

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Theoretische, praktische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe

Aluminium und Thonwaarenfabrikation

Muspratt, Sheridan

1861

Theoretische, praktische und analytische
Chemie,
in Anwendung auf Künste und Gewerbe.

Von

Dr. Sheridan Muspratt,

Begründer und Director des Collegiums für Chemie in Liverpool &c. &c.

Encyclopädie
der technischen Chemie.

Erster Anhang.

Aluminium und Thonwaarenfabrikation

von

J. Stohmann.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten von G. Meißner in Braunschweig.

Braunschweig,

G. A. Schwetschke und Sohn.

(A. Bruhn.)

1861.

UB INNSBRUCK



+C182315802

Chemie 1551 / Auck.

13/1

Bibliothek
der chemischen Institute
der Universität Innsbruck

ulb. 
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Aluminium.

Aluminium. Im Jahre 1827 entdeckte Wöhler das Aluminium. Er stellte es dar durch Zersetzung des Chloraluminiums mit Kalium bei gelinder Glühige, wobei es sich als graues Metallpulver abschied. In diesem Zustande nahm es beim Reiben mit dem Polirstahl Metallglanz an und konnte in seinen Eigenschaften studirt werden. Die Festigkeit der Einwirkung des Kaliums auf das Chloraluminium und die damals noch schwierige Darstellung von größeren Mengen der Substanzen verhinderten die Darstellung von dichten Aluminium, da das im pulverförmigen Zustande abgeschiedene und in einer, im Verhältniß zu seiner geringen Quantität, großen Masse Chlorkalium vertheilte Metall sich nicht zu Kügelchen vereinen konnte. Als Wöhler 1845 das Studium dieses Metalls wieder aufnahm, ließ er dampfförmiges Chloraluminium durch erhitztes Kalium zersetzen und erhielt dabei Metallkugeln von Stecknadelknopfgröße, von schönem silberartigen Glanz. Sie ließen sich hämmern, waren dehnbar und hatten im gewöhnlichen Zustande 2,5 spez. Gew., durch Hämmern wurden sie bis zu 2,67 spez. Gew. verdichtet.

Es war damit die Entdeckung des ersten Erdmetalls vollständig beendigt. Seine chemischen und physikalischen Eigenschaften waren festgestellt, seine Darstellung war leicht und einem Jeden möglich geworden. So ruhte dieser damals nur für die Wissenschaft interessante Körper, bis er im Jahre 1854 von Henry Sainte-Claire Deville scheinbar zum zweiten Male entdeckt wurde. Wenn auch das Verdienst der Entdeckung einzig und allein für Wöhler in Anspruch genommen werden muß, so war es doch Deville vorbehalten, mit richtigem Blick sofort die allgemeine Anwendbarkeit des neuen Metalls zu erkennen und seine Darstellungsmethode so zu modificiren, daß es jetzt im Großen gewonnen werden kann. Es wurden ihm zu seinen Arbeiten anfangs Mittel von der Pariser Akademie, später in umfangreicherm Maße vom Kaiser Napoleon zur Verfügung gestellt. Größere Quantitäten des Metalls

wurden dem Publicum zuerst in der Industrieausstellung zu Paris 1855 gezeigt.

Vorkommen. In der Natur findet sich das Aluminium nie gediegen, wohl aber, und zwar in größter Menge, in Verbindung mit Sauerstoff als Thonerde, die in Verbindung mit Kieselsäure einen Bestandtheil der größten Zahl der Gesteinsmassen der Erdrinde und deren Verwitterungsproducte ausmacht. In reinem Zustande findet die Thonerde sich in den als Edelsteinen geschätzten Mineralien, im Sapphir, Korund und Rubin. Außerdem kommt das Aluminium nur mit Fluor vereinigt vor, im Kryolith, der namentlich auf Grönland ein mächtiges Lager bildet (vergl. Bd. III. S. 1230), und im Topas, einem seltenen, zu den Edelsteinen gerechneten Mineral, welches aus kieselhafter Thonerde mit Fluoraluminium und Fluorsilicium besteht. Ein anderes seltneres Mineral ist der Bawellit, phosphorsaure Thonerde mit Fluoraluminium.

Eigenschaften. Das Aluminium stellt in dem feinvertheilten Zustande, wie es zuerst von Wöhler erhalten wurde, ein graues Pulver dar, welches beim Reiben Metallglanz annimmt. Im compacten Zustande bei reiner Oberfläche ist es schön glänzend und steht in Betracht der Farbe und des Glanzes zwischen dem Silber und Platin. Es ist vollkommen streck- und dehnbar, läßt sich zu Draht ausziehen und zu Blech walzen, kann durch fortgesetztes Schlagen sogar zur dünnsten Folie verarbeitet werden. In Betreff seiner absoluten Festigkeit steht es nach Karmarsch zwischen dem Zink und dem Zinn, indem ein Draht von 1 Quadratmillimeter Querschnitt nach Karmarsch zum Zerreißen eine Belastung von 23 Pfd. (à 500 Grm.) erfordert, während Zink bei 28 Pfd., Zinn bei 7,7 Pfd. zerreißt. Die Festigkeit steigert sich durch mechanische Bearbeitung sehr wesentlich; so fand v. Burg folgende Zerrei-

fungsgewichte (ebenfalls auf Draht von 1 Quadratmillimeter Quersfläche reducirt): für gegossenes Aluminium 21,94 Pfd., für kalt gehämmertes 40,55 Pfd., für umgegossenes und kalt gehämmertes 27,28 Pfd. Es ist demnach die Festigkeit des kalt gehämmerten Metalls der des hartgezogenen feinen Goldes (41 Pfd. Karmarsch) gleich. Vergleicht man die von v. Burg angegebenen Zahlen, so ist die Festigkeit des gegossenen sehr nahe der des Messings, die des kaltgehämmerten der des gehämmerten Kupfers, die des umgeschmolzenen und wieder kaltgehämmerten Aluminiums der des gegossenen Kupfers gleich.

Auf dem Bruche zeigt es krystallinisches Gefüge, welches um so feiner ist, je mehr das Metall durch Bearbeitung verdichtet ist.

Durch Beimischung fremder Metalle wird es hart und spröde (C. und A. Tissier), bei einem Gehalt von 5 Proc. Eisen oder Kupfer läßt es sich nicht mehr bearbeiten, seine Legirung mit 10 Proc. Kupfer ist spröde wie Glas und schwärzt sich an der Luft. Eine Legirung von 5 Th. Silber mit 100 Th. Aluminium läßt sich noch wie reines Aluminium bearbeiten und ist polirfähig. Mit einem Zusatz von 10 Proc. Gold bleibt es vollkommen hämmerbar, wird dadurch härter, erreicht aber nicht die Härte der Silberlegirung. Durch Zusatz von 0,1 Proc. Wismuth wird es so spröde, daß es selbst nach dem Ausglühen keine Bearbeitung verträgt. Kupfer mit 5 Proc. Aluminium legirt, ist härter als Münzgold und vollkommen hämmerbar. Mit 10 Proc. Aluminium wird es sehr hart, bleibt hämmerbar und bekommt durch Poliren einen Glanz wie Stahl und hat die Farbe des mit Silber legirten Goldes, welche man als grünes Gold bezeichnet. Diese Legirung hat seitdem mannigfache Anwendung gefunden und wird Aluminiumbronze genannt. Debray fand bei seinen Versuchen den Einfluß fremder Beimischungen etwas, jedoch nicht sehr wesentlich, abweichend, seine Angaben sind namentlich in Betreff des Eisengehalts verschieden, indem nach ihm ein Eisengehalt von 7 bis 8 Proc. noch keine wesentlichen Veränderungen hervorbringt und diese erst bei höherem Gehalt eintreten. Die durch fremde Metalle herbeigeführte Sprödigkeit macht es vollkommen erklärlich, daß es Karmarsch, der mit unreinem Metall arbeitete, nicht gelingen wollte, seine Drähte zu ziehen. Wir werden auf die Legirungen später zurückkommen.

Das spezifische Gewicht des reinen Aluminiums ist 2,56, durch Bearbeitung wird es auf 2,67 erhöht. Sein Schmelzpunkt liegt zwischen dem des Zinks und des Silbers; er wird gewöhnlich zu 700° angenommen, ohne daß jedoch diese Zahl bis jetzt durch directe Versuche festgestellt ist. Seine spezifische Wärme ist nach Regnault 0,2143. Sein Wärmeleitungsvermögen ist = 665, wenn das des reinen Silbers = 1000 ist (Calvert und Johnson). Seine lineare Ausdehnung beim Erwärmen zwischen 0 und 100° beträgt 0,002218 (Calvert und Johnson).

Es ist kaum magnetisch (Boggendorff). Seine Stellung in der Volta'schen Reihe wurde von Wheatstone geprüft. In einer Auflösung von Aetzkali ist es negativ gegenüber dem Zink, aber positiv gegenüber

dem Cadmium, Zinn, Blei, Eisen, Kupfer und Platin. Besonders mit Kupfer bildet es eine ziemlich kräftige Kette von einiger Beständigkeit. In Salzsäure sind Zink und Cadmium positiv gegen Aluminium. In verdünnter Salpetersäure und verdünnter Schwefelsäure sind von den genannten Metallen nur Platin und Kupfer dem Aluminium gegenüber elektronegativer.

Nach Hulot bewirkt ein galvanisches Paar von Aluminium und amalgamirtem Zink, in verdünnte Schwefelsäure getaucht, beträchtliche Wasserstoffentwicklung und erregt einen Strom, dessen Intensität wenigstens dem eines Platin-Zinkpaares gleichkommt.

Es leitet nach Deville die Elektrizität etwa acht Mal besser wie Eisen. Nach Boggendorff ist seine Leitungsfähigkeit 51,3, wenn man die des chemisch reinen Kupfers = 100 setzt. Buff verglich die Leitungswiderstände verschiedener Metalle und fand dabei für gleiche Länge und Dicke der Drähte, wenn man Silber im Maximum der Leitungsfähigkeit = 100 nimmt, für chemisch reines Kupfer 106, für weiches aus Kryolith dargestelltes, fast reines Aluminium 200, für sprödes käufliches Aluminium 211, für weiches Eisen 211.

Nach Matthiessen ist das elektrische Leistungsvermögen des Aluminiums 33,76 bei 19,6°, wenn das des Silbers bei 0° = 100 ist. Arndsen hat den Leitungswiderstand bei verschiedenen Temperaturen bestimmt und mit Kupfer von 0° verglichen; er bediente sich dazu zwei verschiedener Sorten Aluminium: A. in Göttingen aus Kryolith reducirt, B. von Paris bezogen.

	0°	100°	200°
Kupfer	100,00	136,89	173,78
Aluminium A.....	174,98	238,65	302,32
Aluminium B.....	194,13	260,29	326,45

An der Luft verändert das Aluminium sich nicht, es behält den ihm eigenthümlichen Glanz, ohne Oxydation zu erleiden. Selbst das zu den dünnsten Blättchen ausgehämmerte Metall, wie es von Degouffe in Paris hergestellt wird, hält sich lange unverändert. Nach einer Mittheilung von v. Vibra soll das Blattaluminium dagegen in sehr kurzer Zeit oxydirt werden; diese Verschiedenheit der Angaben über das Verhalten kann wohl nur erklärt werden, wenn man annimmt, daß das benutzte Metall nicht völlig rein gewesen und durch die Gegenwart fremder Metalle die Oxydation beschleunigt sei*).

In kochendem Wasser wird das compacte Aluminium nicht verändert. Im fein vertheilten Zustande, wie man es nach der ersten Wöhler'schen Methode erhält, und als Blattaluminium wird es jedoch beim Kochen in Wasser unter Wasserstoffentwicklung oxydirt, die sich dabei auscheidende Thonerde ist so dicht, daß sie von verdünnter Salzsäure nicht gelöst wird (Wöhler).

Beim Erhitzen und Schmelzen an der Luft oxydirt sich das Aluminium nicht. Nur in der Oxydationsflamme des Böhrohrs verbrennt es zu Thonerde. Direct

*) Das Blattaluminium ist vom Goldschläger Kühny in Augsburg zu beziehen und wird pro Buch von 252 Blatt gegenwärtig mit 3 Gulden bezahlt.

läßt es sich nur schwierig in Sauerstoff entzünden, es verbrennt aber mit großer Lichtentwicklung, wenn man in eine Kugelröhre ein Stückchen Kohle und Blattaluminium bringt. Erhitzt man dann, so wird durch die Verbrennung der Kohle so viel Wärme frei, daß das Metall sich entzündet und die dabei gebildete Thonerde zu einem Kügelchen von der Härte des Korunds zusammenschmilzt (Wöhler).

Das Blattaluminium verbrennt schon in der Flamme der Spirituslampe (Degouffe).

Beim Erhitzen bis zur Weißgluth oxydirt sich das Aluminium nur oberflächlich. Es zerfällt beim Schmelzen Kupferoxyd und Bleioryd unter Explosion, Eisenoxyd nur theilweise, die Oxyde von Zink und Mangan nicht. Mit salpetersaurem Kali zum Rothglühen erhitzt, verbrennt es; mit schwefelsaurem Kali oder Natron erhitzt, bringt es eine starke Detonation hervor. Beim Erhitzen mit kohlen-saurem Kali wird es oxydirt unter Ausscheidung von Kohle. Bor-saure und kieselsaure Alkalien greifen es an unter Ausscheidung von Bor und Kieself (Lissier).

In Chlorgas entzündet sich das Blattaluminium nicht (Wöhler).

Es löst sich unter Wasserstoffentwicklung mit der größten Leichtigkeit in Salzsäure. In verdünnter Schwefelsäure löst es sich nur sehr langsam; beim Erhitzen mit concentrirter Schwefelsäure löst es sich langsam durch Zersetzung der Schwefelsäure in schweflige Säure. Es wird weder von verdünnter, noch von concentrirter Salpetersäure, weder in der Kälte, noch beim Erhitzen angegriffen, indem es in Berührung mit dieser Säure sofort in den passiven Zustand (Deville, Heeren, Buff) übergeht.

