnen worden war, daß Schablonen aus allen hier genannten Metallen nicht vollständig entsprechen, wurden weitere Versuche mit anderen Materialien angestellt; es wurde Blei, dünnes Kartenpapier und endlich auch Massen versucht, welche man auf das Glas aufdruckte. Obwohl alle diese Körper nur eine geringe Festigkeit haben, erwiesen sie sich im Vergleiche mit den harten Metallen ungleich dauerhafter als diese, so daß nunmehr der Weg klargelegt war, in welcher Weise die Schablonen für die Sandblasearbeit herzustellen sind.

Bei jenen Schablonen, welche aus harten Metallen dargestellt sind, muß man annehmen, daß die Einwirkung der Sandteilchen in folgender Weise vor sich geht: Das Sandkörnchen wird mit großer Kraft gegen das Metall geworfen und reißt aus demselben ein Teilchen heraus; durch den Stoß hat es seine Treibkraft verloren und fällt hinunter, wird beziehungsweise durch den Rückstoß des elastischen Metalles auf eine gewisse Entfernung zurückgeschleudert. Die sich innerhalb eines kurzen Zeitraumes zahllos wiederholenden Stöße bewirken eine verhältnismäßig rasche Abnützung der Schablone und verhält sich diese in ähnlicher Weise wie das Glas selbst: gleichzeitig mit der Oberfläche des Glases wird auch die Oberfläche der Schablone zerstört.

Wenn die Schablone aus Blei oder Pappe, selbst nur aus einem etwas stärkeren Papiere besteht, stellt sich die Wirkung der Sandkörner in folgender Art dar: Das

Sandkorn stößt gegen die Blei- oder Papierfläche, das sind Körper, welche nur eine sehr geringe Elastizität haben; der Stoß des Sandkornes wirkt daher gewissermaßen wie ein Hammerschlag auf die Oberfläche der Schablone ein; er verdichtet dieselbe, ohne daß jedoch der Angriff so stark wäre, um größere Theilchen von der Oberfläche loszureißen.

Jene Versuche, bei welchen man die zu schützenden Stellen des Glases mit einem Aufdrucke einer dickflüssigen Masse von firnisartiger Beschaffenheit machte, gaben ein überraschend günstiges Ergebnis; das Muster erschien nach der Bearbeitung im Sandstrahlgebläse auf dem Glase in der größten Schärfe und konnte bei Versuchen, welche eigens hierüber angestellt wurden, das Muster bis zu einer beliebigen Tiefe in das Glas eingegraben werden.

Diese außergewöhnlich große Widerstandsfähigkeit der aufgedruckten Schutzmasse läßt sich nur auf folgende Art erklären: Die Schutzmasse ist von einer firnisartigen Beschaffenheit, und behält einige Zeit, nachdem sie aufgedruckt wurde, ihre Klebrigkeit bei. Wenn man nun ein derart bedrucktes Glas der Wirkung des Sandstrahles aussetzt, so haften an der klebrigen Masse die auf sie fallenden Sandkörnchen fest an und verstärken hierdurch die Schutzschichte in der wirksamsten Weise; da der an der Schutzschichte haftende Sand dieselbe Härte besitzt wie jener, welcher später anfliegt, so hat dies nur zur Folge, daß sich die Sandtheilchen aneinander zu zerfleinern suchen; man findet daher nach beendeter Einwirkung des Sandstrahles auf das Glas die eigentliche Schutzmasse ganz unverfehrt, da sie von einer zweiten aus feinen Sandtheilchen bestehenden Schutzschichte überdeckt wurde.

Es wäre daher die Anwendung von aufgedruckten Schutzschichten das empfehlenswerteste Verfahren, wenn es nicht mit gewissen nicht zu vermeidenden Übelständen verbunden wäre. Diese bestehen darin, daß man jedes zu bearbeitende Glas für sich allein mit der Schutz-

schichte bedrucken muß, und andererseits darin, daß man nach der Fertigstellung des Musters die an dem Glase vorhandene Schutzschichte wieder beseitigen muß. So einfach auch diese Arbeiten auszuführen sind, verteuern sie doch die Herstellung der Gegenstände in nicht unwesentlicher Weise.

Da begreiflicherweise das Muster auf dem Glase nur dann in tadelloser Weise eingeblasen erscheint, wenn der Aufdruck der Schutzmasse mit aller Genauigkeit stattgefunden hat, so muß man zur Ausführung dieser Arbeit wohlengeschulte Arbeiter verwenden, indem man sonst sehr viel Ausschußware erhalten würde. Um von der größeren oder geringeren Geschicklichkeit der Arbeiter unabhängig zu sein, kann man übrigens das Aufdrucken der Schutzmasse mittels einer einfachen Maschine besorgen, welche selbstverständlich für jede Glasdimension entsprechend eingestellt werden muß. Bei diesen Maschinen liegt die Stampiglie, welche das Muster in erhöhter Form enthält, flach ausgebreitet und wird durch eine über sie hingeführte Walze mit einer dünnen Schichte der Schutzmasse überzogen. Das mit der Schutzmasse zu versehenende Glas wird sodann über die Stampiglie weggerollt und ist bei Verzierungen, welche rings um das ganze Glas laufen sollen, genau darauf zu achten, daß die Linien mit voller Schärfe aneinanderschließen. Wenn die Maschine aber einmal genau so eingestellt ist, daß sie diese Bedingung erfüllt, und alle Gläser genau den gleichen Durchmesser haben, so erfolgt der Aufdruck der Schutzmasse in tadelloser Weise und hat der Arbeiter nichts weiter zu tun, als die einzelnen Gläser in die Maschine einzulegen und sie in bedrucktem Zustande wieder abzuheben.

Auf Grund unserer Versuche sind wir dahin gelangt, für die verschiedenen Zwecke Schablonen zu verwenden, welche entweder aus Blei, einem besonders für diese Zwecke gearbeiteten starken Papiere bestehen, oder an Stelle der eigentlichen Schablonen eine Schutzmasse zu verwenden. Die Herstellung der Schablonen erfolgt in

sehr einfacher Weise unter Anwendung einfach gebauter mechanischer Vorrichtungen.

Am häufigsten verwendet man Papier und Bleischablonen und stellt dieselben in einfacher Weise durch Ausschlagen oder Ausstanzen mittels gewöhnlicher Ausschlageisen her oder besorgt die Herstellung mittels einfacher Hebelpressen, bei welchen ein Druck genügt, um die Schablone zu vollenden. Bei den Papierschablonen verwendet man am allerbesten ein starkes glattes Papier und gibt den Ausschlageisen eine solche Stärke, daß man z. B. zehn bis zwölf Schablonen auf einmal herstellen kann.

Die Papierschablonen würden eine mehrmalige Verwendung gestatten; man müßte sie aber von dem fertiggestellten Glase ablösen und wieder sorgfältig auf einem zu bearbeitenden befestigen; dies würde aber mit Bezug auf den Wert des Papierstückes so viel Arbeit verursachen, daß man sich gewöhnlich damit begnügt, eine Schablone nur einmal zu verwenden. Wenn man Bleischablonen benutzen will, so fertigt man dieselben aus dünnem Bleiblech an, welches sich ebenso ausstanzen läßt, wie dies mit dem Papiere der Fall ist. Für kleine Trinkgläser und andere Gegenstände von geringer Größe genügt es, ein Bleiblech zu verwenden, welches etwa ein Fünftel bis ein Viertel Millimeter dick ist, und kann man eine derartige Schablone, welche beim erstmaligen Gebrauche in der richtigen Form um das Glas gebogen wird, oftmals benutzen; man braucht sie nur von dem fertiggestellten Glase abzuziehen und sie dann auf das nächste, welches ja genau die gleiche Größe hat, aufzuschieben. Man verwendet eine solche Schablone so lange, als die durch sie bedingten Muster noch in voller Schärfe erscheinen und kann sie dann noch immer als altes Blei verwerten. Wenn man etwas größere Gegenstände zu bearbeiten hat, z. B. Lampenfugeln und Tulpen, stellt man die Schablonen aus etwas dickerm Bleiblech her, und zwar weniger wegen der Abnutzung durch den Sand als wegen der leichteren Handhabung; ein Bleiblech,

welches ein bis einundeinhalb Millimeter dick ist, läßt sich zwar mit Leichtigkeit in jeder beliebigen Form durch Biegen mit der Hand erhalten und behält aber diese Form dann auch bei, bis es wieder absichtlich gebogen wird; dies ist bei den ganz dünnen Bleiblechen nicht der Fall, da sie sich sehr leicht verbiegen.

Bei der Anwendung von Papier-*Schablonen* für Rundgläser muß man die *Schablone* an einer Stelle kleben, damit sie zusammenhält; wenn man mit *Bleischablonen* arbeitet, so bewerkstelligt man bei Rundgläsern die Vereinigung gewöhnlich in der Art, daß man vorspringende Teile der *Schablone* dort, wo dies nicht störend wirkt, übereinanderfalzt und mit einer flachen Zange zusammenpreßt. Arbeitet man hingegen auf flachem *Tafelglas*, so müssen die *Schablonen* durch ein Bindemittel auf dem *Glas* befestigt werden und geschieht dies bei den *Papier-*Schablonen** gewöhnlich unter Anwendung von *Stärkekleister* oder besser mittels *Leim*. Was den *Stärkekleister* betrifft, so haftet derselbe zwar zwischen *Papier* und *Glas* sehr gut, er darf aber nicht stark austrocknen, indem sonst das *Papier* leicht abspringt. Wenn man erwägt, daß durch das Abspringen einer solchen *Schablone*, während die *Tafel* der Wirkung des *Sandstrahles* ausgesetzt ist, die ganze vorhergehende Arbeit verdorben werden kann, so wird man gewiß lieber ein *Klebemittel* anwenden, welches ganz bestimmt gegen das Abspringen der *Schablonen* schützt. Ein *Klebemittel* von dieser Beschaffenheit bietet uns der flüssige *Leim*, welchen man auf folgende Art darstellen kann:

Man wählt eine gute Sorte harten *Leimes*, legt die Stücke in ein größeres Gefäß und überdeckt sie mit *Wasser*, welches man 24 Stunden über dem *Leime* stehen läßt. Der *Leim* quillt durch *Wasseraufnahme* sehr stark an und ist das *Aufquellen* dann beendet, wenn die *Leimstücke* zu einer gleichmäßig durchscheinenden *Masse* geworden sind. Man gießt dann das *Wasser* von dem *Leime* ab, läßt denselben gut abtropfen und bringt ihn in ein *Porzellangefäß*, welches man ganz gelinde er-

wärmt, bis der Leim geschmolzen ist. Man gießt sodann zu der geschmolzenen Masse so viel konzentrierte Essigsäure, bis man beiläufig fünf Prozent vom Gewichte des trockenen Leimes angewendet hat, vermischt die Essigsäure durch längeres Rühren mit dem Leime und nimmt eine Probe. Diese Probe wird in eine flache Tasse gegossen und diese durch Einstellen in kaltes Wasser abgekühlt. Der vollkommen abgekühlte Leim muß vollkommen flüssig bleiben, wenn man mit dem Zusätze von Essigsäure gerade das richtige Maß getroffen hat; wenn eine zu geringe Menge von Essigsäure angewendet wurde, so nimmt der Leim beim Erkalten eine gallertartige Beschaffenheit an und ist dies ein Zeichen dafür, daß man noch Essigsäure zuzusetzen hat.

Wenn schließlich der Leim auch in der Kälte vollkommen flüssig bleibt, so ist er zum Gebrauche fertig, muß aber noch bedeutend verdünnt werden. Man verwendet zum Verdünnen des Leimes nicht reines Wasser, sondern solches, in welchem man pro Liter zehn Gramm gewöhnlichen Borax gelöst hat, indem hierdurch der Leim die Eigenschaft erlangt, nie zu schimmeln; eine noch so sehr mit Boraxlösung verdünnte Leimlösung trocknet, der Luft ausgesetzt, allmählich wieder zu einer harten Leimplatte ein.

Bis zu welchem Grade man die Leimlösung mit Boraxwasser zu verdünnen hat, hängt von der Güte des Leimes ab; je größer diese ist, desto weiter kann man mit der Verdünnung gehen und entscheidet hierüber der Versuch allein. Man bestreicht das auf das Glas zu klebende Papier recht dünn mit der Leimlösung und legt es dann sogleich auf jene Stelle des Glases, welche geschützt werden soll; wenn das Glas einige Zeit ruhig liegen bleibt, haftet das Papier gleichmäßig an dem Glase und ist ein Andrücken desselben ganz überflüssig.

Nach Beendigung der Arbeit mit dem Sandstrahlgebläse werden die mit Leim aufgeklebten Papierschablonen am allereinfachsten dadurch von dem Glase entfernt, daß man dasselbe in Wasser stellt; sowohl das Papier als der

Leim quellen hierdurch in kurzer Zeit stark auf und fällt die Schablone von selbst von dem Glase ab.

Anstatt die zu schützenden Stellen des Glases durch einen Überzug von Papier oder Blei zu decken, kann man denselben Zweck durch firnisartige Massen erreichen, welche entweder aufgedruckt, mittels Schablonen aufgemalt oder auch aus freier Hand mittels des Pinsels und der Feder aufgetragen werden. Was die Zusammensetzung dieser Schutzmassen betrifft, lassen sich dieselben auf verschiedene Weise herstellen. Eine Schutzmasse, bei welcher Leim zur Anwendung kommt, kann auf folgende Art bereitet werden:

Man bereitet löslichen Leim durch Zusatz von Essigsäure zu geschmolzenem Leim, wie dies soeben beschrieben wurde, läßt aber den Leim dickflüssig bleiben. In diese dicke Flüssigkeit wird nun so viel feingemahlener weißer Talk (das Mineral Speckstein oder Federweiß) eingerührt, bis eine Masse entsteht, die sich zum Auftragen auf das Glas eignet. Will man die Masse durch Aufreiben mittels Schablonen aus Zinkblech benützen, so darf sie nur sehr wenig flüssig sein, indem sie sonst unter die Ränder der Schablone tritt und keine scharfen Zeichnungen erhalten werden. Wünscht man hingegen die Masse in der Weise zu verwenden, daß man sie mittels der Kautschukstampiglien aufdrucken kann, so muß man sie etwas dünnflüssiger nehmen. Wenn endlich die Masse so wie eine Malerfarbe verwendet werden soll, so gibt man ihr eine solche Konsistenz, daß sie bei einmaligem Auftragen mit dem Pinsel oder der Feder auch schon einen genügend schützenden Überzug auf dem Glase hervorbringt. Die hierfür notwendige Konsistenz ist die einer dicken Öl- oder Guachefarbe.

Wenn man sich einmal auf den Gebrauch dieser Schutzmasse eingeeübt hat, so kann man mit derselben sehr schöne Ergebnisse erzielen, indem die Umrisse der Zeichnungen sehr schön ausfallen; nach beendeter Arbeit wird die Glastafel wieder in Wasser gestellt, wodurch sich die Schutzmasse alsbald von selbst ablöst.

Für sehr feine Ausführungen kunstvoller Zeichnungen, in denen sehr dünne Linien vorkommen, eignet sich eine andere Schutzmasse noch besser als die eben beschriebene und ist dies die Asphaltharzmasse. Wir stellen dieselbe nach folgendem Verfahren dar:

Feinster syrischer Asphalt wird in einer hohen Flasche mit rektifiziertem Terpentinöl übergossen und die verschlossene Flasche einige Tage sich selbst überlassen, wobei man aber jeden Tag einige Male durch Umschütteln der Flasche die Lösung zu beschleunigen sucht. Wir machen besonders darauf aufmerksam, daß wirklich eine vollkommene Lösung des Asphaltes entstehen muß, denn eine Lösung, in welcher sich noch Klümpchen von bloß gequollenem Asphalt vorfinden, wäre für feine Arbeiten gar nicht verwendbar.

Da sich der Asphalt in völlig wasserfreiem Terpentinöl in ziemlich reichlicher Menge löst, so entsteht nach einiger Zeit eine ziemlich dickflüssige Lösung und läßt man dann die Flasche mindestens eine Woche lang ruhig stehen, ohne sie zu berühren, damit sich alle ungelöst gebliebenen Teilchen zu Boden senken können. Man gießt dann durch vorsichtiges Neigen der Flasche die Lösung von dem ungelöst gebliebenen Bodensatz ab, hört aber sofort mit dem Abgießen auf, wenn man bemerkt, daß die Flüssigkeit anfängt, dicker zu werden.