Gegen Essigsäure verhält es sich wie gegen verdünnte Schwefelsäure. In einem Gemisch von Essig und Kochsalz wird es nur wenig stärker angegriffen.

In Natrium- und Kalilauge löst es sich unter Freiwerden von Wasserstoff und Bildung von Aluminaten. Schmelzendes Kalihydrat zersetzt es nicht.

In Lösungen von manchen schwefelsauren und salpetersauren Metallsalzen scheint das Aluminium ebenfalls in den passiven Zustand überzugehen. Es läßt sich dieses aus einer Beobachtung von Lissier folgern, nach welcher schwefelsaures und salpetersaures Kupferoxyd nicht durch Aluminium zersetzt werden, während es aus Kupferchlorid, oder aus einer Lösung der obigen Salze, wenn sie mit Kochsalz gemischt werden, metallisches Kupfer fällt. Salpetersaures Silberoxyd wird dagegen nach Hirtzel vollständig durch Aluminium reducirt.

Unter gewöhnlichen Umständen läßt sich das Aluminium nicht amalgamiren, es wird vom Quecksilber ebenso wenig, wie Eisen und Platin benetzt. Nach Cailliet geht es aber leicht eine Verbindung mit Quecksilber ein, wenn man es trocken mit Ammoniumamalgam oder unter Zusatz von Wasser mit Natriumamalgam behandelt. Er schreibt dem dabei frei werdenden Wasserstoffgase eine die Amalgamation einleitende Rolle zu. Nach Lissier ist es jedoch nur erforderlich, das Aluminium mit Natronlösung zu befeuchten und es so in Quecksilber zu tauchen, um augenblicklich eine

Amalgamation zu haben. Durch einen dünnen Ueberzug von Amalgam werden alle Eigenschaften des Aluminiums verändert. An der Luft oxydirt sich das Amalgam augenblicklich, verliert seinen Glanz und verwandelt sich unter Erwärmung in Thonerde und Quecksilber. Durch Wasser wird es sofort zu Thonerde und Quecksilber. Von Salpetersäure wird es mit Heftigkeit angegriffen.

Das Atomgewicht des Aluminiums ist 13,7, sein chemisches Zeichen Al.

Darstellung und Fabrikation. Die Aluminiumgewinnung ist bis jetzt noch verhältnißmäßig sehr beschränkt, wegen der mannigfachen dabei zu überwindenden Schwierigkeiten; doch ist man in dem kurzen Zeitraum von ungefähr sechs Jahren schon dahin gekommen, Quantitäten davon in den Handel zu bringen, die allerdings höchst unbedeutend sind im Vergleich zu der großen Anwendungsfähigkeit des Metalls, die aber doch hinreichen, um das Aluminium, von dessen Existenz früher nur die Chemiker wußten, und von denen auch nur wenige es je gesehen hatten, zu einem allgemein bekannten Metall zu machen, in dessen Besitz sich Jeder leicht setzen kann. Soll das Aluminium, wie es sehr zu wünschen ist, zu etwas Anderem als zur Darstellung von Modeartikeln und zur Anfertigung wissenschaftlicher Instrumente verwandt werden, so muß seine Gewinnung noch bedeutend vereinfacht, womöglich mit billigeren Rohstoffen ausführbar werden. Im Princip arbeitet man noch heute nach derselben Methode wie Wöhler im Jahre 1827; nur durch die verbesserten Gewinnungsmethoden des Natriums, die wir Bd. III. S. 1258 beschrieben haben, ist es möglich geworden, dieselben Operationen so im Großen auszuführen, daß einige Fabriken im Stande sind, täglich einige Pfunde des neuen Metalls zu liefern. Wenn man dem Aluminium nicht jede Zukunft absprechen will, so muß man den heutigen Standpunkt seiner Fabrikation als den ersten Anfang einer neuen Industrie betrachten und die allmähliche Entwicklung derselben abwarten. Ebenso wie der Besitz und Gebrauch des Glases lange Zeit ein Privilegium der Reichsten war, während es jetzt einen nicht mehr zu entbehrenden Gegenstand des täglichen Lebens ausmacht, so müssen wir auch erwarten, daß dieser neue Industriezweig sich gewaltig entfalten wird, und zwar, bei den großartigen uns jetzt zu Gebote stehenden Hilfsmitteln, in kurzer Zeit. Es kann daher die Beschreibung der Darstellung und Fabrikation des Aluminiums nur als eine historische Skizze bezeichnet werden, und es wird gerechtfertigt sein, diese vom ersten Versuche an zu verfolgen.

Der erste Gedanke an die Abscheidbarkeit eines Metalls aus der Thonerde ging von Davy aus. Er versuchte im Jahre 1807 die Thonerde durch den elektrischen Strom zu zersetzen, ohne jedoch dabei zu einem Resultate zu kommen. Die Unmöglichkeit dieser Zersetzung ist in neuerer Zeit bestätigt. Im Jahre 1824 stellte Dersted das Chloraluminium dar und versuchte es mit Kaliumamalgam zu zersetzen; er erhielt dabei einen Körper, der bei der Destillation Quecksilber abgab, unter Zurücklassung eines weißen, glänzenden, dem Zinn äh-

lichen Metallklumpens. Wöhler wiederholte, auf Dersted's Veranlassung, diese Versuche 1827, konnte dabei aber dieses weiße Metall nicht wieder erhalten. Das Mißlingen der Wöhler'schen Versuche war nicht zu mißdeuten, so lange man von der Ansicht ausging, daß das Aluminium unter keinen Umständen amalgamationsfähig sei (s. S. 5). Was dann der Metallklumpen Dersted's gewesen sei, bleibt räthselhaft. Seitdem aber durch Gailletet und Tiffier (s. S. 5) die leichte Amalgamirung des Aluminiums, sobald es mit Natriumamalgam und Wasser, oder nur mit Natronhydrat und Quecksilber zusammenkommt, nachgewiesen ist, so ist es mehr als fraglich, ob nicht wirklich Dersted der Erste gewesen ist, der Aluminiumamalgam und compactes Aluminium in den Händen gehabt hat. Es wäre dieses dadurch zu erklären, daß Dersted mit einem Chloraluminium gearbeitet habe, welches etwas Feuchtigkeit enthielt, während Wöhler mit absolut trockenen Substanzen operirte und folglich kein Amalgam erhalten konnte, da die Gegenwart des Wassers dazu erforderlich ist; oder indem das Kaliumamalgam, dessen Dersted sich bediente, durch Zersetzung einer Kalilösung durch den elektrischen Strom, nach der Methode von Davy, gewonnen war, und noch etwas wässeriges Kali enthielt, wodurch die Amalgambildung des reducirten Aluminiums eingeleitet wurde.

Wöhler erhielt darauf das Aluminium, indem er Chloraluminium und Kalium in einem kleinen Porzellantiegel über einander schichtete, den Deckel des Tiegels mit einem Draht befestigte, weil sonst die Masse durch die heftige Einwirkung umhergeschleudert worden wäre, und dann allmählig erhitzte. Bei hinreichend gesteigerter Hitze erfolgte die Zersetzung des Chloraluminiums plötzlich unter heftigem Erglühen des Tiegels. Nach dem Erkalten konnte das in Gestalt eines feinen grauen Pulvers abgeschiebene Aluminium durch Waschen mit Wasser von dem Chlorkalium getrennt werden.

Nach der neuern Methode von Wöhler (vom Jahre 1845) bringt man Chloraluminium in ein am hinteren Ende geschlossenes Rohr von Eisen oder Platin, ohne jedoch das Rohr bis mehr als zur Hälfte damit zu füllen. In den vordern leeren Theil schiebt man mehrere mit Kalium gefüllte Schiffchen von Platin und erhitzt dann das ganze Rohr so weit, daß das Chloraluminium verflüchtigt wird und in Dampfform mit dem Kalium in Berührung kommt. Die Dämpfe des Chloraluminiums werden dabei von dem Kalium absorbiert und unter Bildung von Chlorkalium zu metallischem Aluminium reducirt, welches sich nach dem Erkalten in Form kleiner Kügelchen aus dem Chlorkalium auswaschen läßt. Ebenso erhält man es auch, wenn man einen geräumigen Schmelztiegel mit Chloraluminium lose anfüllt und in dieses einen kleinen Tiegel mit Kalium eindrückt. Verschließt man beide mit einem Deckel und erhitzt rasch zum Glühen, so findet man später die Aluminiumkügelchen in Chlorkalium eingeschlossen in dem innern Tiegel.

Im Februar 1854 machte darauf Deville, mit Uebergang von Wöhler's Arbeit vom Jahre 1845, der Pariser Akademie die Mittheilung, man könne das

Aluminium in Form von Kügelchen erhalten, wenn man nach Wöhler's alter Methode (vom Jahre 1827) arbeite, mit dem Unterschiede, daß man statt des Kaliums Natrium anwende und die geschmolzene Masse von Chlornatrium, welche das pulverförmige Aluminium enthält, bis zum lebhaften Rothglühen erhize. Die dabei zurückbleibende, vom überschüssigen Chloraluminium freie Salzmasse soll sauer reagiren und die Aluminiumkügelchen unerschließen. Nach einer Charakterisirung des vermeintlich neuen Metalls und Prophezeiung der allgemeinen Anwendbarkeit desselben schloß er seine Mittheilung mit den Worten: „Ich habe Grund zu hoffen, daß das Aluminium bald in allgemeinen Gebrauch kommen werde, denn das Chloraluminium wird bei hoher Temperatur leicht durch die gewöhnlichen Metalle zerlegt, und ich bin jetzt damit beschäftigt, Versuche im größern Maßstabe anzustellen, um die Frage in praktischer Hinsicht zu lösen.“ Die dazu erforderlichen Geldsummen wurden von der Akademie zur Verfügung gestellt.

Im August 1854 machte Deville der Akademie eine zweite Mittheilung, worin er einige nähere Eigenschaften des Aluminiums und zugleich zwei verschiedene Vereinerungsmethoden anführt, von denen die eine auf die Zerlegbarkeit des Chloraluminiums durch Natrium, die andere auf die Abscheidung des Metalls aus demselben Salze durch den galvanischen Strom basirt ist. Die früher hervorgehobene leichte Zerlegbarkeit des Chloraluminiums durch die gewöhnlichen Metalle wird aber weder hier noch später wieder erwähnt.

Die Zerlegung mittelst Natrium wird folgendermaßen ausgeführt:

Man bringt in eine dicke Glasröhre von 3 bis 4 Centimeter Durchmesser 200 bis 300 Grm. Chloraluminium, welches man zwischen zwei Asbestpfropfen einschließt, und leitet luftfreies, trockenes Wasserstoffgas hindurch, wobei man das Chloraluminium schwach erwärmt, um Chlorwasserstoffsäure, Chlorstickstoff, Chlorschwefel, die stets in geringen Mengen im Chloraluminium enthalten sind, zu verflüchtigen. In die mit Wasserstoff gefüllte Röhre bringt man einige möglichst große Schiffchen, von denen jedes einige Gramme getrocknetes und von Steinöl befreites Natrium enthält. Darauf erhitzt man das Natrium bis zum Schmelzen, bewirkt durch stärkeres Erhitzen eine Verdampfung des Chloraluminiums, dessen Dämpfe über das Natrium streichen müssen und von diesem unter heftigem Erglühen absorbiert und reducirt werden. Die Operation ist beendet, wenn alles Natrium verschwunden ist und das gebildete Chlornatrium genug Chloraluminium absorbiert hat, um mit diesem vollständig gesättigt zu sein. Das Aluminium ist dann in Aluminium-Natriumchlorid, einem leicht schmelzbaren und flüchtigen Doppelsalz, eingeschlossen. Die Schiffchen werden darauf aus der Glasröhre genommen und in einem Porzellanrohre im Wasserstoffstrom so lange zum starken Glühen erhitzt, bis keine Dämpfe des Doppelsalzes mehr entweichen. Man findet dann nach dem Erkalten in jedem Schiffchen das Aluminium zu einer oder zwei Kugeln zusammengeschmolzen. Man wäscht dieselben mit Wasser, welches noch eine kleine Menge des sauer reagirenden Doppelsalzes

und braunes Silicium, welches aus den Röhren aufgenommen wurde, fortnimmt. Um eine größere Anzahl von Kügelchen zu einem Stück zusammenzuschmelzen, bringt man sie in eine Porzellanschale, fügt als Flussmittel Aluminium-Natriumchlorid hinzu und erhitzt in einer Muffel bis zum Schmelzpunkt des Silbers, wobei die Kügelchen zu einem glänzenden Stück zusammenfließen, welches man nach dem Erkalten mit Wasser wäscht. Endlich erhitzt man das Metall nochmals in einem bedeckten Porzellantiegel zum Schmelzen, wobei ein Rest des Doppelsalzes, mit dem das Metall stets imprägnirt bleibt, verflüchtigt wird.

Ehe diese Arbeit veröffentlicht wurde, erschien eine Abhandlung von *Bunse* über die elektrolytische Darstellung des Aluminiums. Er bedient sich dazu des Aluminium-Natriumchlorids, welches er ganz auf dieselbe Weise zerlegt, wie das Magnesium-Kaliumchlorid. Die Beschreibung der Methode haben wir beim Magnesium (Bd. III. S. 525 ff.) gegeben. Die Reduktion gelingt nach *Bunse* leichter wie die des Magnesiums. Um das dabei sich zuerst pulverförmig abscheidende Aluminium zusammenzuschmelzen, trägt man nach und nach Kochsalz in die geschmolzene Masse und steigert die Hitze allmählig bis nahe zum Schmelzpunkt des Silbers. In der Salzmasse sind dann nach dem Erkalten eine Anzahl von Metallkugeln vertheilt, die man durch Wasser vom anhängenden Salze befreit und nach dem Abtrocknen in einen bis zur Weißgluth erhitzten, mit geschmolzenem Kochsalz gefüllten Ziegel wirft, in dem sie zu einem einzigen Regulus zusammenfließen. Ohne dieser Arbeit zu erwähnen, giebt dann *Deville* den zweiten Theil seiner Mittheilungen folgendermaßen:

Man zerlegt mittelst des galvanischen Stromes das Aluminium-Natriumchlorid. Zur Bereitung des Aluminiumbades vermischt man 2 Th. Chloraluminium mit 1 Th. wasserfreiem Kochsalz in einer Porzellanschale und erhitzt auf 200°, wobei die Verbindung unter Wärmeentwicklung vor sich geht. Man erhält dabei ein sehr flüssiges Liquidum, welches bei 200° nicht flüchtig ist. Die Flüssigkeit bringt man in einen glasirten Porzellantiegel, den man auf einer Temperatur von 200° erhält. Als negative Elektrode dient ein Platinblech, auf welchem sich das Aluminium, mit etwas Kochsalz als grauer Ueberzug, ablagert. Die positive Elektrode ist eine Spitze von compacter Kohle, die von dem Platinblech durch eine poröse, ebenfalls mit geschmolzenem Doppelsalz gefüllte Zelle getrennt ist. An der Kohlenspitze entweicht Chlor, außerdem scheidet sich Chloraluminium daran ab. Um letzteres nicht zu verlieren, fügt man von Zeit zu Zeit etwas Chlornatrium zu dem Inhalt der porösen Zelle. Die Zerlegung des Doppelsalzes gelingt schon durch zwei Elemente. Sobald sich auf dem Platinblech eine gewisse Menge des metallhaltigen Niederschlages abgesetzt hat, nimmt man das Blech heraus, läßt erkalten, entfernt die Salzkruste und bringt es von Neuem in den Apparat. Die Salzmasse wird in einem Porzellantiegel geschmolzen, nach dem Erkalten mit Wasser behandelt, wobei das

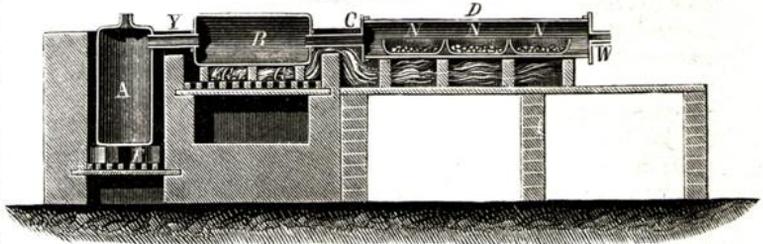
Salz sich löst und pulverförmiges Aluminium gewonnen wird. Das letztere vereinigt man durch wiederholte Schmelzungen unter Zusatz des Doppelsalzes zu einem Regulus.

Eine dritte Mittheilung *Deville's* an die Akademie erfolgte im Juni 1855, sie enthielt einige Angaben über Gewinnung von Chloraluminium und Natrium.

Endlich im April 1856 erschienen die ersten zusammenhängenden Angaben *Deville's* über Darstellung von Natrium (s. Bd. III. S. 1258), Chloraluminium (siehe dieses) und Aluminium.

Die Reduktion des Aluminiums beschreibt er wie folgt: Das rohe Chloraluminium wird in den Cylinder *A* (Fig. 1202) gebracht und mittelst der Feuerung *F* er-

Fig. 1202.



hitzt; es verdampft leicht und gelangt durch das Rohr *Y* in den Cylinder *B*, welcher 60 bis 80 Kilogr. eiserne Nägel enthält und durch die Feuerung *G* zum dunklen Rothglühen erhitzt wird. Das metallische Eisen hält das in dem Chloraluminium enthaltene Eisenchlorid zurück, indem es dasselbe in das wenig flüchtige Eisenchlorür verwandelt. Ebenso hält es die durch die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit auf das Chloraluminium gebildete Salzsäure zurück; außerdem zerlegt es auch den Chlorschwefel, mit dessen Bestandtheilen es Eisenchlorür und Schwefeleisen bildet. Die kleinen Partikel von Eisenchlorür, welche der Dampf mit fortreißt, setzen sich in dem weiten Rohr *C* ab. Der Chloraluminiumdampf gelangt aus *B* in den gußeisernen Cylinder *D*, in welchem drei nachenförmige gußeiserne Schalen *N* stehen, deren jede mit 500 Grm. Natrium beschickt wird. Das Rohr *C* wird auf einer Temperatur von 200 bis 300° erhalten, welche hinreicht, um die Verdichtung des Chloraluminiums zu verhindern, während bei derselben das Eisenchlorür nicht verdampft. Der Cylinder *D* wird soweit erhitzt, daß er an seiner untern Seite kaum dunkelroth glühend ist; die Reaction zwischen dem Chloraluminium und dem Natrium ist so lebhaft, daß man oft genöthigt ist, das Feuer ganz wegzunehmen. Wenn das Chloraluminium mit dem Natrium zusammentrifft, bildet sich Chlornatrium und es wird Aluminium frei. Das Chlornatrium verbindet sich alsdann mit dem Ueberfluß des Chloraluminiums zu dem bekannten Doppelsalz, welches flüchtig genug ist, um in die nächste Schale zu verdampfen, wo das darin enthaltene Chloraluminium ebenfalls durch das Natrium zerlegt wird. Die Reaction beginnt in einer Schale immer erst, nachdem sie in der vorhergehenden beendigt ist. Sie ist in sämtlichen Schalen beendet, wenn man beim Öffnen des Deckels *W* wahrnimmt, daß das Natrium in der letzten Schale gänzlich in eine

warzenförmige schwarze Masse verwandelt ist, welche von einer farblosen Flüssigkeit (Aluminium-Natriumchlorid) umgeben ist. Man nimmt dann die Schalen heraus und ersetzt sie sofort durch andere. Die herausgenommenen Schalen deckt man zu und läßt sie erkalten.

Den Inhalt der Schalen bringt man nachher in eiserne Töpfe oder thönerne Tiegel, die im Natriumofen (Vd. III. S. 1259) erhitzt werden, bis die Masse vollständig geschmolzen ist und das Doppelsalz zu verdampfen beginnt. Meistens erfolgt die Reaction zwischen dem Chloraluminium und dem Natrium in den Schalen nicht vollständig, weil das Natrium zum Theil von dem entstandenen Chloraluminium umhüllt wird. Aber das am oberen Theile der Schalen befindliche Aluminium-Natriumchlorid reicht stets hin, um beim Erhitzen der Masse in den Töpfen oder Tiegeln das darin noch vorhandene Natrium ebenfalls in Chloraluminium umzuwandeln, so daß man in den Tiegeln zuletzt Aluminium mit einem großen Ueberschuß von Chloraluminium hat, was für das Gelingen der Operation unerläßlich ist.

Wenn die Töpfe oder Tiegel erkalten sind, findet man in ihrem obern Theile eine Schicht fast reines Chloraluminium, die man wegnimmt; im untern Theile Kügelchen von mehr oder weniger reinem Aluminium, die man durch Waschen mit Wasser absondert. Unglücklicher Weise wirkt aber dieses Wasser, indem es das Chloraluminium des Flußmittels auflöst, sehr rasch zerstörend auf das Metall, so daß nur noch diejenigen Aluminium-Kügelchen übrig bleiben, welche größer als ein Stecknadelknopf sind. Man sammelt diese, trocknet sie, bringt sie in einen thönernen Tiegel, erhitzt denselben zum Rothglühen und zerdrückt die Kügelchen, wenn sie zu schmelzen beginnen, mittelst eines thönernen Spatels. Dabei vereinigen sie sich zu einer geschmolzenen Masse, die man nun in eine Form ausgießt.

Sollte das Natrium in Folge mißlungener Darstellung von der sich dabei bildenden schwarzen Masse enthalten, so muß man diese vor seiner Anwendung zur Aluminiumfabrikation sehr sorgfältig auslesen, weil sie sonst cyanisaure Salze oder Cyanide bilden würden, welche sich in Berührung mit Wasser zersetzen, Ammoniak erzeugen und dadurch Verlust an Aluminium herbeiführen würden. Man muß sich wohl hüten, Aluminium, welches überschüssiges Natrium enthält, zusammenzuschmelzen, denn die Masse würde sich entzünden. Solches Aluminium muß unter Zusatz von etwas Aluminium-Natriumchlorid geschmolzen werden.

Diese Apparate haben nach Deville's eigener Angabe manches Mangelhafte, sie sind daher später wieder abgeschafft. Nach einem Bericht von Dumass an die Akademie (vom October 1856) gab man es später ganz auf, das dampfförmige Chloraluminium auf Natrium wirken zu lassen, sondern wandte gleich von vornherein das Doppelsalz an, welches man, mit Natrium vermischt, mit einer Schaufel in einen rothglühenden Flammofen wirft. Die Reaction soll dabei so ruhig erfolgen, daß man diese Operation ohne alle Gefahr im Großen ausführen kann. Man gewinnt dabei das Aluminium in Platten, in Kügelchen oder pulverförmig und kann es dann entweder auf mechanischem Wege oder durch Wasser vom Kochsalz trennen.

Mit der Anwendung des Chloraluminiums oder des Natrium-Aluminiumchlorids ist stets die Unannehmlichkeit verbunden, daß beide mit Begierde Feuchtigkeit absorbiren und daher kaum vollkommen wasserfrei zu erhalten sind. Die Feuchtigkeit wirkt aber zersetzend auf das Chloraluminium und macht beim Erhitzen Salzsäure frei unter Abscheidung von Thonerde. Die Thonerde wird bekanntlich nicht vom Natrium reducirt, sondern umhüllt die sich abscheidenden Kügelchen des Metalls mit einer feinen Haut, welche ihr Zusammenfließen in hohem Grade erschwert. Bei Versuchen, die Deville gemeinschaftlich mit Morin und Debray anstellte, fand sich, daß diese Thonerde leicht von Fluoriden gelöst wird und daß daher ein Zusatz von Fluorcalcium, oder Flußspath, die Gewinnung des Metalls bedeutend erleichtert. Sie arbeiteten daher mit folgender Mischung:

Aluminium-Natriumchlorid	400	Grm.
Kochsalz	200	"
Flußspath	200	"
Natrium	75—80	"

Das Doppelsalz wird kurz vor der Anwendung geschmolzen und fast zum Rothglühen erhitzt, das Kochsalz scharf geglüht oder geschmolzen, der Flußspath gepulvert und scharf getrocknet. Das Doppelsalz und das Kochsalz wird gröblich zerstoßen und mit dem Flußspathpulver gemischt, darauf abwechselnde Schichten des Salzgemeenges und Natriumscheiben in einen Tiegel gebracht und das Ganze mit einer Schicht Kochsalz bedeckt.

Anfangs erhitzt man gelinde, bis die heftige Reaction vorüber ist, darauf stärker bis nahe zum Schmelzpunkt des Silbers, ohne diesen jedoch zu erreichen. Man rührt die geschmolzene Masse anhaltend mit einem Thonstabe um und gießt auf eine recht trockene Kalksteinplatte aus. Zuerst fließt aus dem Tiegel eine sehr flüssige, farblose Schlacke ab, darauf eine graue, etwas breiförmige Masse, welche Aluminiumkörnchen enthält und die man gleich von vornherein von der ersten Schlacke trennt; zuletzt fließt eine Masse von Aluminium aus, deren Gewicht, wenn die Operation gut gelungen ist, wenigstens 20 Grm. betragen muß. Durch Zerreiben und Abheben der grauen Masse gewinnt man noch 5 bis 6 Grm. mehr oder weniger große Kügelchen. Diese sammelt man und bringt sie, wenn sie nach mehreren Operationen eine größere Menge davon angehäuft hat, in einen rothglühenden Tiegel, worin man sie durch Umrühren mit einem Thonstabe zu vereinigen sucht und sie dann zu einem Barren ausgießt.

Man gewinnt somit aus 75 Grm. Natrium 25 Grm. Aluminium, es kommen also auf 1 Th. Aluminium 3 Th. Natrium, während man nach der Theorie nur 2½ Th. gebrauchen sollte. Der Verlust beträgt 5 Grm. Aluminium, welches in Form so kleiner Kügelchen in der grauen Schlacke vertheilt ist, daß man sie nicht von der Schlacke trennen kann.

Zu diesen Versuchen diente ein sehr reiner Flußspath, der fast völlig frei von Kieselsäure war. Die Tiegelwände waren, um sie vor der Einwirkung der Schmelze zu schützen und zu verhindern, daß kein Silicium in das Aluminium überging, mit einer Schicht

von Thonerde ausgekleidet. Dieser Ueberzug wird aus einem breiförmigen Gemenge von geglähter Thonerde und reinem Kalkaluminat dargestellt. Das letztere wird durch starkes Glühen von gleichen Theilen wasserfreier Thonerde und Kreide gewonnen. 4 Th. geglähte Thonerde und 1 Th. Kalkaluminat werden fein gepulvert, durch ein Seidensieb geworfen und mit wenig Wasser angerührt. Der dicke Brei wird mit einem Porzellanpistill rasch über die Wände des Tiegels verbreitet und so lange gerieben, bis er eine vollständige Politur erlangt hat. Der Tiegel wird getrocknet und zum Rothglühen gebracht, um den Ueberzug zu erhärten, welcher vollständig unsmelzbar ist und die Kieselsäure des Tiegels vor der Einwirkung des Flußspaths und des Aluminiums schützt. Die Tiegel können mehrmals benutzt werden, wenn man sie nur im heißen Zustande, sobald man eine Schmelze ausgegossen hat, von Neuem beschickt.

Die Ausführung dieser Methode erfordert manche Vorsichtsmaßregeln und gelingt nur, wenn man eine gewisse Fertigkeit darin erlangt hat. Sie wird aber weit leichter und einfacher, wenn man statt des Flußspaths dieselbe Menge Kryolith (siehe unten) anwendet. Die Ausbeute steigert sich dadurch nicht beträchtlich, die Arbeit wird aber bedeutend vereinfacht. Bei einem Versuche wurden mit 76 Grm. Natrium ein Barren von 28 Grm. und 4 Grm. Aluminium in Körnern erhalten, oder 1 Th. Aluminium von 2,8 Natrium.