Um eine Farbe zu erhalten, welche dickflüssig genug ist, um mit dem Pinsel oder der Feder auf das Glas übertragen zu werden, löst man in der Asphaltlösung noch amerikanisches Fichtenharz auf, bis die Flüssigkeit die erforderliche Konsistenz erreicht hat. Das Fichtenharz wird fein gepulvert in die Asphaltlösung geschüttet und löst sich in derselben schnell auf, so daß man nach kurzer Zeit die fertige Schutzmasse vor sich hat.

Letztere ist von der richtigen Beschaffenheit, wenn sie das Auftragen mit dem Pinsel oder der Feder gestattet, so daß man die feinsten Linien ziehen kann; sie muß innerhalb einer Stunde soweit trocken geworden sein, daß man sie leise mit dem Finger berühren kann, ohne daß sie

diesen schwarz färbt und muß dann auf dem Glase einen glänzenden Überzug bilden, der aber stets einen gewissen Grad von Weichheit beibehält.

Wenn man eine Glastafel durch Handarbeit mit dieser Schutzmasse überdeckt hat, so kann man nach Vollendung der Arbeit schon meistens nach einer Stunde die Tafel dem Sandstrahlgebläse aussetzen; vorsichtshalber ist es aber immer zweckmäßiger, die fertigestellte Tafel über Nacht stehen zu lassen; sie kann dann am nächsten Morgen ohne weiteres mit dem Gebläse bearbeitet werden.

Den in vorstehenden gegebenen Auseinandersetzungen zufolge stehen uns mehrere Mittel zugebote, um diejenigen Stellen des Glases, welche vor der Einwirkung des Sandstrahles geschützt werden sollen, zu überziehen; man kann Schablonen anwenden, welche aus ganz dünnem Bleibleche geschnitten sind, man kann solche benützen, die bloß aus Papier angefertigt sind und nur einmal verwendet werden, wenn man sie auf die Glastafel festklebt, die aber eine mehrmalige Verwendung zulassen, wenn sie aus etwas stärkerem Papiere hergestellt sind und nur auf die Glastafel gelegt werden — und endlich kann man sich der Asphaltharzmasse bedienen, um durch freie Handmalerei jede beliebige Zeichnung auf dem Glase hervorzubringen; nach Beendigung der Sandblasearbeit kann diese Schutzmasse durch Behandeln der Tafel mit Terpentinöl wieder beseitigt werden.

Die Herstellung größerer Zeichnungen mittels der Sandblasearbeit.

Man kann mittels des Sandstrahlgebläses auf dem Glase Zeichnungen hervorbringen, welche Licht und Schatten irgendeines Bildes mit großer Naturtreue wiedergeben, so daß man in der That ein künstlerisch vollendetes Bild vor sich hat, welches einer zarten Tusch- oder Bleistiftzeichnung sehr ähnlich sieht. Die Anfertigung eines derartigen Gemäldes setzt allerdings die Mitwirkung eines Künstlers voraus, welcher das darzustellende Ori-

nalbild anfertigen muß; sie bedingt ferner eine verhältnißmäßig sehr bedeutende Arbeit, indem in diesem Falle eine größere Anzahl von Schablonen anzufertigen ist und die Glastafel zu wiederholten Malen in dem Sandstrahlgebläse bearbeitet werden muß.

Da, wie leicht einzusehen, die Herstellung derartiger künstlerisch ausgeführter Bilder ziemlich hoch zu stehen kommt, so werden Glastafeln, welche auf diese Art verziert sind, wohl nur in besonderen Fällen und für Prachtbauten zur Verzierung von Fenstertafeln usw. angewendet werden. Man kann aber schon mit einem weit geringeren Aufwande von Arbeit sehr schön abgetonte Verzierungen durch Sandblasearbeit hervorbringen — wie man z. B. an den großen Fenstern in Kaffeehäusern und feinen Gastwirtschaften in großen Städten beobachten kann.

Wir wollen im nachstehenden die Herstellung solcher künstlerisch ausgeführter Zeichnungen durch Sandblasarbeit in Kürze beschreiben — es wird dann jedem, welcher sich mit diesem Gegenstande beschäftigt, nicht schwer fallen, entsprechende Arbeiten in der größten Vollendung zu liefern.

Als Beispiel wählen wir eine große Fensterscheibe aus Spiegelglas, welche mit einem schön getonten Bilde durch Sandblasarbeit verziert werden soll.

Bevor die Originalvorlage von dem Künstler zur Ausführung gelangt, muß festgestellt werden, wie viele Abtönungen das Bild zeigen soll, denn der Künstler muß hiernach seine Arbeit bei der Ausführung der Originalvorlage einrichten. Wir wiederholen hier, was wir schon an einem früheren Orte dargelegt haben: Wenn man eine Glastafel durch sehr kurze Zeit der Einwirkung des Sandstrahlgebläses aussetzt, so wird das Glas nur sehr wenig angegriffen und man kann die Mattierung so zart machen, daß das Glas aussieht, als wenn es nur angehaucht wäre. Je länger aber die Einwirkung des Sandes auf das Glas dauert, desto mehr wird die Oberfläche desselben zerstört und erscheint dann die Glastafel im zurückgeworfenen Lichte weiß, im durchfallenden aber grau.

Der Künstler, welcher die Originalvorlage herzustellen hat, muß nun bestimmen, in wie vielen Tönen er sein Gemälde auszuführen hat, um die gewünschte Wirkung hervorzubringen; er wird sich dafür entscheiden, ob er mit etwa vier bis fünf Tönen ausreicht oder ob er eine größere Zahl derselben in Anwendung zu bringen hat.

Das Originalgemälde wird zuerst in derselben Größe, wie es auf der Glastafel erscheinen soll, gezeichnet und dann getont. Gewöhnlich verwendet man zur Herstellung der verschiedenen Töne schwarze Tusche oder Sepia mit Wasser angerieben und fertigt sich eine Tonkala an, wobei die erste mit 0 (Null) bezeichnet wird und weiß bleibt; es ist dies jene Tonkala, welche auf dem Gemälde die höchsten Glasstellen — die „Richter“ — bezeichnet. Auf der Glastafel sind dies jene Stellen, welche immer gegen die Einwirkung des Sandstrahles geschützt bleiben müssen, welche daher unverändert durchsichtig bleiben. Als Nummer 1 der Tonkala ist ein ganz schwaches Grau (beziehungsweise hellbraun, wenn man mit Sepia arbeitet) anzuwenden; Nummer 2 ist ein dunkleres Grau, Nummer 3 noch dunkler usw. Die höchste Nummer der Tonkala bezeichnet jene Stellen des Glases, welche am stärksten der Einwirkung des Sandstrahles ausgesetzt werden müssen.

Wenn von seiten des Künstlers das Bild fertiggestellt ist, so wird es zur Herstellung der Schablonen verwendet; bei Benützung von Papierschablonen oder solchen aus ganz dünnem Bleiblech geht man in der Weise vor, daß man das Papier oder das Bleiblech auf einer ganz ebenen Tafel ausbreitet, mit einem dünnen Papiere bedeckt, welches auf der Unterseite mit der sogenannten Durchkopierfarbe bestrichen ist und kommt auf dieses Papier endlich das Papier, auf welchem die Originalzeichnung ausgeführt wurde.

Man kann sich ein gutes Durchkopierpapier leicht in der Weise darstellen, daß man einen in Weingeist löslichen Teerfarbstoff, z. B. Methylviolett, auflöst, die Lösung mit

Glyzerin und einigen Prozenten Rizinusöl versetzt. Man wartet dann, bis die Masse durch Verdunsten des Weingeistes dickflüssig geworden ist und streicht eine Probe davon auf Papier, legt dieses, mit der bestrichenen Seite nach unten gewendet, auf ein Papierblatt und zeichnet mit einem harten Bleistifte einige Figuren auf das Papier, wobei man etwas stärker aufdrückt, als man dies sonst beim Schreiben oder Zeichnen tut.

Wenn die Kopiermasse die richtige Beschaffenheit hat, so müssen alle auf dem oberen Papiere gezeichneten Linien deutlich auf dem unten liegenden Papiere oder Bleibleche sichtbar sein.