Das so gewonnene Metall ist sehr rein und enthält höchstens geringe Mengen von Eisen, von denen das Chloraluminium sehr schwer zu befreien ist.

Hiermit schließen die über diese Methode an die Akademie gerichteten Mittheilungen Deville's. Er hält damit die Aufgabe vom wissenschaftlichen Standpunkte gelöst und erklärt, es sei Sache der Praxis, sie weiter auszubilden. Erst im Jahre 1859, nachdem schon ein Jahr vorher die Gebrüder Tissier eine Monographie über das Aluminium veröffentlicht hatten (*L'Aluminium et les Métaux alcalins*, Paris, Lacroix et Baudry 1858), erschien von Deville eine größere Arbeit, in welcher zwar seine früheren Versuche und die Anderer mit großer Genauigkeit mitgetheilt sind, in welcher aber die für den Techniker werthvollen genaueren Angaben und Zeichnungen von in der Praxis zu gebrauchenden Apparaten fehlen (*De l'Aluminium etc.* Paris, Mallet-Bachelier 1859).

Von dieser Methode sind bis jetzt zwei Verbesserungsverschlüsse bekannt geworden. Der erste von den Gebrüdern Rouffeau und P. Morin, in England für Newton patentirt, besteht darin, daß man einen Flammofen anwendet, dessen Herd so eingerichtet ist, daß das Metall in dem Maße, wie es reducirt wird, sich in einer Vertiefung der Sohle ansammeln kann. Sie mischen die Substanzen in dem Verhältniß von 100 Th. Aluminium-Natriumchlorid, 50 Th. Flußspath und 20 Th. Natrium und bringen sie in den vorher zum Rothglühen erhitzten Ofen. Nachdem der Kof gut mit Kohlen beschickt ist, schließt man den Ofen. Die Reaction findet darauf Statt, das Aluminium vereinigt sich dabei zu einer Masse und sammelt sich in

der Vertiefung des Herdes, von wo man es abfließen lassen kann.

Der zweite Vorschlag wurde Gerhardt in London patentirt. Nach ihm soll man eine höhere Ausbeute an Aluminium erhalten, wenn man die Mischung des Doppelsalzes mit Natrium in dem Augenblick, wo man sie in den Flammofen bringt, mit einer Schicht geschmolzenem Kochsalz überdeckt. Er wendet dazu einen Flammofen mit zwei über einander liegenden Herden an, von denen der untere zur Reduction, der obere zum Schmelzen des Kochsalzes dient. Sobald der untere beschickt ist, läßt man das geschmolzene Kochsalz aus dem obern in diesen abfließen, so daß sein Inhalt davon vollständig bedeckt wird.

Gehen wir in dieser geschichtlichen Nachweisung um einige Zeit zurück, so finden wir 1855 eine Arbeit von H. Rose, „über eine neue und vortheilhafte Darstellung des Aluminiums“. Veranlaßt durch die nicht geringen Schwierigkeiten der Bereitung des Chloraluminiums und durch die sonstigen mancherlei Unannehmlichkeiten, welche die Arbeiten mit diesem Körper mit sich führen, wandte Rose schon früh seine Aufmerksamkeit auf die Fluorverbindung des Aluminiums und dessen Doppelsalz mit Fluornatrium, welche sich leicht darstellen lassen und sich gegen Natrium, wie vorauszusehen war, ebenso verhalten mußten wie das Chlordoppelsalz. Dieses Aluminium-Natriumfluorid war damals den Mineralogen als ein sich selten findender Körper unter dem Namen Kryolith bekannt. Ein außerordentlich glücklicher Zufall wollte es, daß gerade zu der Zeit in Grönland ein so mächtiges Lager dieses Minerals entdeckt wurde, daß 1 Ctnr. davon gleich Anfangs zu dem billigen Preise von 3 Thln. angeboten werden konnte. Der Erfolg dieser Versuche und die massenhafte Gewinnung des Kryoliths trugen ganz wesentlich dazu bei, einen Aufschwung der Fabrikation möglich zu machen. Bei der großen Wichtigkeit dieser Arbeit wollen wir sie in wenig verkürztem Auszuge mittheilen:

Zu den Versuchen dienten kleine Tiegel von Gußeisen von $1\frac{3}{4}$ Zoll Höhe und $1\frac{3}{8}$ Zoll oberem Durchmesser. In diesen wurde das feine Pulver des Kryoliths, mit dünnen Scheiben von Natrium geschichtet, festgestampft und mit einer Decke von Chlorkalium bedeckt, der Tiegel wurde mit einem gut passenden Porzellandekel verschlossen. Von allen Flußmitteln bewährte sich das Chlorkalium am besten, es hat von allen, die angewandt werden können, das geringste spezifische Gewicht, was bei der so geringen Dichtigkeit des Aluminiums von Wichtigkeit ist. Dabei schmilzt es mit dem Fluornatrium zu einer leichter schmelzbaren Masse zusammen, als dieses für sich. Es wurden gewöhnlich gleiche Theile Chlorkalium und Kryolith angewandt und auf 5 Th. des letztern 2 Th. Natrium genommen.

Das Ganze wurde darauf einer starken Rothgluth vor einem Gebläse ausgesetzt, in welchem atmosphärische Luft mit Leuchtgas durch Röhren getrieben wird, die nach dem Princip der Daniell'schen Röhre beim Knallgasgebläse construirt sind. Am zweckmäßigsten scheint es zu sein, die Rothgluth eine halbe Stunde und nicht länger zu unterhalten, während dabei der Tiegel sorg-

fältig bedeckt bleibt. Das Ganze ist dann gut geflossen. Nach dem gänzlichen Erkalten bringt man, so gut es geht, vermittelst eines Meißels das Geschmolzene aus dem Tiegel, was besonders durch Hammerschläge auf die Außenseite sehr befördert wird. Der Tiegel kann noch mehrere Male zu neuen Schmelzungen benutzt werden, endlich zerbricht er durch die Schläge, denen er ausgesetzt worden ist.

Die geschmolzene Masse wird mit Wasser übergossen, wobei gewöhnlich gar keine, bisweilen eine kaum merkliche Gasentwicklung stattfindet. Die kleine Menge des entweichenden Wasserstoffgases hat denselben unangenehmen Geruch wie das Gas, welches bei der Lösung des Gußeisens in Salzsäure sich bildet.

Durch die Schwerlöslichkeit des Fluornatriums erweicht sich die geschmolzene Masse nur langsam. Durch den Zusatz des Chlorkaliums hat sich die Schwerlöslichkeit etwas gemildert. Nach 12 Stunden sind die Klumpen so erweicht, daß man nach Abziehen der Flüssigkeit sie mit einem Pistill in einem Porzellanmörser zerdrücken kann. Man findet dann größere Kugeln von Aluminium von 0,3 bis 0,5 Grm. Gewicht (bei Anwendung von 10 Grm. Kryolith), welche man absondert. Die kleineren Kugeln können von der zugleich immer gebildeten Thonerde und dem unzerlegten Kryolith nicht gut durch Schlämmen getrennt werden, weil diese schwerer als jene sind. Man behandelt das Ganze in der Kälte mit verdünnter Salpetersäure, wodurch zwar die gegläuhte Thonerde nicht gelöst wird, aber die Aluminiumkugeln ihren metallischen Glanz erhalten. Man trocknet sie und nach dem Trocknen trennt man die feine Thonerde und das unzerlegt gebliebene Kryolithpulver durch Reiben auf Mouffelin von den kleinen Metallkugeln, welche auf dem Zeuge zurückbleiben.

Das Uebergießen der geschmolzenen Masse mit Wasser geschieht in Platin- oder Silberchalen. Man hüte sich dazu Porzellanchalen anzuwenden, weil deren Glasur durch die Lösung des Fluornatriums sehr angegriffen wird.

Die kleinen Kugeln des Aluminiums können in einem kleinen bedeckten Porzellantiegel unter einer Decke von Chlorkalium vor dem Gebläse zusammenschmelzen werden. Sie ohne ein Flußmittel zusammenzuschmelzen, gelingt nicht, man kann die kleinen Kugeln nicht wie kleine Silberkugeln zusammenschmelzen, denn wenn auch das Aluminium scheinbar durch's Glühen beim Zutritt der Luft sich nicht oxydirt, so überzieht es sich doch dabei mit einer fast unsichtbaren Oxidhaut, welche das Zusammenfließen verhindert.

Das Zusammenschmelzen unter einer Decke von Chlorkalium ist immer mit einem Verluste von Aluminium verbunden. Eine Aluminiumkugel von 3,85 Grm. verlor durch das Schmelzen unter Chlorkalium 0,05 Grm. Das Chlorkalium enthielt nach dem Lösen in Wasser keine Thonerde, wovon aber eine geringe Menge sich ungelöst absonderte. Ein anderer Theil des Aluminiums hatte unstreitig das Chlorkalium zerlegt, es mußte sich Chloraluminium und Kalium durch Schmelzen verflüchtigt haben.

Um diese Verluste zu vermeiden, wurde die Methode von Deville befolgt und die Kügelchen in einem be-

deckten Porzellantiegel unter einer Decke von Aluminium-Natriumchlorid geschmolzen. Das Salz wurde zuerst geschmolzen und dann die Kügelchen des Aluminiums in das geschmolzene Salz gebracht. Man hat dabei keinen, oder nur höchst geringen Verlust.

Wird das Aluminium unter einer Decke von Chlorkalium geschmolzen, so ist seine Oberfläche nicht vollkommen glatt, sondern hat kleine Vertiefungen, was nicht der Fall ist, wenn es unter Aluminium-Natriumchlorid geschmolzen ist.

Die Darstellung des Aluminiums wurde noch auf verschiedene Weise abzuändern versucht, ohne jedoch dadurch zu einem bessern Resultat zu kommen. Es wurde oft das Natrium allein auf den Boden des Tiegels gelegt, darüber das Kryolith und hierüber endlich das Chlorkalium. Man konnte dann bemerken, daß viel Natriumdämpfe entweichen und mit starker gelber Flamme brannten, was nicht der Fall war, wenn das Natrium, in dünne Scheiben geschnitten, mit dem Kryolithpulver geschichtet ist, in welchem Falle der Proceß sehr ruhig von Statten geht. Im Anfang, wenn der Tiegel zu glühen beginnt, wird er plötzlich stark glühend, wenn die Zersetzung der Verbindung erfolgt. Die Hitze darf dann nicht geschwächt werden, sondern muß eine halbe Stunde lang auf denselben Grade erhalten werden. Bei längerem Erhitzen würde man durch Einwirkung des Chlorkaliums auf das Aluminium Verluste erleiden. Auch werden durch sehr langes Erhitzen die Kugeln des Aluminiums nicht größer, dieses ist nur durch sehr intensive Erhitzung zu erreichen. Hört man nach dem starken, freiwilligen Erglühen des Tiegels auf, so ist die Ausbeute außerordentlich gering, weil das Metall sich dann nicht zu Kugeln vereinigt hat, sondern pulverförmig ist und beim Erkalten des Tiegels verbrennt.

Das als Flußmittel benutzte Chlorkalium kann man ohne Nachtheil durch Kochsalz ersetzen, nur muß dann die Hitze höher gesteigert werden.

Statt der eisernen Tiegel kann man auch solche von unglasirtem Steingut anwenden, die letzteren widerstehen aber selten der Einwirkung des Fluornatriums, sondern werden durch dieses beim Erhitzen zerfressen und durchlöchert.

Die Ausbeute an Aluminium ist, wenn auch genau auf dieselbe Weise und mit denselben Mengen der Materialien gearbeitet wurde, stets eine sehr verschiedene gewesen. Niemals erreichte sie die Menge des Metalls, die in dem angewandten Kryolith enthalten war. Derselbe enthält 13 Proc. Aluminium. Im günstigsten Falle wurden 60 Proc. von dem im Kryolith enthaltenen Aluminium gewonnen, wenn aber auch nur 30 bis 45 Proc. erhalten wurden, so mußte die Ausbeute noch eine günstige genannt werden, manche Versuche lieferten nur 20 Proc.

Diese so sehr verschiedenen Resultate hängen von mehreren Umständen ab, vorzüglich indessen von dem Grade der Erhitzung. Je stärker dieselbe ist, desto mehr vereinigen sich die kleinen Kügelchen zu größeren und desto weniger Aluminium bleibt im pulverförmigen Zustand, welches beim nachherigen Erkalten sich zu Thonerde oxydiren kann.

Ungefähr zu gleicher Zeit stellte Dr. Percy in England Aluminium aus Kryolith dar und legte Proben davon in einer Versammlung der Royal Institution am 20. Mai 1855 vor.

Deville gab darauf folgende Vorschrift zur Reduction des Aluminiums aus dem Kryolith: Man bringt in einen Porzellantiegel abwechselnde Schichten von feingepulvertem Kryolith, der mit etwas Kochsalz vermischt ist und Natrium. Man stellt den Porzellantiegel in einen hessischen Tiegel und unterhält lebhaft Rothgluth bis zum Schmelzen der Masse. Man rührt die geschmolzene Masse mit einem thönernen Stabe um und läßt erkalten. Die Gesamtmenge des Aluminiums findet sich nach dem Erkalten in Form eines einzigen Regulus am Boden der geschmolzenen Masse. Während der Schmelzung entwickelt sich ein brennbares Gas, welches ohne Zweifel Phosphordampf ist, da in dem Minerale Phosphorsäure deutlich nachzuweisen ist. Bei Anwendung eines Porzellantiegels enthält das Aluminium stets Silicium, in eisernen Tiegeln reducirt, ist es stark eisenhaltig.

Der Eisengehalt des von Rose dargestellten Metalls war jedoch nie so hoch, daß seine Eigenschaften dadurch wesentlich modificirt worden wären, sein Aluminium war dehnbar und ließ sich vollkommen gut bearbeiten.

Nach Wöhler kann die Reduction auf folgende Weise, ohne allen Nachtheil im gewöhnlichen thönernen Tiegel ausgeführt werden:

Der Kryolith wird fein gerieben und wohl getrocknet, mit seinem gleichen Gewicht eines Gemenges von 7 Th. Kochsalz und 9 Th. Chlorcalcium, die am besten vorher für sich zusammengesmolzen und gepulvert sind, vermischt und diese Masse in abwechselnden Schichten mit Scheiben von Natrium in einen Tiegel gefüllt und darin stark zusammengedrückt. Auf 50 Grm. des Salzgemenges nimmt man 8 bis 10 Grm. Natrium. Der Tiegel muß vorher stark ausgetrocknet sein. Man stellt ihn nun in einen schon vorher geheizten, gut ziehenden Windofen, umgiebt ihn am besten mit schon glühenden Kohlen und bringt ihn rasch zum vollen Glühen. Im Moment der Reduction hört man gewöhnlich ein Geräusch und es entweicht Natrium, welches mit Flamme verbrennt. Nachdem dieses aufgehört hat, giebt man ungefähr noch eine Viertelstunde lang gutes Feuer, um die Masse in gehörigen Fluß zu bringen, und läßt dann den Tiegel erkalten. Beim Erkalten findet man in der Regel das Aluminium zu einem einzigen blanken Regulus, gewöhnlich mit gestriekt krySTALLINISCHER Oberfläche, zusammengesmolzen; bisweilen finden sich auch noch einzelne kleine Körner, aber nie so klein, daß sie nicht leicht ausgeschlagen werden könnten. Von 50 Grm. des Gemenges, also von 25 Grm. Kryolith wurden stets über 2 Grm. schwere Reguli erhalten. Bei Versuchen mit 100 Grm. des Gemenges wogen die Reguli 2,3 bis 2,4 Grm. Die Ausbeute überstieg daher nicht 33 Proc. vom Aluminiumgehalt des Kryoliths. Da bei den Versuchen stets ziemlich viel Natrium entwich und verbrannte, so scheint daraus hervorzugehen, daß man den Zusatz von Natrium noch verringern kann.

Der Vortheil dieser Methode besteht darin, daß man sich, wie bei der Reduction anderer Metalle, der Thontiegel bedienen kann, daß die Masse leicht schmelzbar ist, ohne die Thontiegel zu durchbohren, und daß das Aluminium frei von Silicium erhalten wird. Bloß mit Kochsalz gelingt die Reduction bei Weitem nicht so gut.

Kleinere Körner von Aluminium kann man auch in einem Porzellantiegel unter einer Decke von Chlormagnesium zusammenschmelzen, welches leichter darstellbar ist wie das Aluminium-Natriumchlorid und welches durch Aluminium nicht zersetzt wird.

In der Fabrik zu Amferville-la-mi-Boie bei Rouen wird gegenwärtig nur mit Kryolith gearbeitet. Das Mineral wird dort gepulvert, mit einer gewissen Menge Kochsalz gemischt und mit Natrium, in dem von Rose angegebenen Verhältniß, in großen Schmelztiegeln geschichtet. Die Tiegel werden in Flammöfen oder Windöfen, die eine hinreichend hohe Temperatur geben können, um das bei der Reduction sich bildende Fluornatrium zu schmelzen, erhitzt. Bei der schweren Schmelzbarkeit des Fluornatriums muß die Temperatur bei dieser Operation höher sein, als wenn man mit dem Aluminium-Natriumchlorid arbeitet. Wenn der Inhalt der Tiegel geschmolzen und vollkommen flüssig geworden ist, gießt man in eiserne Kapseln aus, auf deren Boden man das Metall gewöhnlich zu einer oder einigen Massen vereinigt findet. Es bleibt nur noch übrig, nach dem Erkalten das Aluminium umzuschmelzen und in Barren zu gießen.

Die Anwendung des Kryoliths als Rohstoff zur Aluminiumfabrikation ist von der allergrößten Wichtigkeit, denn ganz abgesehen von den erwähnten mancherlei Unannehmlichkeiten, welche die Manipulationen mit dem Aluminium-Natriumchlorid stets haben, so ist es die wesentliche Preisdifferenz des Rohstoffs, welche unter allen Umständen dem Kryolith den Vorzug verschaffen wird. Der Kryolith wird in so großen Massen gewonnen, daß der Besitzer der Gruben in Grönland sich verbindlich gemacht hat, auf 20 Jahre jährlich 3000 Tons zu einem Preise von 3 Frc. für 100 Kilogr. (also den Centner für 12 Sgr.) bis an die französische Küste zu liefern (Schrötter). Da der Kryolith 13 Proc. Aluminium enthält, so werden bei diesem Preise 100 Pfd. Aluminium im Kryolith 3 Thlr. 2 Sgr. kosten. Nimmt man den ursprünglichen Preis von 3 Thlr. pro Centner an, so kosten die 100 Pfd. Aluminium 23 Thlr. Vergleichen wir dieses mit den Kosten des Chloraluminiums. Das Chloraluminium enthält 20 Proc. und kostet nach Deville 1,25 Frc. pro Kilogr. Es sind demnach in 250 Kilogr. Chloraluminium 100 Pfd. Metall und diese würden also $83\frac{1}{3}$ Thlr. kosten. Das im Kryolith enthaltene Aluminium ist daher bei zu Grundelegung des niedrigsten Preises fast 30 Mal, bei dem höchsten Preise fast 4 Mal so billig als das im Chloraluminium enthaltene. Es kommt noch hinzu, daß die Schlacke der Aluminiumfabrikation, bei der man Kryolith anwendet, aus Fluornatrium besteht, welches leicht in Nagnatron oder kohlenfaures Natron zu verwandeln ist, während man als Nebenproduct bei dem andern Verfahren nur Kochsalz erhält. Berücksichtigt man die

Preisdifferenz dieser beiden Abfälle, so wird sich ergeben, daß die nebenbei gewonnene Soda fast ganz die Kosten des Kryoliths deckt.

Die obigen Angaben über den Preis und die Menge des zu beschaffenden Kryoliths wurden von Schrötter der Wiener Akademie (nach Angaben des Dr. W. Schwarz vom österreichischen Consulate in Paris) mitgetheilt. Sie stimmen im Allgemeinen nicht mit den Ermittlungen überein, welche bei Gelegenheit der wissenschaftlichen Reise des Prinzen Napoleon auf Grönland vorgenommen wurden. Nach diesen ist das Lager des Kryoliths allerdings von ziemlich bedeutender Mächtigkeit, jedoch durch seine Lage unmittelbar an der Küste und zum größten Theil unter dem Spiegel des während des größten Theils des Jahres mit Eis bedeckten Meeres so schwer zugänglich, daß es kaum auszubeuten ist. Dazu kommt noch, daß nur das Hauptlager von vollkommener Reinheit ist, während der Kryolith an beiden Ausgängen des Lagers mit Blende, Bleiglanz, Kupferkies, Schwefelkies, Spatheisenstein und Quarz reichlich vermischt ist. (Notice scientifique sur la géologie de Groenland par Chancourtois et Ferri Pisani.) Dieses benutzte Deville, ganz darauf zu verzichten, den Kryolith als Hauptmaterial zur Aluminiumfabrikation zu verwenden. Die Zeit muß Aufschluß darüber geben, welche von beiden Nachrichten die richtige ist. Jedenfalls ist sicher, daß bis jetzt die Fabrik zu Amferville-la-mi-Boie sich nur des Kryoliths bedient.

In der Fabrik zu Nauterne gebraucht man den Kryolith, theils um daraus Thonerde darzustellen, die später in Aluminium-Natriumchlorid verwandelt wird, theils als Flußmittel. Der Kryolith, welcher von Kopenhagen (zum Preise von 35 Fr. pro 100 Kilogr.) bezogen wird, enthält ziemlich viele durch Spatheisenstein verunreinigte Stücke, die durch sorgfältige Handscheidung von den reinen getrennt werden. Nur die letzteren werden als Zusatz zur Schmelze gebraucht.

Zur Reduction werden 10 Th. Aluminium-Natriumchlorid, 5 Th. Kryolith und 2 Th. Natrium angewandt. Man arbeitet dort mit einem Flammofen von der Construction der Sodaföfen, dessen Herdsohle 1 Meter lang und breit ist. In einem solchen Ofen können in jeder Operation 6 bis 10 Kilogr. Aluminium in vier Stunden reducirt werden. Die gepulverten Substanzen werden mit kleinen Stücken Natrium gemischt und in den zum Glühen erhitzten Ofen geworfen. Es tritt bald eine sehr heftige Reaction ein unter so starker Wärmeentwicklung, daß die Substanz und die Wände des Ofens in starkes Glühen kommen und vollständig in Fluß gerathen. Man öffnet dann sofort die Schieber im Schornstein und richtet eine starke Flamme auf die Schmelze, um das Ganze gleichmäßig zu erhitzen und das in der Schlacke vertheilte Aluminium zusammenfließen zu lassen. Wenn man die Operation für beendet hält, öffnet man ein am hintern Ende des Ofens angebrachtes Stichloch und fängt die zuerst abfließende Schlacke in eisernen Kästen auf. Zuletzt fließt das Aluminium in einer einzigen Masse ab und sinkt in der noch flüssigen Schlacke zu Boden. Das Aluminium vereinigt sich zu einem einzigen Regulus, der manchmal

6 bis 8 Kilogr. wiegt. Der erste Theil der Schlacke ist gewöhnlich vollkommen weiß oder schwach gefärbt, der letzte aber, welchen man besonders auffängt, ist grau und enthält stets noch Aluminiumkügelchen, von denen die Schlacke durch Pulvern und Sieben getrennt wird. Man kann aus 100 Kilogr. dieser Schlacke 200 bis 300 Grm. Aluminium gewinnen.

Es ist bei der Reduction sehr wesentlich, die Zusammenfassung der Schlacken so zu reguliren, daß sie kein Fluornatrium, sondern Fluoraluminium enthalten kann, da das Fluornatrium die Wände des Ofens sehr stark angreifen würde, was von dem Fluoraluminium nicht zu befürchten ist.

Das gewonnene Aluminium ist, wenn die Rohstoffe rein waren, von tadelloser Beschaffenheit. Es können dann keine fremden Metalle und nur Spuren von Silicium darin enthalten sein. Es haften nur meistens noch geringe Mengen von Schlacken daran, die mit dem bloßen Auge kaum sichtbar sind, aber doch dem Metall die unangenehme Eigenschaft ertheilen, daß es beim Poliren mit kleinen dunklen Punkten überfäet erscheint und an der Luft bald seinen Glanz verliert. Um dieses zu verhüten, wird eine größere Menge des Metalls in einem offenen Graphittiegel bei nicht zu hoher Temperatur geschmolzen und mit einem eisernen Spatel längere Zeit gerührt. Es scheidet sich dabei eine geringe Menge von Schlacke ab, von der das gereinigte Metall durch Abgießen getrennt wird.

Es sind endlich noch einige Fabrikationsmethoden zu erwähnen, bei denen die Anwendung des Natriums als Reductionsmittel ganz umgangen werden soll. Wären diese wirklich ausführbar, so würde über die Zukunft der Aluminiumindustrie jedenfalls entschieden sein.

Bettjean zerlegt Schwefelaluminium im glühenden Zustande durch Kohlenwasserstoff. Das Schwefelaluminium wird nach einer von Fremy entdeckten Methode dargestellt, indem man Thonerde zum Glühen erhitzt und so lange Schwefelkohlenstoffdämpfe darüber leitet, bis die Thonerde in geschmolzenes Schwefelaluminium verwandelt ist. Der Sauerstoff der Thonerde verbindet sich dabei mit dem Kohlenstoff zu Kohlen säure, während der Schwefel von dem Aluminium gebunden wird. Oder anstatt auf diese Weise Schwefelaluminium darzustellen, kann man nach dem Patentträger auch ein Doppelsulfurid erzeugen, indem man Thonerde mit ein wenig Theer oder Terpentin gemengt in einen mit Kohle gefütterten Tiegel giebt, sie darin stark erhitzt, dann mit einem aus kohlen saurem Natron oder Kali und Schwefel bestehenden Pulver mischt und endlich eine Zeit lang zum heftigen Glühen erhitzt. Das so bereitete Sulfurid oder Doppelsulfurid wird zur Gewinnung des Aluminiums gemahlen und dann in einen Tiegel von der Gestalt einer Röhre gebracht, durch dessen Boden man einen Strom Kohlenwasserstoffgas leitet, oder man läßt in den Tiegel an dessen Boden etwas festen oder flüssigen Kohlenwasserstoff gelangen, welcher das Aluminium aus seiner Verbindung mit Schwefel abscheidet. Man kann das Aluminium aus diesen Verbindungen aber auch dadurch erhalten, daß man dieselben mit Eisenfeile (oder einem sonstigen

geeigneten gepulverten Metall) vermengt und das Gemenge schmilzt, oder indem man statt des Kohlenwasserstoffes Metalldämpfe in den Tiegel leitet.

Johnson ließ sich folgende Methoden patentiren:

Man vermischt das Schwefelaluminium mit wasserfreier schwefelsaurer Thonerde in solchem Verhältniß, daß der in derselben enthaltene Sauerstoff gerade ausreicht, mit dem ganzen vorhandenen Schwefel schweflige Säure zu bilden. ($Al_2S_3 + Al_2O_3 \cdot 3SO_2 = 4Al + 6SO_2$.)

Die Mischung wird dann in einer nicht oxydirend wirkenden Atmosphäre zum starken Glühen erhitzt, wobei schweflige Säure entweicht und Aluminium zurückbleibt. Durch Umrühren der Masse wird diese Wirkung befördert. Das erhaltene Aluminium kann in ähnlicher Weise, wie es beim Puddeln des Eisens üblich ist, behandelt und dann entweder gewalzt oder gehämmert werden.

Oder: das Schwefelaluminium wird in einer sauerstofffreien Atmosphäre zum Rothglühen erhitzt und dann trocknes Wasserstoffgas (oder das durch Einwirkung von Wasserdampf auf glühende Kohle erzeugte Gemenge von Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas) darüber geleitet. Sollte hierbei eine niedrigere Schwefelungsstufe entstehen,

so sucht man das Aluminium durch eine Art Saigerung daraus abzuschneiden.