Man beginnt die Arbeit damit, daß man jene Stellen der Zeichnung, welche die höchsten Lichter anzeigen, durchzeichnet und nimmt, wenn dies geschehen ist, zuerst das Original, dann das Kopierpapier von der Schablone ab. Letztere wird genau ausgeschnitten und sorgfältig aufbewahrt; wenn die Schablone aus dünnem Bleibleche angefertigt ist, so schneidet man die durchgezeichneten Stellen aus und kann das Bleiblech sodann zur Anfertigung einer bedeutenden Zahl von Papierschablonen verwenden, indem man das Papier darunter legt und mit sehr fein gespitzten Bleistiften die Umrisse der ausgeschnittenen Stellen nachzeichnet.

Um die Schablone für den ersten grauen Ton (jenen, welcher dadurch hergestellt wird, daß man die Glastafel nur durch sehr kurze Zeit der Einwirkung des Sandes aussetzt) anzufertigen, geht man genau in derselben Weise vor, wie dies bei der ersten geschah — selbstverständlich mit dem Unterschiede, daß man jetzt nur jene Stellen des Originales durchzeichnet, welche mit dem grauen Tone Nummer 1 angelegt sind.

Es werden nun der Reihe nach die Schablonen für die immer dunkleren Stellen der Zeichnung angefertigt und erhält man endlich sovielen Schablonen, als Töne auf der Zeichnung vorhanden sind, mehr jener Schablone, welche als Nummer Null bezeichnet ist und nur die gar

nicht mit dem Sandstrahle zu bearbeitenden Stellen zu decken hat.

Die Arbeit des Sandblasens wird nun in der Reihenfolge ausgeführt, daß man zuerst jene Schablone auflegt, welche die dunkelsten Töne ergeben soll, und das Gebläse eine gewisse Zeit auf diese Stellen wirken läßt. Sobald das Glas bis zu einem gewissen Grade mattiert ist, kommt die nächstfolgende Schablone zur Verwendung und ist selbstverständlich genau darauf zu sehen, daß die Schablonen so aufgelegt werden, daß sie richtig eingepaßt sind. Es bleibt bei dieser Schablone auch jener Teil der Glasfläche unbedeckt, welcher schon einmal bearbeitet wurde und vertieft sich infolgedessen diese Zeichnung wieder im Tone um ein gewisses Maß. Hat man der Reihenfolge nach alle Schablonen durchgenommen, so ist das getonte Bild auf der Glastafel vollendet. Bei derartigen feinen Arbeiten muß aber das fertiggestellte Bild nochmals auf das sorgfältigste untersucht werden, ob sich in demselben nicht etwa fehlerhafte Stellen in dem Aufeinanderpassen der Schablonen ergeben haben, so daß gewisse Töne statt bloß nebeneinander zu liegen, etwas übereinandergreifen usw. Man kann derartige kleine Fehler nur corrigieren, wenn man die Ätzung zu Hilfe nimmt und geschieht diese Korrektur je nach der Art des Fehlers entweder mit flüssiger Fluorwasserstoffsäure oder durch Mattätzung. Besteht der Fehler darin, daß infolge unrichtigen Auflegens einer Schablone eine Mattierung auf eine Stelle übergriff, welche ganz blankspiegelnd sein soll, so wendet man die flüssige Fluorwasserstoffsäure an und bestreicht die wieder glänzend zu machende Stelle mittels der Platinfeder mit flüssiger Fluorwasserstoffsäure; man muß aber in diesem Falle die Glastafel genau beobachten; wenn die matt gewesene Stelle wieder ganz durchsichtig geworden ist, so übergießt man sofort die Glastafel mit viel Wasser, um alle Fluorwasserstoffsäure wegzuspülen.

Ist der Fehler in der Ausführung des Mattierens in der Weise geschehen, daß eine Stelle, welche matt sein

joll, aber blank geblieben ist, nachgebessert werden muß, so geschieht dies am einfachsten, indem man auf diese Stelle einen Brei aus feinstgepulvertem Flußspat und Schwefelsäure aufträgt und so lange liegen läßt, bis derselbe zu einer festen, trockenen Masse aus Gips erstarrt ist; wenn man letzteren wegbürstet, erscheint die früher blankte Stelle des Glases nunmehr matt geätzt.

Wie man sieht, sind die Korrekturen von Fehlern, welche in der Sandblasearbeit gemacht wurden, zwar durchführbar, erfordern aber ziemlich viele Mühe. Man kann sich diese jedoch ganz ersparen, wenn man einerseits bei der Anfertigung der Schablonen mit der größten Genauigkeit vorgeht und andererseits die Schablonen der Reihe nach genau auf die Glástafel legt und auf derselben in passender Weise befestigt, so daß ein Verschieben derselben, während der Sandstrahl auf das Glas wirkt, unmöglich gemacht ist. Diese Vorsicht ist schon deshalb notwendig, weil durch eine ganz kleine Verschiebung einer Schablone die Zeichnung so stark fehlerhaft werden kann, daß eine Korrektur gar nicht mehr möglich ist. Man muß in diesem Falle die ganze bis nun ausgeführte Arbeit verloren geben und muß nur trachten, die kostspielige Spiegeltafel wieder so herzustellen, daß sie zu einer neuerlichen Bearbeitung geeignet ist. Es kann dies aber nur dadurch geschehen, daß man die ganze Glástafel gleichmäßig mattiert, so daß sich keine vertieften Stellen mehr auf ihr vorfinden, und sie dann schleift und poliert. Da die letztere Arbeit auch bedeutende Kosten verursacht, so ist es im eigensten Interesse des Arbeiters gelegen, das Aufpassen der Schablonen auf das Glas mit der größten Vorsicht auszuführen.

Die mit Hilfe mehrerer Schablonen hergestellten Zeichnungen wirken, im durchfallenden Lichte angesehen, wie schon angedeutet wurde, wie eine zarte Bleistift- oder Tuschzeichnung: grau in grau. Es ist aber durch ein ganz einfaches Verfahren möglich, diese Zeichnungen in den natürlichen Farben jener Gegenstände erscheinen zu lassen, welche sie darstellen, z. B. eine Rose in den ver-

schiedenen Abstufungen von Rot, eine Kornblume in Blau, Blätter grün usw.

Man erhält die farbigen Bilder dadurch, daß man die betreffenden Stellen der Glastafel mit Lasurfarben ausmalt; als solche kann man nach Belieben lasierende Ölfarben oder auch Wasserglasfarben verwenden; letztere haben vor den ersteren den Vorzug, da sie ungleich fester an dem Glase haften, und zwar derart, daß man die Glastafel ganz gut mit Wasser und weichen Schwämmen reinigen kann, ohne befürchten zu müssen, daß die Malerei hierdurch leidet.

XXI. Nachahmungen von Äzungen und Sandblasearbeit.

Geätzte Glastafeln und solche, welche mit Hilfe des Sandblasverfahrens verziert wurden, haben zwar eine so lange Dauer als die Glastafel selbst, kommen aber infolge der vielen Arbeit, welche an ihre Herstellung verwendet werden muß, nicht so billig, daß sie jedermann zugänglich wären. Um den Wünschen des Publikums auch in dieser Richtung entgegenzukommen, kann man Tafeln herstellen, welche in bezug auf ihr Aussehen einer echten Äzung oder Sandblaseerei so täuschend ähnlich sehen, daß ein Laie den Unterschied kaum erkennen kann.

Nachahmungen dieser Art werden nach folgendem Verfahren hergestellt:

Man muß sich vor allem einen Lack verschaffen, welcher, in dünnen Schichten auf Glas gestrichen, vollkommen farblos erscheint und außerdem die Eigenschaft besitzt, selbst nach längerer Zeit nicht rissig zu werden. Letztere Eigenschaft ist aus dem Grunde besonders zu beachten, weil ein Lack, welcher im Laufe der Zeit rissig wird, nicht nur seinen Glanz verliert, sondern auch allmählich abblättert.