Corbelli in Florenz ließ sich für England folgende Methode patentiren:

100 Grm. Thon, welcher durch Schlämmen von fremdartigen Theilen befreit und sodann gut getrocknet wurde, werden mit etwa dem sechsfachen Gewicht Schwefelsäure oder ganz concentrirter Salzsäure behandelt, indem man die Mischung zuletzt in einem Tiegel bis zu 450 bis 500° erhitzt. Die so erhaltene Masse wird mit 200 Grm. wasserfreiem Blutlaugensalz und 150 Grm. Kochsalz vermischt und diese Mischung in einem Tiegel zum Weißglühen erhitzt. Nach dem Erkalten findet man das reducirte Aluminium am Boden des Tiegels angesammelt.

Nach Versuchen von Deville gelingt die Reduction nach dieser Methode nicht.

Knowles zerlegt das Chloraluminium durch Cyankalium oder Cyannatrium, wobei unter Bildung von Chloralkalium und Chlornatrium Aluminium reducirt wird. Das Cyankalium soll aus dem atmosphärischen Stickstoff gewonnen werden, durch Schmelzen eines Gemenges von Potasche und Kohle unter Darüberleiten von Hohofengichtgasen.

Analysen von käuflichem Aluminium.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Aluminium	88,35	92,969	96,253	92,00	92,5	96,16	94,7
Silicium	2,87	2,149	0,454	0,45	0,7	0,47	3,7
Eisen	2,40	4,882	3,293	7,55	6,8	3,37	1,6
Kupfer	6,38	—	—	—	—	—	—
Blei	Spur	—	—	—	—	—	—
Natrium	—	Spur	Spur	—	—	—	—

1) Pariser, nach Salvétat. 2) Pariser. 3) Berliner, nach Mallet. 4) Pariser, im Haag verarbeitet. 5) und 6) Pariser, nach Dumas. 7) Von Bonn bezogen, nach Kraut.

Verarbeitung des Aluminiums. Wir haben oben bei den Eigenschaften des Aluminiums erwähnt, daß es sich leicht zu Blech auswalzen, zu Draht ziehen und zur dünnsten Folie ausschlagen lasse. Bei der weitern Verarbeitung zu den verschiedensten Gegenständen machte sich dann der Umstand geltend, daß die Löthung des neuen Metalls anfangs unmöglich erschien. Auch diese Schwierigkeit ist jetzt als beseitigt zu betrachten, nachdem es Ph. Mourey, Gold- und Silberarbeiter zu Paris, gelungen ist, ein in neuester Zeit noch wesentlich verbessertes Verfahren zu ermitteln, mittelst dessen man leicht jeden beliebigen Gegenstand aus dem neuen Metall anfertigen kann.

Wir entnehmen der Beschreibung der Methode, sowie das über die sonstige mechanische Bearbeitung einer Mittheilung von Dr. W. v. Schwarz in Paris, die fast wörtlich gleichlautend mit einer von Mourey veröffentlichten Originalabhandlung ist.

Löthen. Man bedarf je nach den zu verbindenden Gegenständen fünf verschiedener Lothe, die aus Legirungen von Aluminium mit Kupfer und Zink in verschiedenen Verhältnissen bestehen. Diese haben folgende Zusammensetzung:

Nr. 1.	80	Gewichtstheile	Zink,
	8	"	Kupfer,
	12	"	Aluminium.
Nr. 2.	85	"	Zink,
	6	"	Kupfer,
	9	"	Aluminium.
Nr. 3.	88	"	Zink,
	5	"	Kupfer,
	7	"	Aluminium.
Nr. 4.	90	"	Zink,
	4	"	Kupfer,
	6	"	Aluminium.
Nr. 5.	94	"	Zink,
	2	"	Kupfer,
	4	"	Aluminium.

Um die Lothe darzustellen, wirft man zuerst das Kupfer in den Tiegel. Ist dies geschmolzen, so wird das Aluminium, und zwar in 3 bis 4 Portionen getheilt, zugelegt, und dadurch die geschmolzene Masse im Tiegel etwas abzukühlen. Wenn die beiden Metalle geschmolzen sind, rührt man die Masse mit einem kleinen Eisenstäbchen um und trägt endlich die erforderliche Menge möglichst reines, eisenfreies Zink ein, welches sehr rasch schmilzt. Man rührt darauf die Legirung nochmals schnell mit einem Eisenstäbchen um, bringt gleichzeitig etwas Fett oder Benzin (Steinkohlentheeröl) in den Tiegel, um dadurch den Zutritt der Luft und die Oxydation des Zinks zu verhüten, und gießt endlich die ganze Masse in eine ebenfalls mit etwas Benzin ausgestrichene Stangenform aus. Nach dem Zusatz des

Zinks muß die Operation sehr rasch zu Ende gebracht werden, weil sonst das Zink verdampfen und verbrennen würde. Sobald das Zink geschmolzen ist, nimmt man den Ziegel aus dem Ofen.

Die einzelnen Metallstücke, welche zusammengelöthet werden sollen, werden zuvörderst wohl gereinigt, dann an den Verbindungsstellen mit einer feinen Feile etwas rauh gemacht und von dem passenden Loth, welches zur Größe von Hirseförnern zerkleinert ist, aufgetragen. Den Gegenstand legt man auf erwärmte Holzkohlen und bewirkt die Schmelzung des Loths durch die Flamme eines Gebläses, worin Leuchtgas durch einen Luftstrom verbrannt wird, oder durch eine Richemont'sche Terpentinölampe. Während der Schmelzung streicht man das Loth mit einem kleinen Kolben von reinem Aluminium aus und sucht dabei das Loth so viel wie möglich in die Fugen durch gelindes Andrücken einzutreiben. Der Löthkolben aus reinem Aluminium ist wesentliches Bedingniß für das Gelingen der Operation, da ein Kolben aus jedem andern Metall sich mit den Bestandtheilen des Loths legiren würde, während das geschmolzene Loth an dem Aluminiumkolben nicht haftet.

Die Wahl der einzelnen Lothe richtet sich nach der Beschaffenheit der zu löthenden Gegenstände, für Bijouteriewaaren u. dergl. wendet Mouré das Loth Nr. 1, für größere Gegenstände, wie Kaffeekannen, Tassen u. dergl., das Loth Nr. 4 an. Des letztern bedient er sich überhaupt zu den meisten Zwecken.

Das beschriebene Verfahren weicht etwas von dem anfangs von Mouré gebrauchten ab, insofern er damals als Loth Legirungen anwandte, in welchen kein Kupfer, sondern nur Aluminium und Zink enthalten war. Er bediente sich dann einer der leichter schmelzbaren Legirungen, um die einzelnen Stücke zuerst zusammenzuheften, und verband sie später mit einem schwerer schmelzbaren Loth. Um dabei eine Oxidation des Loths zu vermeiden, fügte er zu diesem eine Quantität Copaibabalsam und Terpentin, welche ebenso wie beim Silberlöthen der Borax wirkt. Bei dem neuen Löthen ist das Verfahren weit einfacher, insofern die Arbeit mit einem Loth beendigt wird und die Befestigung mit Balsam überflüssig ist.

Die so ausgeführten Löthungen sind so vollkommen, daß zusammengelöthete Streifen Aluminiumblech beim Hin- und Herbiegen nie an der Löthstelle, sondern nur außer derselben gebrochen werden können, was bei der besten Silberlöthung nicht einmal immer der Fall ist.

Guß des Aluminiums. Um das Aluminium gut schmelzen und gießen zu können, muß man die Quantität des Metalls, welche man schmelzen will, ja nicht auf einmal in den Ziegel, sondern nach und nach in kleinen Portionen eintragen, damit sich die Masse von Zeit zu Zeit bis zum völligen Schmelzen der ganzen Quantität etwas abkühle. Ein wesentlicher Handgriff zur Erlangung eines guten reinen Gusses besteht darin, die zu schmelzenden einzelnen Stücke in Benzin zu tauchen, bevor man sie in den Ziegel wirft. Mouré gießt sogar eine kleine Quantität Benzin nach vollendeter Schmelzung des Aluminiums in den Ziegel und empfiehlt die Anwendung des Benzins überhaupt beim Schmelzen aller edlen Metalle.

Verwendet man die bei der Verarbeitung des Aluminiums zu den verschiedenen Industrieartikeln sich ergebenden Abfälle, so muß man so viel wie möglich vorher die Stücke, an welchen Löthungen befindlich sind, ausscheiden, damit der neue Guß durch das Loth nicht verunreinigt werde. Das anhaftende Loth kann man ganz entfernen, wenn man die Abfälle in Salpetersäure legt, indem diese nur das Loth, nicht aber das reine Aluminium angreift.

Glühen des Aluminiums. Das Ausglühen der aus Aluminium angefertigten Gegenstände ist nicht schwieriger, als das aller übrigen Metalle. In dem Augenblick, wo das Aluminium sich zu röthen beginnt, ist dessen Ausglühen vollständig. Diejenigen Metallarbeiter, welche über den richtigen Zeitpunkt Besorgniß hegen sollten, können die Oberfläche des zu glühenden Gegenstandes mit einem fetten Körper bestreichen; das Verschwinden desselben bezeichnet den Moment, in welchem der Gegenstand aus dem Glühofen zu entfernen ist.

Walzen des Aluminiums. Das Aluminium läßt sich eben so leicht auswalzen, als andere Metalle, nur muß es öfter ausgeglüht werden.

Pressen und Austreiben des Aluminiums. Das Aluminium kann zu allen runden und hohlen Formen und Gefäßen, wie Thee- und Kaffeekannen u. dergl., auf der Drehbank gedrückt werden. Nur muß man sich dazu einer Art von Firniß aus 4 Th. Terpentinöl und 1 Th. Stearinsäure bedienen.

Gravirung und Guillochirung. Das Aluminium widersteht der directen Einwirkung des Grabstichels. Er gleitet auf der Oberfläche des Metalls wie auf einer harten Glasfläche ab. Sobald man aber den Firniß von Terpentinöl und Stearinsäure oder etwas Olivenöl mit Rum vermengt zu Hilfe nimmt, so dringt der Stichel wie in reines Kupfer ein.

Schleifen. Die getriebenen und gepreßten Gegenstände aus Aluminium können vor dem Glänzen sehr leicht mit Olivenöl und Bimstein abgeschliffen werden.

Glänzen und Poliren. Die Anwendung der bisher in den Gewerben benutzten Mittel zum Glänzen und Poliren der Metalle, als Seife, Wein, Essig, Leinsamenschleim, Eibischwurzeldecoct, führt bei dem Aluminium nicht nur nicht zum Ziele, sondern ist demselben sogar schädlich, weil der Blutstein und der Polirstahl damit das Metall ebenso rigen, wie der Feuerstein das Glas. Man hat ebenfalls ohne Erfolg die Anwendung des Terpentinöls versucht. Mouré fand nach vielfachen Versuchen, daß eine Mischung von gleichen Gewichtstheilen Olivenöl und Rum, die in einer Flasche so lange geschüttelt wird, bis eine emulsionartige Masse entsteht, einen ausgezeichneten und sehr lebhaften Glanz giebt. Man taucht den Polirstein in diese Flüssigkeit und glänzt das Aluminium ebenso wie Silbergeräth; nur darf man beim Glänzen nicht stark aufdrücken. Die eigenthümlichen schwarzen Streifen, welche sich unter dem Polirstein bilden, dürfen nicht beirren, sie schaden dem Glanze nicht im mindesten. Man kann sie überdies von Zeit zu Zeit mit einem Baumwollbäuschchen entfernen.

Reinigen und Entfetten. Als das beste Mittel zum Putzen des Aluminiums wurde das Benzin erkannt. Man taucht die Gegenstände in Benzin und trocknet sie darauf in feinem Sägemehl.

Färben, Vergolden und Versilbern. Die aus Aluminium gefertigten Gegenstände nehmen mit der Zeit an der Luft eine hellere Farbe an. Um ihnen diese sofort zu ertheilen, bringt Mourey sie in eine Flüssigkeit, die auf 1000 Th. Wasser 2 Th. Flußsäure enthält. Die Vergoldung und Versilberung auf galvanischem Wege bietet nicht die geringste Schwierigkeit. Man kann mittelst eines Deckgrundes beliebig Vergoldungen und Versilberungen auf Aluminium anbringen. Durch eine richtige Combination lassen sich auf denselben Gegenstände sechs verschiedene Metallfarben anbringen. Nämlich auf Aluminium Gold glänzend und matt, Silber glänzend, matt und bleigrau.

Die Vergoldung gelingt nach Tiffier auch ohne Anwendung eines galvanischen Apparats durch Auftragen einer Lösung des bekannten Sel d'or, welche man bereitet, indem man 8 Grm. Gold in Königswasser löst, die Flüssigkeit mit Wasser verdünnt und mit einem Ueberschuß von Kalkmilch versetzt, womit man bis zum nächsten Tage digeriren läßt; der Niederschlag von goldsaurem Kalk und Kalkhydrat wird mit Wasser gewaschen und dann mit einer Lösung von 20 Grm. unterschwefligsaurem Natron in 1 Liter Wasser übergossen. Nach einigen Stunden filtrirt man. Die Flüssigkeit vergoldet das Aluminium vollständig schon in der Kälte. Das Metall muß vorher abgebeizt werden, indem man es nach einander mit Kalilösung, Salpetersäure und Wasser behandelt.

Legirungen. Das Aluminium verbindet sich mit den meisten Metallen. Inwieweit die Eigenschaften des Aluminiums durch einen Gehalt an anderen Metallen abgeändert werden und welchen Einfluß ein Aluminiumgehalt auf andere Metalle ausübt, haben wir schon im Befentlichen früher (S. 3) mitgetheilt. Legirungen aus reinen Metallen sind bis jetzt nur sehr wenige dargestellt und noch weniger genau studirt worden. Wir müssen uns daher darauf beschränken, auch hier nur historisch zu skizziren.