Die besten Lacksorten, welche man für unseren Zweck verwenden kann, sind der Bernstein- und Kopalack; was letzteren betrifft, darf man aber nur eine solche Sorte wählen, welche aus „harten Kopalen“ bereitet wurde. Man unterscheidet nämlich Kopalharze, welche sehr hart sind und in bezug auf diese Eigenschaft beinahe dem Bernsteine nahe kommen, und andererseits wieder Kopal, deren Härte eine verhältnismäßig sehr geringe ist; zwischen diesen Endgliedern gibt es aber eine lange Reihe von Übergängen. Sowohl die Bernsteinlacke als jene, welche aus Kopal bereitet wurden, haben in dickeren Schichten eine ziemlich dunkle bräunlichgelbe Farbe; in so dünnen Schichten aber, wie man sie auf das Glas aufträgt, erscheinen sie nahezu farblos; wenn man einen derartigen Lack auf Glas streicht und dieses auf ein weißes Papier legt, so darf der Lack nur sehr schwach gelb gefärbt aussehen, wenn er für unsere Zwecke verwendbar sein soll. Zur Ausführung dieser Probe verdünnt man übrigens den Lack durch Zusatz von reinem Terpentinöl so weit, daß er sich leicht mit dem Pinsel auf das Glas streichen läßt.

Wenn ein Lack in bezug auf seine geringe Färbung brauchbar gefunden wurde, muß man ihn noch der Haltbarkeitsprobe unterziehen. Man wartet zu diesem Behufe so lange, bis der auf das Glas gestrichene Lack ganz hart geworden ist, so daß man ihn nicht mehr mit dem Fingernagel zu ritzen imstande ist und stellt sodann die Glastafel an einen Ort, an welchem sie einer Temperatur von etwa 40 Grad ausgesetzt ist, z. B. in die Nähe eines geheizten Ofens, damit auch die letzte Spur von Terpentinöl verflüchtigt werde.

Nachdem dies geschehen ist, sucht man die Glastafel binnen kurzer Zeit sehr verschiedenen Temperaturen aussetzen, was besonders im Winter nicht schwer ist. Man stellt die Tafel über Nacht ins Freie und bringt sie am Morgen wieder in das geheizte Zimmer zurück und wiederholt dies durch mehrere Tage. Wenn sich nach Verlauf dieser Zeit in der Lackschichte keine Risse zeigen — man

muß sie, um hierüber entscheiden zu können, genau mit einer starken Lupe untersuchen — so ist dies ein günstiges Zeichen für die Beschaffenheit des Lackes: derselbe besitzt bei großer Härte eine genügend große Elastizität, um sich auch bei so großen Temperaturschwankungen ausdehnen und zusammenziehen zu können, ohne daß seine Teilchen den Zusammenhang verlieren.

Sollte der Lack in dieser Beziehung nicht ganz entsprechen, so kann man dem Übelstande gewöhnlich durch einen Zusatz von Rizinusöl abhelfen. Das Rizinusöl ist nämlich ein solches, welches an der Luft nie vollkommen fest wird; fügt man daher von demselben eine geringe Menge einem Lacke zu, so erscheint derselbe zwar nach dem Trockenwerden etwas weniger hart, hat aber dafür die Eigenschaft angenommen, geschmeidiger geworden zu sein, so daß er bei Temperaturänderungen keine Sprünge erhält. Es ist aber von Wichtigkeit, mit dem Zusatze von Rizinusöl zu dem Lacke sehr vorsichtig zu sein; gewöhnlich genügt schon ein Zusatz eines halben Prozentes an Rizinusöl vom Gewichte des reinen Lackes gerechnet, um dem Lacke die erforderliche Geschmeidigkeit zu erteilen. Man löst das Rizinusöl in der zehnfachen Menge seines Gewichtes an starkem Weingeist, fügt die Lösung dem Lacke zu und verrührt sie mit demselben auf das innigste.

Um mit einem Lacke von der entsprechenden Beschaffenheit auf Glas Nachahmungen von Ätzungen oder Sandblasearbeiten herzustellen, muß man eine mattierte Glastafel haben und stellt letztere am besten durch Sandblasearbeit dar, wobei man dahin arbeitet, daß die Tafel ein ganz gleichmäßiges, samtartiges Aussehen erhält.

Wenn man auf einer mattierten Glastafel mit einem Lacke von der richtigen Beschaffenheit zeichnet oder malt, so nehmen jene Stellen, welche von dem Lacke berührt werden, sofort ein durchsichtiges Aussehen an und behalten dasselbe auch bei, nachdem der Lack vollständig ausgetrocknet ist; man sieht auf der mattierten Glastafel dann eine helle Zeichnung, welche aussieht, als wenn sie in glänzender Ätzung ausgeführt wäre. Die

Ursache dieser Erscheinung ist leicht zu erklären. Die mattierte Glastafel erscheint aus dem Grunde undurchsichtig, weil ihre ganze Oberfläche nunmehr mit zahllosen Erhöhungen und Vertiefungen bedeckt ist, welche zwar alle aus durchsichtigem, farblosem Glase bestehen, aber weil sie das Licht nach allen Seiten zurückwerfen, undurchsichtig und von weißer Farbe erscheinen.

Bringt man auf diese unebene rauhe Fläche einen farblosen Körper — den Lack — so füllt dieser alle Vertiefungen in dem Glase wieder so vollständig aus, daß wieder eine Fläche entsteht, welche eben genug ist, um das Licht durchtreten zu lassen, ohne dasselbe nach allen Richtungen zu zerstreuen: das Glas wird an diesen Stellen wieder durchsichtig.

Die Arbeit, welche man auszuführen hat, um auf der mattierten Glastafel das Bild hervorzubringen, ist eine sehr einfache. Man zeichnet die herzustellenden Figuren auf nicht zu dickes Papier und mit schwarzer Farbe. Dieses Papier wird unter die glatte Seite der Glastafel gelegt und beide — Papier und Glas — in einen Rahmen festgespannt. Man stellt sodann diesen Rahmen so auf, daß das Licht durch das Papier und die matte Glastafel gehen muß und sieht nunmehr auf der mattierten Fläche die auszuführende Zeichnung mit genügender Deutlichkeit. Die Linien der Zeichnung werden sodann mit dem Pinsel oder der Feder nachgezogen und erscheinen dann ganz deutlich schwarz, weil ja das Glas an den betreffenden Stellen durchsichtig wird. —

Wenn man einen Fehler in der Linienführung gemacht hat, läßt sich derselbe in folgender Weise corrigieren. Es läßt sich mit einem scharfen Messer der noch weiche Lack zum größten Teile wegnehmen und wäscht man sodann die betreffende Stelle des Glases so lange mit einem in Terpentinöl getauchten Pinsel, bis das Glas wieder undurchsichtig geworden ist. Man darf aber die betreffende Stelle erst dann wieder mit Lack überstreichen, nachdem das Terpentinöl vollständig verdunstet ist, weil sonst

die Umrisse der von dem Lacke bedeckten Flächen ausfließen würden.

Es ist bei diesem Verfahren sogar möglich, die Nachahmungen der Ätzungen in Farben zu erhalten, und zwar dadurch, daß man den Lack in der entsprechenden Weise färbt. Die Farben, welche man zu diesem Zwecke verwendet, müssen durchwegs Lasurfarben sein, welche das Licht durchlassen, und sie müssen ausnahmslos solche sein, welche eine große Beständigkeit gegen die Einwirkung des Lichtes haben, da sie sonst in sehr kurzer Zeit verbleichen würden.

Farben, welche in dieser Beziehung gut entsprechen, sind für Gelb Gummigutti oder Pikrinsäure, für Rot echter Cochenillekarmin, für Blau Indigo, für Braun in allen Abstufungen Asphalt; für Grün die entsprechenden Mischungen aus Blau und Gelb, für Violett die Mischung aus Rot und Blau, für Grau die Mischung aus Blau mit der erforderlichen Menge von Asphalt. Da sich mit diesen Farben eine genügende Anzahl von Tönen zusammenstellen läßt, so lassen sich mit denselben auf dem Glase sehr schön aussehende Malereien anfertigen.

Man kann übrigens auch Mineralfarben, wie Chromgelb, Eisenrot, grünen Zinnober, Kobaltblau usw. benützen, doch dürfen dieselben nicht in der gewöhnlichen Weise mit Öl angerieben sein, sondern man muß die pulverförmigen Farben unmittelbar mit dem Lacke selbst anreiben und beim Malen mit diesen Farben dieselben immer so weit mit farblosem Lack verdünnen, daß die auf das Glas gebrachte Farbe das Aussehen einer Lasurfarbe zeigt und genügend durchscheinend ist.

Was die Haltbarkeit der nach dem eben angegebenen Verfahren hergestellten Nachahmungen von geätzten Glasetafeln betrifft, ist dieselbe eine ganz bedeutende, vorausgesetzt, daß man die bemalte Fläche in einem Fenster nach innen wendet, sonach nicht den Einflüssen von Regen und Staub ausgesetzt ist. Da sich im Laufe der Zeit an der bemalten Fläche Staub ansetzt, so müssen die Glasetafeln von Zeit zu Zeit gereinigt werden und geschieht

diese Reinigung am zweckmäßigsten bloß unter Anwendung von reinem Wasser und weichen Badeschwämmen. In Fällen, in welchen es nicht möglich ist, die Glastafel unter Anwendung von Wasser allein genügend zu reinigen, verwendet man eine schwache Seifenlösung, welche man darstellt, indem man gewöhnliche Seife mit Wasser kocht und die so erhaltene Lösung stark mit Wasser verdünnt. Man betupft mittels eines Schwammes die zu reinigende Stelle mit dem Seifenwasser einige Male, läßt die Tafel eine halbe Stunde lang unberührt und wäscht dann die betreffende Stelle mit reinem Wasser tüchtig ab.

Wenn es notwendig sein sollte, die ganze Oberfläche der Glastafel mit Seifenlösung zu reinigen, so überfährt man sie mit dem in Seifenwasser getauchten Schwamme, läßt sie einige Zeit stehen und schwemmt dann das Seifenwasser vollkommen mit reinem Wasser ab. Die Gläser sollen dem freiwilligen Abtrocknen überlassen werden, denn auch das Abreiben mit noch so weichen Tüchern greift die Lackschichten im Laufe der Zeit ziemlich stark an.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Alphabetisches Sachregister.

	Seite		Seite
Achatgläser	154	Cassius' Purpur	209
Ägen auf nassem Wege	267	Chlorsilber	56
" mit sauren Fluoriden	270	Chromaventurin	89
" auf photographischem		Chromoxyd	58
Wege	278	Chrysopras, Nachahmung von	184
" mit Hilfe der Schablonen	285		
" mittels des Umdruckes	281	Dampfsandgebläse	307, 316
" von Glas	249	Diamanten, falsche	175
Äzungen, Nachahmungen von	339	Diatomeenerde	17
Alabasterglas	111	Doppelsilikat	4
Alkalien	18		
Alkali-Kalkgläser	6	Edelsteine, Nachahmungen von	174
Amethyst, Nachahmung von	182	Edelsteine, undurchsichtige, Nach-	
Anlaufen	34	ahmung von	183
Anlaufenlassen	81	Einbrennen der Farben	215
Antimonoxyd, Darstellung von	46	Einbrennmuffel	169
Arsenige Säure, Entfärben mit	23	Eisglas	114
Australit	94	Eisenoxyd, Darstellung von	42
Atlasgläser	159	Eisenoxyd, reines	208
Aventurin	95	Emailgläser, weiße	115
		" Darstellung	119
Beinglas	100	Email, Schmelzen des	123
Bergkristall	16	Emailen aus farblosem Glas	132
Blei-Alkaligläser	6	Emaildruck	219
" =Borax-Fluß	199	" Umdruckverfahren	221
" =Fluß	198	Emailmassen mit Glas oder	
" =gläser	8	Porzellan	131
" =glätte	19	" Zusammensetzung	
" =verbindungen	19	der	130
" =weiß	27	Entfärbungsmittel	20
Blutstein	208		
Borax	26, 28	Farben, blaue	211
" =glas	200	" braune	213
Braune Gläser	74	" gelbe	205
Braunstein	22	" grüne	210
Buntwerden der Gläser	11		

	Seite		Seite
Farben, rote	207	Heißsäßen	275
" schwarze	214	Heißgußporzellan	108
" violette	212	Hot cast China	108
" für die Glasmalerei	203	Hyalographie	276
Farbiges Glas, Verarbeitung von	84	I	
Feuerstein	17	Irisierende Gläser	146
Flint	17	J	
Fluorammonium	261	Jaspisgläser	154
" Äßen mit	273	Jet	75
Fluorglas	111	K	
" = natrium-Fluorwasserstoff	260	Kali	18
Fluorwasserstoff	253	" = gläser	7
" Äßen mit	262	Kaliumbichromat	59
" Darstellung von	254	Kalk	19
Flußspatglas, weißes	111	Kalziumorthophosphat	38
Flüsse	197	Kieselgur	17
" Darstellung der	197	" = säure	16
G		Knochenasche	101
Gesammte Gläser	170	Kobaltgrün	210
Gefaserte Gläser	160	" = oxyd, Darstellung von	44
Gelbe Emailen	139	" = speise	65
Glasdruck	277	Kochsalz	19
Glas, Farben des	31	Körnen durch Ätzung	296
Gläser, ägyptische	2	Kryolithgläser	107
" farblose	13	Kupferoxyd, Darstellung von	45
" " Rohstoffe für	16	" = rubin	81
" gelbe	54	L	
" venezianische	3	Lavendelöl	215
" Zusammensetzung der	7	Luftdrucksandgebläse	307, 310
Glasätze, Prüfung der	186	Lüsterfarben	165
" = spezialitäten	143	" Einbrennen der	165
" = staub, Verzieren der Gläser	217	Lüstergläser	160
" mit	217	Lüstrierte Gläser mit Wasser-	70
Glaubersalz	18	" glas	170
Goldchlorid	49	M	
" = glas	76	Malen mit den Farben	214
" = lösung	48	Manganoxyd, Darstellung von	44
" = rubin	76	" = superoxyd, Entfärben mit	22
" = purpur	209	Marmorgläser	154
Granat, Nachahmung von	181	Mattieren durch Ätzung	296
Graphit	74	" durch Schleifen mit	298
Graue Gläser	74	" Sand	298
Grüne Emailen	139	Mennige	19
Guano	102	Milchglas	100
H		Millefforigläser	149
Hämatin	91	Muffelnglas	223

	Seite		Seite
Natron	18	Silbergläser	55
Natrongläser	7	" -nitrat	56
Oxer, künstlicher	206	Smalte	61
Ofen zum Schmelzen von Proben	188	Smaragd, Nachahmung von	180
Opalgläser	104	Soda	18
" Nachahmung von	185	Spitzenmuster, Ätzen von	291
Oxyde, Färbekraft der	52	Straßgläser	25
Perlmuttergläser	157	Streublau	71
Pink=Colour	209	Talk	38
Platinverzierung auf Glas	240	Topas, Nachahmung von	181
Prägen von Glasverzierungen	247	Türkise, Nachahmung von	184
Quarz	17	Überfangen	85
Refinate	161	Überfärbung von Glas	86
Rocaille=Fluß	198	Verkupfen von Glas	239
Rote Gläser	76	Vergolden des Glases	227
" Emaillen	140	" " " nach Liebig	231
Rubinglas	76	" " " Böttger	232
" Nachahmung von	177	Verfilbern des Glases	233
Salpeter	27	" auf gal-	
Sandstrahlgebläse, Arbeiten mit	320	vanoplastischem Wege	237
dem	320	Verfilbern des Glases nach	
Saphir, Nachahmung von	179	Liebig	233
Saugluftsandgebläse	307	Verzieren der Gläser durch	
Schablonen für Sandblasearbeit	323	Malerei	195
Schlammfandgebläse	317	Violette Emaillen	140
Schleifen mittels der Sand-		Violette Gläser	73
strahlgebläse	304	Weißer Gläser	98
" runder Gegenstände	301	Zaffer	59, 69
" von Glastafeln	299	Zeichnungen durch Sandblase-	
Schwarze Gläser	75	arbeit	333
Selbstfärbung der Gläser	10	Zinnoxyd, Darstellung von	47

Das Sandstrahl - Gebläse im Dienste der Glasfabrikation.

Genauere übersichtliche Beschreibung des Mattierens und Verzierenes der Hohl- und Tafelgläser mittels des Sandstrahles, unter Zuhilfenahme von verschiedenartigen Schablonen und Umdruckverfahren mit genauer Skizzierung aller neuesten Apparate und auf Grund eigener, vielseitiger und praktischer Erfahrungen verfaßt von

Wilhelm Mertens,

Glashüttentechniker.