Calvert und Johnson stellten Legirungen von Aluminium mit Eisen und mit Kupfer dar. Sie gewannen die mit Eisen, indem sie ein Gemisch von 8 Aeq. Chloraluminium, 4 Aeq. Eisenseile und 8 Aeq. Kalk zwei Stunden lang der Weißglühhitze aussetzten. Es entstand dabei eine Legirung, die 12 Th. Aluminium und 88 Th. Eisen enthielt, mithin der Formel $AlFe_4$ entsprach. Sie war außerordentlich hart und konnte geschmiedet und geschweißt werden; an feuchter Luft rostete sie. Eine ähnliche Legirung wurde erhalten, als dieselbe Mischung, aber mit Zusatz von etwas Kohle, zwei Stunden dem Feuer einer Schmiedeeise ausgesetzt wurde. In der dabei fallenden Schlacke, aus Chlorcalcium und Kohle bestehend, befanden sich eine große Anzahl Kügelchen von der Größe einer Erbse bis zu der eines Stecknadelfnopfes. Diese waren silberweiß und sehr hart, sie rosteten aber weder in feuchter Luft noch durch Berührung mit salpetriger Säure und enthielten

24,5 Th. Aluminium und 75,5 Th. Eisen, mithin der Formel Al_2Fe_3 entsprechend. Diese Legirung, mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, giebt das Eisen ab und hinterläßt reines Aluminium.

Auf ähnliche Weise erhielten sie zwei Legirungen mit Kupfer, deren Zusammensetzung den Formeln $AlCu_5$ und $AlCu_3$ entsprach, über deren Eigenschaften aber keine weiteren Angaben gemacht sind.

Eine andere Methode zur Darstellung von Kupfer- und Eisenlegirungen wurde Benzon für England patentirt und von ihm folgendermaßen beschrieben:

Zur Darstellung der Legirung mit Kupfer vermengt man metallisches Kupfer oder Kupferoxydul, oder Kupferoxyd, in möglichst fein vertheiltem Zustande, mit fein gepulverter reiner, aus Alaun dargestellter Thonerde und Kohle, vorzugsweise Thierkohle. Die Thonerde und das Kupfer oder dessen Dryde werden im stöchiometrischen Verhältniß, von der Kohle aber ein Ueberschuß angewandt. Die Mischung bringt man in einen Gußstahlschmelztiegel, dessen Wände mit Kohle ausgekleidet sind, bedeckt sie darin noch mit Kohle, setzt den Tiegel so lange einer Temperatur aus, die dem Schmelzpunkt des Kupfers nahekommt, bis die Thonerde reducirt ist, und steigert darauf die Hitze so weit, daß die Legirung zusammenschmilzt. Auf diese Weise kann man eine Reihe von Legirungen erhalten, deren Härte und sonstige Eigenschaften von ihrem Aluminiumgehalt abhängen. Um Legirungen von bestimmter Zusammensetzung zu erhalten, ist es am zweckmäßigsten, sich zuerst eine Legirung von möglichst hohem Aluminiumgehalt darzustellen, diese zu analysiren und sie dann in den erforderlichen Verhältnissen mit Kupfer zusammenzuschmelzen.

Der für das Kupfer und dessen Dryde beschriebene Proceß kann auch zum Reduciren der Thonerde mit Eisen und dessen Dryden angewandt werden, nur muß man dabei die Kohle in größerem Ueberschuß zusetzen, ferner eine stärkere Hitze geben und diese länger andauern lassen, als zur Darstellung einer Kupferlegirung. In Verührung mit Eisenoxiden wird die Thonerde leichter reducirt, als mit metallischem Eisen.

Wären diese Methoden ausführbar, so wäre einerseits die Möglichkeit gegeben, die Kupferlegirung zu billigem Preise und andererseits aus der Eisenlegirung das reine Aluminium leicht darzustellen. Bei Versuchen, die in Laboratorien zu Zürich und Augsburg angestellt wurden, ergab sich jedoch, daß das wiedergeschmolzene Kupfer kaum Spuren oder gar kein Aluminium enthielt.

Hirzel stellte eine Reihe von Legirungen mit Kupfer, Silber und Zinn nach Aequivalentverhältnissen dar. Das dazu benutzte Aluminium war frei von Kupfer, enthielt aber Eisen und Silicium, deren Quantitäten jedoch nicht bestimmt wurden. Die Legirung Al_2Ag ist nach ihm sehr porös, silberweiß, an der Luft bald anlaufend, spez. Gew. 6,733. $AlAg$ ebenfalls silberweiß, wenig porös, an der Luft anlaufend, spez. Gew. 8,744. $AlAg_2$ rein silberweiß, sehr hämmerbar, geschmeidig, an der Luft anlaufend, spez. Gew. 9,376. Die meisten seiner Kupferlegirungen sind sehr spröde und leicht oxydirbar. Nur die Legirung von 6 bis 10

Th. Aluminium mit 94 bis 90 Th. Kupfer ist fest, geschmeidig, haltbar, von schöner Goldfarbe. Legirungen von viel Aluminium mit wenig Kupfer sind nicht geschmeidig und bläulich oder graulich weiß. Bei 60 bis 70 Proc. Aluminium sind sie sehr spröde, glas- hart, schön krystallinisch. Bei 50 Proc. Aluminium ist die Legirung ganz mürbe, unter 30 Proc. nimmt die Härte wieder zu.

Von den Zinnlegirungen sind diejenigen, welche mehr als 30 Proc. Aluminium enthalten, silberweiß, aber porös und brüchig. Eine 19 Proc. und namentlich 7 Proc. Aluminium enthaltende Legirung ist hingegen bei schöner weißer Farbe geschmeidig.

Mit Blei vereinigt sich Aluminium nicht. Gleiche Aequivalente Zink und Aluminium, unter einer Decke von Kochsalz und Chlorcalcium zusammen geschmolzen, vereinigen sich unter Feuererscheinung zu einer silberweißen, sehr spröden krystallinischen Legirung von 4,532 spez. Gew.

Die einzige Legirung, welche einer ausgedehnteren Anwendbarkeit fähig scheint, ist die von 90 Th. Kupfer und 10 Th. Aluminium, die als Aluminiumbronze bezeichnet wird. Sie vereinigt große Härte mit großer Zähigkeit und besitzt eine schöne goldgelbe Farbe. Sie läßt sich bei Rirschrothgluth schmieden und kann in der Hitze wie Stahl bearbeitet werden. Nach Versuchen von v. Burg erfordert ein heiß gehämmertes Prisma von 1 Quadrat Zoll Querschnitt zur Zerreißung eine Belastung von 80000 Pfd., ein gegossenes, nicht gehämmertes Prisma von demselben Querschnitt zerriß bei einer Belastung von 61530 Pfd.

Nach Versuchen von Lechatelier erforderten Cylinder von 1 Quadratmillimeter Querschnitt von verschiedenen zusammengesetzten Bronzen folgende Belastung zur Zerreißung:

Zusammensetzung der Bronze.		Zerreißungsgewicht pro Quadratmillimeter.
Aluminium.	Kupfer.	Kilogr.
10	90	58,36
10	90	55,35
8	92	33,18
5	95	32,2
5	95	31,43

Die Festigkeit der gegossenen Aluminiumbronze liegt daher zwischen der des Eisens und Stahls, die der gehämmerten Bronze kommt der des stahlartigen Eisens nahe.

Aus solcher Bronze wurde von Christofle in Paris ein Zapfenlager für eine Polirscheibe angefertigt, die in der Minute 2200 Umdrehungen machte; es wurde erst nach achtzehn Monaten unbrauchbar, während andere Lager schon nach drei Monaten durch neue ersetzt werden mußten. Ein anderes Lagerfutter für eine Sägemaschine, welche 240 Umdrehungen in der Minute machte, zeigte nach einem Jahr noch keine Spur von Abnutzung, während die Lagerfutter von gewöhnlicher Bronze bei dieser Maschine höchstens eine Dauer von vier Monaten hatten. Auch Handschuhwaffen, aus Aluminiumbronze angefertigt, hielten die strengsten Proben vortrefflich aus.

In neuester Zeit sind in Paris sogar Kanonen daraus angefertigt worden. Für denselben Zweck erhielt

Lancaster 1858 ein Patent für England. Es sind jedoch bis jetzt noch keine Erfahrungen über die damit erlangten Resultate mitgetheilt. Das einzige Hinderniß für diesen Zweck dürfte aus dem noch zu hohen Preise des Aluminiums herzuleiten sein. Denn nach einer Berechnung des Artillerieoberst Weber berechnet sich der Preis der Aluminiumbronze, wenn man 1 baye- risches Pfund Aluminium zu 26 Gulden 8 Kreuzer (1 Kilogr. = 100 Frc.), den bayerischen Centner Kupfer zu 75 Gulden und den Centner Zinn zu 85 Gulden annimmt, auf 338 Gulden 42 Kreuzer, während die gewöhnliche Bronze von 90 Th. Kupfer und 10 Th. Zinn 78 Gulden 17 Kreuzer kostet. Ein Geschützrohr von 10 Ctr. Gewicht würde daher aus Aluminiumbronze 3387 Gulden, aus gewöhnlicher Bronze 782 Gulden 48 Kreuzer kosten.

Bei dieser Berechnung sind jedoch, wie Briggleb sehr richtig bemerkt, zwei Umstände außer Acht gelassen, nämlich erstens das geringere spezifische Gewicht der Aluminiumbronze und zweitens die größere Festigkeit derselben. Das spezifische Gewicht der Aluminiumbronze ist 7,263, das der Zinnbronze 8,744. Ein Rohr aus Aluminiumbronze von denselben Dimensionen, verglichen mit einem 10 Ctr. schweren aus gewöhnlicher Bronze, würde daher nur 8,3 Ctr. wiegen. Die Festigkeit der gewöhnlichen verhält sich aber zu der der Aluminiumbronze wie 32000 zu 78862, man würde daher die Wandstärke der Geschütze in diesem Verhältnis verringern können, woraus sich ergibt, daß ein aus Aluminiumbronze gefertigtes Rohr von 3,37 Ctr. Gewicht dieselbe Leistungsfähigkeit haben muß wie ein 10 Ctr. schweres von gewöhnlicher Bronze. Dadurch verringert sich aber der berechnete Preis von 3387 Gulden auf 1141 Gulden 36 Kreuzer.

Verbindungen des Aluminiums. In allen Verbindungen, die das Aluminium mit anderen Elementen eingeht, finden sich stets 2 Aeq. Aluminium mit 3 Aeq. der anderen Elemente verbunden. Wir kennen nur ein Dryd Al_2O_3 , ein Chlorid Al_2Cl_3 , eine Schwefelstufe Al_2S_3 u. Es sind daher diese Verbindungen dem Eisenoryd, Eisenchlorid u. analog, während die dem Eisenorydul, Eisenchlorür u. entsprechenden fehlen. Das Dryd des Aluminiums Al_2O_3 , die Thonerde, ist mit dem Eisenoryd isomorph, sie krystallisirt in derselben Form wie dieses, ihre Salze haben dieselbe Zusammensetzung, dieselbe Krystallform, fast dieselben Eigenschaften, wie die des Eisenoryds.

Aluminiumoryd, Al_2O_3 , Thonerde, Alaun-erde. Das Aluminiumoryd oder die Thonerde, Alaun-erde, wie es nach seinem Vorkommen im Thon und Alaun genannt wird, findet sich in reinem Zustande nur selten in der Natur. Der farblose Korund ist reine Thonerde, im Rubin und Sapphir ist sie durch Spuren von Chromoryd und Kobaltoryd gefärbt. (Nach Deville und Caron ist es wahrscheinlich, daß die blaue Farbe des Sapphirs ebenfalls durch eine Drydationsstufe des Chroms bewirkt wird.) In größerer Menge, jedoch auch nur an wenigen Orten, findet sich ein ebenfalls im Wesentlichen aus reiner Thonerde bestehen-

des Mineral, der Smirgel. Am verbreitetsten in der Natur sind die Doppelverbindungen der Thonerde und anderen Basen mit Kieselsäure, wozu z. B. Feldspath, Glimmer und eine große Reihe der wichtigsten Mineralien und die aus ihrer Zersetzung hervorgegangenen Producte, der Thon u., gehören. Sie bilden die größte Masse unserer Erdrinde, in Form von Thon gehen sie in jede Ackerkrume über und bedingen deren Fruchtbarkeit. Die Thonerde selbst wird aber nicht von den Pflanzen (mit Ausnahme einer einzigen Gattung) aufgenommen und kann sich also auch nicht im Thierkörper finden.

Auf künstliche Weise stellt man die Thonerde aus ihren Salzen dar und am leichtesten aus dem Alaun, einem Doppelsalz von schwefelsaurer Thonerde mit schwefelsaurem Kali oder schwefelsaurem Ammoniak. Eine Lösung desselben wird siedendheiß so lange mit einer Lösung von kohlensaurem Natron versetzt, bis die Flüssigkeit deutlich alkalisch reagirt. Die schwefelsaure Thonerde des Alauns wird dabei zersetzt, der größte Theil der Schwefelsäure verbindet sich sofort mit dem Natron, während die Kohlenensäure unter lebhaftem Aufbrausen entweicht. Es fällt dabei zuerst ein basisch schwefelsaures Thonerdesalz nieder, in dem Maße aber, als mehr kohlensaures Natron zugefetzt wird, wird diesem basischen Salze die Schwefelsäure entzogen und beim Digeriren mit überschüssigem kohlensauren Natron geht sie ganz in Lösung über. Das niedergefallene Thonerdehydrat ist aber nicht rein, es enthält Natron gebunden, welches ihm nicht durch Auswaschen entzogen werden kann. Man wäscht daher den Niederschlag zuerst mit siedendem Wasser so weit aus, bis das Waschwasser nur noch beim Vermischen mit Chlorbaryum eine sehr schwache Reaction auf Schwefelsäure giebt, löst darauf den Niederschlag in Salzsäure, fällt die Thonerde durch einen Ueberschuß von Ammoniak, erhitzt zum Sieden und wäscht dann vollständig aus. Diese doppelte Fällung ist, wenn es sich um die Darstellung eines reinen Präparats handelt, erforderlich, weil das sich zuerst auscheidende basische Salz nicht durch Ammoniak zersetzt wird; würde man daher gleich anfangs mit Ammoniak fällen, so würde dem Thonerdehydrat basisch schwefelsaure Thonerde beigemischt bleiben.