Mit 27 Abbildungen. — 7 Bogen. Oktav. Geheftet 2 K 20 h = 2 M.; elegant gebdn. 3 K 10 h = 2 M. 80 Pf.

Die Glasätzung für Tafel- und Hohlglas, Hell- und Matt- ätzung in ihrem ganzen Umfange.

Alle bis heute bekannten und viele neue Verfahren enthaltend mit besonderer Berücksichtigung der

Monumental-Glasätzung.

Leichtfaßlich dargestellt und mit genauer Angabe aller erforderlichen Hilfsmittel von

J. B. Miller, Glastechniker.

Dritte, sehr vermehrte und verbesserte Auflage. — Mit 14 Abbildungen. 9 Bogen. Oktav. Geheftet 2 K = 1 M. 80 Pf.; eleg. gebdn. 2 K 90 h = 2 M. 60 Pf.

Die Verzierung der Gläser durch den Sandstrahl.

Vollständige Unterweisung zur Mattverzierung von Tafel- und Hohlglas mit besonderer Berücksichtigung der Beleuchtungsartikel.

Viele neue Verfahren: Das Lasieren der Gläser. Die Mattdekoration von Porzellan und Steingut. Das Mattieren und Verzieren der Metalle, nebst einem Anhange: Die Sandblasmaschinen.

Von **J. B. Miller,** Glastechniker.

Mit 11 Abbildungen. 11 Bogen. Oktav. Geheftet 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.; in eleg. Ganzleinenband 3 K 60 h = 3 M. 30 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien und Leipzig.

Die Glas-, Porzellan- u. Emailmalerei in ihrem ganzen Umfange.

Ausführliche Anleitung zur Anfertigung sämtlicher bis jetzt zur Glas-, Porzellan-, Email-, Fayence- und Steingut-Malerei gebräuchlichen Farben und Flüsse, der Farbenpasten und farbigen Gläser, nebst vollständiger Darstellung des Einbrennens der Farben und Emaille.

Unter Zugrundelegung eigener praktischer Erfahrungen dem neuesten Stande der Technik entsprechend bearbeitet von

Felix Hermann, techn. Chemiker.

Mit zehn Abbildungen. Zweite, sehr vermehrte Auflage.

22 Bogen. Oktav. Geh. 4 K 40 h = 4 M. Gebdn. 5 K 30 h = 4 M. 80 Pf.

:: Die Fabrikation und :: Raffinierung des Glases.

Genaue übersichtliche Beschreibung der gesamten Glasindustrie,

wichtig für den Fabrikanten, Raffineur, wie auch für das Betriebsaufsichtspersonal; mit Berücksichtigung der neuesten Errungenschaften auf diesem Gebiete und auf Grund eigener vielseitiger, praktischer Erfahrungen bearbeitet von

Wilhelm Mertens, Glashüttentechniker.

Mit 86 Abbildungen.

27 Bogen. Oktav. Geh. 6 K = 5 M. 40 Pf.

Elegant gebunden 6 K 90 h = 6 M. 20 Pf.

Die Glasfabrikation.

Eine übersichtliche Darstellung der gesamten Glasindustrie mit vollständiger Anleitung zur Herstellung aller Sorten von Glas und Glaswaren.

Zum Gebrauche für Glasfabrikanten und Gewerbetreibende aller verwandten Branchen, auf Grund praktischer Erfahrungen
————— und der neuesten Fortschritte bearbeitet von —————

Raimund Gerner, Glasfabrikant.

Zweite, vollständig umgearbeitete und bedeutend vermehrte Auflage.

Mit 65 Abbildungen.

24 Bogen. Oktav. Geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

Elegant gebunden 5 K 90 h = 5 M. 30 Pf.

Die Kunst der Glasmasserverarbeitung.

Genauere übersichtliche Beschreibung der Herstellung aller Glasgegenstände, nebst ausführlicher Skizzierung der wichtigsten Stadien, welche die einzelnen Gläser :::: bei ihrer Erzeugung durchzumachen haben. ::::

Nach eigener, langjähriger Praxis beschrieben und illustriert von

Franz Fischer.

Mit 277 Abbildungen.

12 Bogen. Oktav. Geheftet 4 K 40 h = 4 M.

Elegant gebunden 5 K 30 h = 4 M. 80 Pf.

Die Bearbeitung von Glaskörpern

bis zu den neuesten Fortschritten.

Von **Carl Wegel**, Zivilingenieur.

Mit 155 Abbildungen.

17 Bogen. Oktav. Geheftet 4 K 40 h = 4 M.

Elegant gebunden 5 K 30 h = 4 M. 80 Pf.

Die Herstellung großer Glaskörper

bis zu den neuesten Fortschritten.

Von **Carl Wegel**, Zivilingenieur.

Mit 104 Abbildungen.

14 Bogen. Oktav. Geheftet 4 K 40 h = 4 M.

Elegant gebunden 5 K 30 h = 4 M. 80 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien und Leipzig.

Die Fabrikation der Emaille und das Emaillieren.

Anleitung zur Darstellung aller Arten Emaille für technische und künstlerische Zwecke und zur Vornahme des Emaillierens auf praktischem Wege. Für Emailfabrikanten, Gold-, Metallarbeiter und Kunst-Industrielle.

Von **Paul Randau**, technischer Chemiker.

Dritte, verbesserte und erweiterte Auflage. Mit 16 Abbildungen.
16 Bogen Oktav. Geh. 3 K 30 h = 3 M.
Eleg. geb. 4 K 20 h = 3 M. 80 Pf.

Gold, Silber und Edelsteine.

Handbuch für Gold-, Silber-, Bronze-Arbeiter und Juweliere.]
Vollständige Anleitung zur technischen Bearbeitung der Edelmetalle. Enthaltend das Legieren, Gießen, Bearbeiten, Emaillieren, Färben und Drydieren, das Vergolden, das Inkrustieren und Schmücken der Gold- und Silberwaren mit Edelsteinen und die Fabrikation des Imitationschmuckes.

Von **Alexander Wagner**.

Mit 14 Abbildungen. Zweite Auflage.
18 Bogen. Oktav. Geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.
Eleg. geb. 4 K 50 h = 4 M. 5 Pf.

Die Photokeramik,

das ist die Kunst, photographische Bilder in Porzellan, Email, Glas, Metall etc. einzubrennen.

Als Lehr- und Handbuch nach eigenen Erfahrungen und mit Benützung der besten Quellen bearbeitet und herausgegeben von

Julius Krüger.

Nach dem Tode des Verfassers neu bearbeitet von

Jakob Husnik, k. k. Professor.

Mit 21 Abbildungen. Zweite, vermehrte und besonders für die Vervielfältigung der photokeramischen Bilder mit Hilfe des Lichtdruckes und des Pigmentdruckes umgearbeitete Auflage.

14 Bogen. Oktav. Geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.
Geh. 3 K 60 h = 3 M. 30 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien und Leipzig.

209,00

Das Gesamtgebiet oder sämtlich der Photokeramik photograph Verfahren

zur praktischen Darstellung keramischer Dekorationen
:: auf Porzellan, Fayence, Steingut und Glas ::

Von **J. Kikling.**

Mit 12 Abbildungen. 8 Bogen. Oktav. Geh. 2 K 20 h = 2 M.
Gebunden 3 K 10 h = 2 M. 80 Pf.

Die

Schleif-, Polier- und Putzmitte

für Metalle aller Art, Glas, Holz, Edelsteine, Horn,
:: :: Schildpatt, Perlmutter, Steine usw. :: ::

Ihr Vorkommen, ihre Eigenschaften, Herstellung und Verwendung, ne
Darstellung der gebräuchlichen Schleifvorrichtungen.

Ein Handbuch für technische und gewerbliche Schulen, Eisenwerk
Maschinenfabriken, Glas-, Metall- und Holzindustrielle, Gewerbetreibenden
und Kaufleute.

Von **Viktor Wahlburg.**

Mit 97 Abbildungen. Zweite vollständig umgearbeitete Auflage.
24 Bogen. Oktav. Geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.
Eleg. geb. 5 K 90 h = 5 M. 30 Pf.

Chemisch-technisches Lexikon.

Eine Sammlung von mehr als 17.000 Vorschriften für alle Gewer
und technischen Künste.

Herausgegeben von den Mitarbeitern der „Chemisch-technischen Bibliothek“

Redigiert von **Dr. Josef Bersch.**

Mit 144 Abbildungen. 60 Bogen. Lexikon-Oktav.

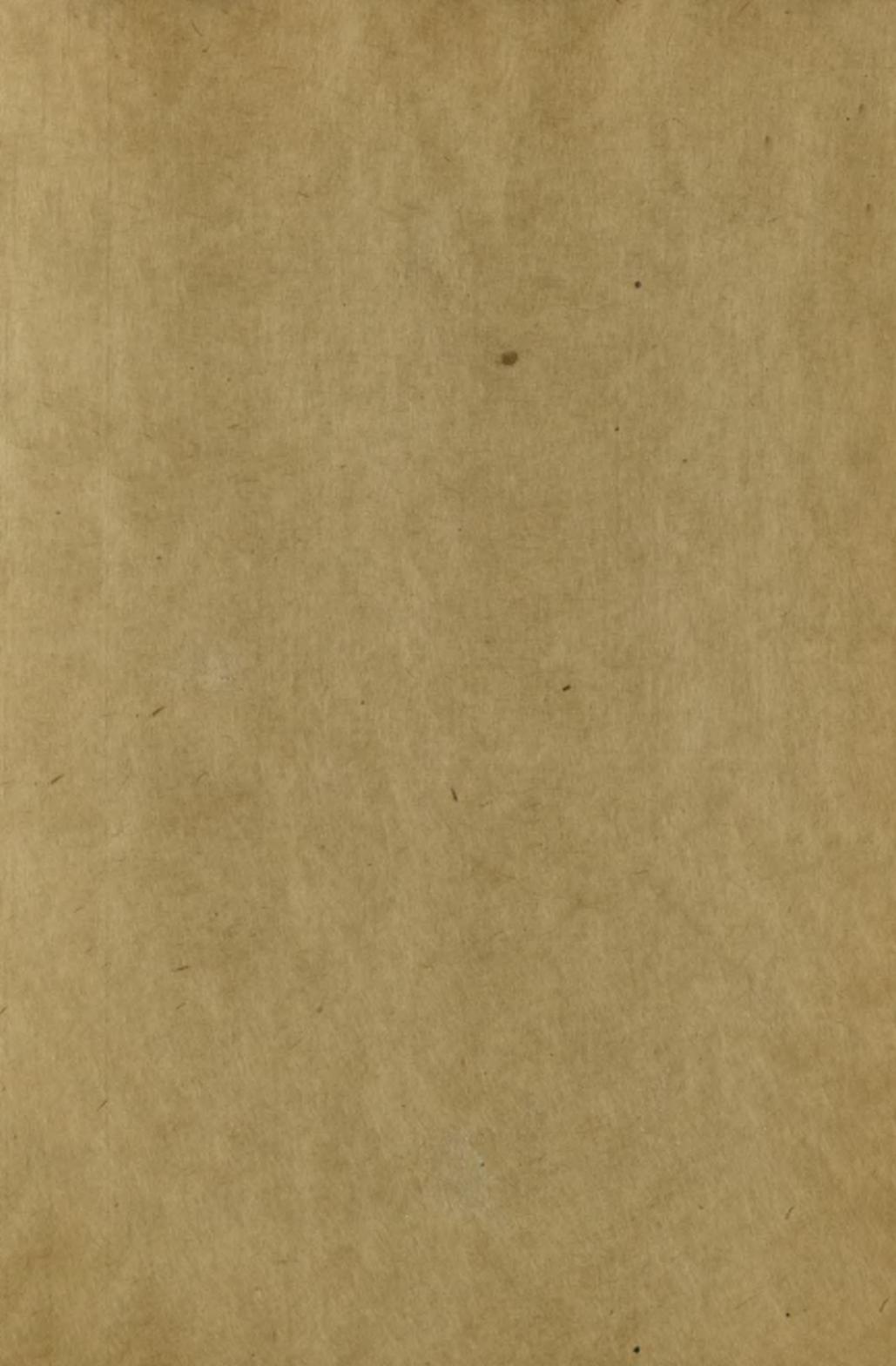
In Halbfranzband gebunden 15 K = 12 M. 50 Pf.

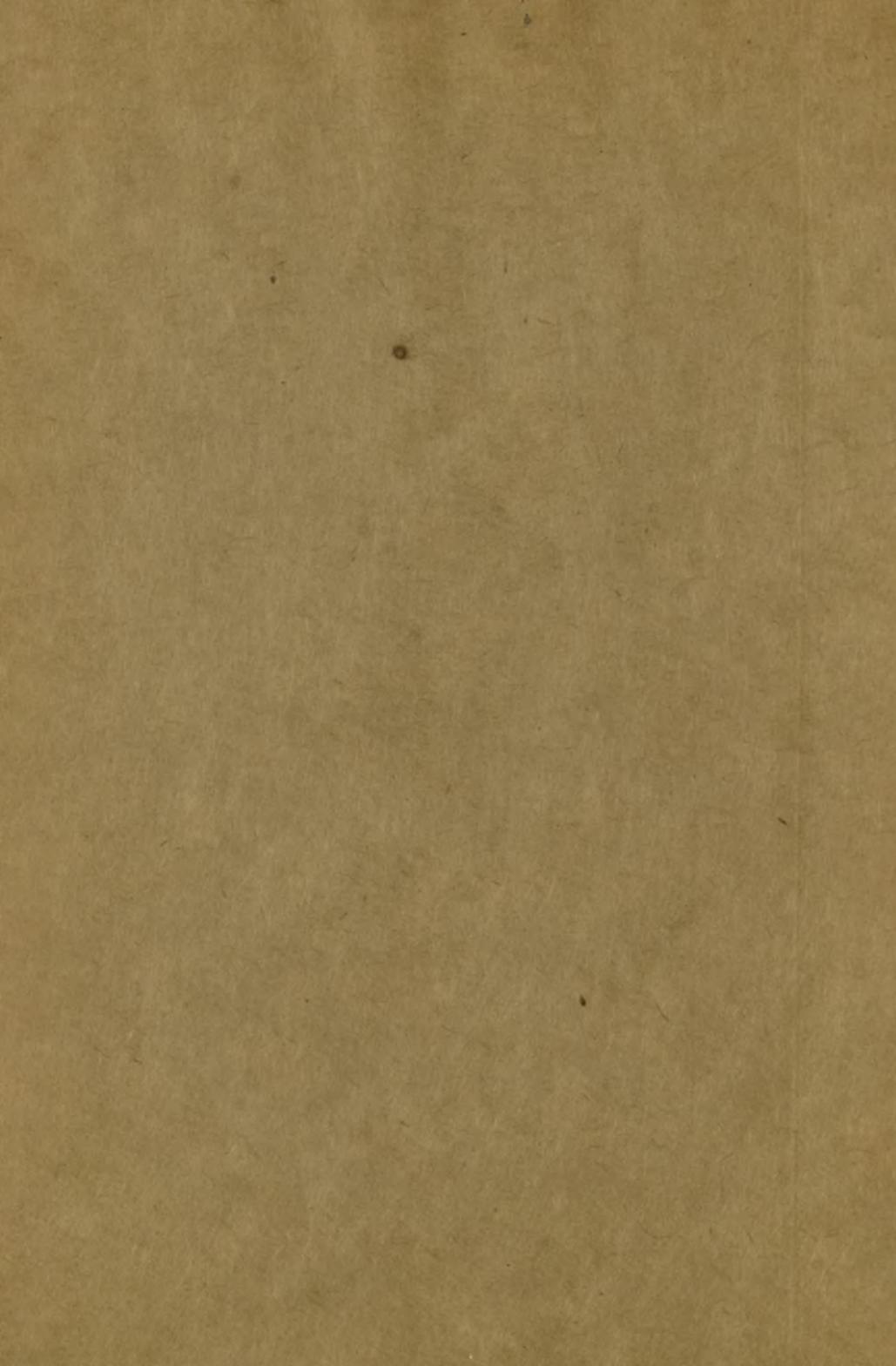
A. Hartleben's Verlag in Wien und Leipzig.

2

S - 96

S. 61







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301573

BL
Po

I



W. 100. 10

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296087