Das so dargestellte Thonerdehydrat ist eine rein weiße, sehr voluminöse, fast kleisterartige Masse, die sich sehr schwierig auswaschen läßt. Durch Aufstoßen und Waschen mit siedendem Wasser wird der Niederschlag etwas dichter, bleibt aber doch immer sehr voluminös. Setzt man ihn der Frostfalte aus, so verwandelt es sich in ein ziemlich dichtes Pulver, welches sich weit besser waschen läßt. Beim Trocknen schwindet das Thonerdehydrat sehr zusammen und bildet dann dichte, weiße, an den Ranten durchscheinende Stücke.

In Wasser ist das so dargestellte Thonerdehydrat vollkommen unlöslich. Es ist dagegen leicht löslich in verdünnten Säuren, in Kali- und Natronlauge. In Ammoniak löst es sich in geringer Menge, die Gegenwart von Ammoniaksalzen verringert die Löslichkeit bis auf ein nicht zu beachtendes Minimum. Aus der Lösung in Kali und Natron wird das Thonerdehydrat durch Ammoniaksalz (alkalischhaltig) wieder gefällt. Bringt man

metallisches Aluminium in Ammoniakflüssigkeit, so wird Wasserstoff frei und Thonerdehydrat gebildet, von dem ein ziemlich großer Theil in Ammoniak gelöst bleibt.

Beim Erhitzen giebt das Thonerdehydrat sein Wasser ab. Je nach der Temperatur, welcher die Thonerde dabei ausgesetzt wurde, zeigt sie verschiedene Eigenschaften. Hat man nur schwach geblüht, so ist die Thonerde im höchsten Grade hygroskopisch und zieht in sehr kurzer Zeit an der Luft bis zu 15 Proc. Wasser an. In diesem Zustande ist sie noch ziemlich leicht in Salzsäure und Schwefelsäure löslich. Erhitzt man stärker, so wird sie dichter und löst sich nur noch sehr schwierig in concentrirten Säuren. Anhaltend einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt, verliert sie ihre hygroskopischen Eigenschaften vollständig und wird vollkommen unlöslich selbst in den concentrirtesten Säuren. Die durch Verbrennen des Aluminiums in Sauerstoff enthaltene Thonerde, sowie die natürlich vorkommende, hat diese Eigenschaften. Sie kann dann nur wieder in den löslichen Zustand übergeführt werden, indem man sie auf das Feinste pulvert und mit saurem schwefelsaurem Kali oder mit kohlensaurem Natron-Kali anhaltend schmilzt. Bei den durch gewöhnliche Brennstoffe hervorzubringenden Temperaturen schmilzt die Thonerde nicht. Nur in der Hitze des Knallgasgebläses wird sie flüchtig; beim Erkalten erstarrt sie krystallinisch. Die geschmolzene Thonerde unterscheidet sich von der ebenfalls im Knallgasgebläse schmelzenden Kieselsäure dadurch, daß sie sich nicht wie jene zu Fäden ziehen läßt.

Das Thonerdehydrat verbindet sich mit allen Farbstoffen, es entzieht diese ihren wässerigen Lösungen sowohl, wenn man diese mit feuchtem Thonerdehydrat zusammenbringt, als wenn man sie mit Thonerdesalzen mischt und mit Ammoniak fällt. Diese Verbindungen nennt man Lacke und verwendet sie auf die verschiedenste Weise in der Malerei. Auf derselben Eigenschaft beruht die Anwendung der Thonerdesalze in der Färberei und beim Zeugdruck als Beizen.

Eine ganz eigenthümliche Modification des Thonerdehydrats erhält man nach W. Crum durch anhaltendes Erhitzen der essigsauren Thonerde. Die Essigsäure entweicht dabei und es bleibt ein in Wasser lösliches Hydrat zurück.

Man erhält es auf folgende Weise:

Eine Lösung von chemisch reiner schwefelsaurer Thonerde wird mit Bleizucker vermischt, bis alle Schwefelsäure als schwefelsaures Bleioryd ausgefällt ist. Den Ueberschuß von Blei entfernt man durch Schwefelwasserstoff und läßt die Flüssigkeit fünf bis sechs Tage bei einer Temperatur von 20° ruhig stehen. Es scheidet sich dann ein unlösliches Salz aus, welches auf 1 Aeq. Thonerde 2 Aeq. Essigsäure enthält. 24 Th. von diesem Salz übergießt man mit einer Mischung von 40 Th. Wasser und 15 Th. concentrirter Schwefelsäure, verdünnt noch mit 80 Th. Wasser und fügt 44 Th. kohlensaures Bleioryd hinzu. Durch diese Behandlung wird das unlösliche essigsaure Salz in eine lösliche Modification von derselben Zusammensetzung übergeführt. Das kohlensaure Bleioryd dient zur Entfernung der zugefetzten Schwefelsäure. Man filtrirt vom schwefelsauren Bleioryd ab, leitet Schwefelwasserstoff

in die Flüssigkeit und setzt vorsichtig so viel essigsauren Baryt zu, als erforderlich ist, um die geringe Menge von noch vorhandener Schwefelsäure zu beseitigen. Diese Lösung enthält dann nahezu 5 Proc. Thonerde. Sie wird so weit verdünnt, daß auf 200 Th. Flüssigkeit nur 1 Th. Thonerde kommt, und in ein verschlossenes Gefäß gebracht, welches zehn Tage und Nächte lang in kochendem Wasser eingetaucht ist. Es findet dabei eine vollständige Zersetzung des Salzes Statt, die Essigsäure sowie das Thonerdehydrat sind beide in freiem Zustande in der Flüssigkeit gelöst. Um die Essigsäure zu entfernen, verdünnt man die Flüssigkeit mit Wasser auf das Doppelte ihres Volumens, bringt sie in einem geräumigen Gefäß, dessen Boden nicht mehr als zu $\frac{1}{4}$ Zoll Tiefe damit bedeckt sein darf, zum lebhaften Sieden und unterhält dieses ungefähr $1\frac{1}{2}$ Stunden lang, wobei alle Essigsäure entweicht. Das dabei verdampfende Wasser muß beständig durch frisches ersetzt werden.

Die so erhaltene Flüssigkeit ist vollkommen klar und geschmacklos. Verdampft man sie im Wasserbade zur Trockne, so bleibt ein Thonerdehydrat, welches beim Glühen 2 Aeq. Wasser verliert.

Die Lösung des Thonerdehydrats zeigt höchst merkwürdige Eigenschaften. Mischt man 1 Th. Schwefelsäure (SO_2) in 1000 Th. Wasser mit 8000 Th. einer Lösung, welche 20 Th. Thonerde enthält, so verwandelt sich das Ganze in eine feste durchsichtige Gallerte. Durch Auspressen läßt sich der flüssige Theil von der Gallerte trennen, die letztere enthält fast die Gesammtmenge der zugesetzten Schwefelsäure. Ähnlich verhalten sich Citronensäure, Weinsäure, Oxalsäure und die meisten übrigen organischen Säuren, mit Ausnahme von Essigsäure und Ameisensäure; Salpetersäure und Salzsäure müssen in weit größerer Menge angewandt werden, es bringen 300 Aeq. dieser Säuren denselben Effect hervor wie 1 Aeq. Schwefelsäure. Arsenige Säure, Bor-säure und einige andere coaguliren nicht.

1 Th. Kali in 1000 Th. Wasser coagulirt 9000 Th. der Lösung. Natron, Ammoniak, Kalk wirken gleich. Eine siedende Lösung von Kali oder Natron löst das Coagulum sogleich und verwandelt die Thonerde in die gewöhnliche Modification. Ebenso verhält sich concentrirte Schwefelsäure und Salzsäure.

Von essigsauren Salzen ist eine große Quantität erforderlich, um die Coagulation hervorzubringen. Der feste Theil des durch essigsaures Natron gefällten Coagulum löst sich auf Zusatz von Wasser wieder auf.

Der menschliche Speichel coagulirt sofort, ein Theelöffel voll der Lösung in den Mund genommen, wird sogleich fest.

Bermischt man die Lösung mit Farbstoffabkochungen, wie Quercitron, Campecheholz etc., so tritt Coagulation ein, der Farbstoff wird aber nicht mit gefällt, so daß die Thonerde in dieser Modification nicht mehr als Beize wirkt.

Im wasserfreien Zustande erhält man die Thonerde entweder durch Glühen des Hydrats, oder durch starkes Erhitzen ihrer schwefelsauren Salze.

Am einfachsten ist die Darstellung aus Ammonialaun. Die Krystalle desselben werden in einem reinen

eisernen Gefäß gelinde erhitzt, wobei sie in ihrem Krystallwasser schmelzen. Das Wasser verdampft, es bleibt eine zähe Masse zurück, die sich bei stärkerem Erhitzen stark aufbläht und dabei unter theilweiser Zersetzung zu einer lockern weißen Masse erstarrt. Diese läßt man erkalten, zerstoßt sie zu Pulver und setzt sie in einem Ziegel einer lebhaften Rothgluth aus. Alles Ammoniak und fast die Gesammtmenge der Schwefelsäure entweichen dabei. Den Rest der Schwefelsäure kann man entfernen, wenn man die geglühte Masse mit einer Lösung von kohlensaurem Natron befeuchtet, eintrocknet und von Neuem glüht. Wäscht man dann mit Wasser aus, so geht die Schwefelsäure mit Natron verbunden in Lösung, die zurückbleibende Thonerde enthält dann aber Natron, welches jedoch für die technischen Verwendungen (zur Darstellung des Chloraluminiums) nicht schädlich ist.

Auf dieselbe Weise kann man nach Brunner die Thonerde aus dem Kalialaun darstellen. Man hat dann in der entwässerten und geglühten Masse neben Thonerde noch schwefelsaures Kali, welches man durch Auswaschen vor der Behandlung mit kohlensaurem Natron entfernt.

Leichter und mit geringeren Kosten erhält man die Thonerde nach Wöhler, indem man 4 Th. schwefelsaure Thonerde (concentrirten Alaun) mit 1 Th. wasserfreiem kohlensaurem Natron mischt und glüht. Der Rückstand wird durch Auswaschen mit Wasser vom schwefelsauren Natron befreit.

Krystallfrit erhält man die Thonerde nach Deville und Caron, indem man Fluoraluminium bei sehr hoher Temperatur auf Bor-säure wirken läßt, es tritt dabei Zersetzung ein, indem der Sauerstoff der Bor-säure sich mit dem Aluminium zu Thonerde verbindet, während Fluorbor entweicht.

Auf diese Weise lassen sich die Edelsteine Korund, Rubin, Sapphir künstlich darstellen. Farbloser Korund wird z. B. erhalten, wenn man in einen aus dichter Kohle angefertigten Ziegel Fluoraluminium bringt, darüber ein aus Kohle bestehendes, Bor-säure enthaltendes Schälchen befestigt und den mit seinem Deckel verschlossenen und gegen die Einwirkung der Luft in angemessener Weise geschützten Ziegel etwa eine Stunde lang bis zur Weißgluth erhitzt. Die durch die Zersetzung gebildete Thonerde scheidet sich dabei in großen breiten, aber dünnen Krystallen, abgestumpften Rhomboedern mit Flächen eines heragonalen Prismas, ab. Setzt man dem Fluoraluminium eine geringe Menge Fluorchrom zu und wendet einen aus Thonerde gefertigten Ziegel und ein aus Platin bestehendes Schälchen an, so erhält man violett-rothen Rubin; unter denselben Umständen, manchmal zugleich mit Rubinkrystallen, werden blaue Krystalle von Sapphir erhalten, deren Färbung entweder auf einem mindern Gehalt an Chrom beruht, oder darauf, daß letzteres in ihnen in einer andern Drydationsstufe enthalten ist, als in den Rubinkrystallen. Bei einem sehr großen Gehalt an Chromoxyd nehmen die Krystalle die grüne Farbe des Uwarowits an.

Früher wurde schon die Thonerde krystallfrit von Gehlmen erhalten, als er Thonerde mit Borax anhaltend der Hitze eines Porzellanofens aussetzte.

Als Hydrat oder im ganz schwach geglühten Zustande verbindet sich die Thonerde mit den stärkeren Säuren, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure etc., und bildet damit Salze, die zum größten Theil in Wasser löslich sind. In den schwächeren, so in allen organischen Säuren löst sich die Thonerde nicht; die Salze mit diesen Säuren stellt man am besten durch Zersetzung der schwefelsauren Thonerde mit den entsprechenden Baryt- oder Bleisalzen dar. Mit Kohlensäure bildet die Thonerde keine Verbindung. Die meisten Salze sind leicht in Wasser löslich und nur schwierig zum Krystallisiren zu bringen; die wenigen unlöslichen Salze, wie namentlich die Verbindungen mit Phosphorsäure, sind weiße, gelatinöse Massen, im Aussehen kaum von dem Thonerdehydrat zu unterscheiden. Die sämmtlichen neutralen Salze enthalten auf 1 Aeq. Thonerde 3 Aeq. Säure. Die Säure in den Salzen ist jedoch nur sehr lose gebunden, sie röthet stark Lackmuspapier und verhalten sich in mancher Beziehung, als ob ein Theil der Säure in ihnen im freien Zustande enthalten wäre. So löst eine Alaunlösung metallisches Eisen unter Wasserstoffentwicklung. Bei vorsichtigem Zusatz von Kali oder Natron entsteht zuerst kein Niederschlag, indem ein lösliches basisches Salz gebildet wird. Die Salze, welche flüchtige Säuren enthalten, geben diese schon beim Kochen ihrer Lösungen unter Bildung von basischen Salzen ab. Eine wässrige Lösung von Chloraluminium, die man als salzsaure Thonerde betrachten kann, verliert die Säure beim Eindampfen fast vollständig. Gelindes Glühen reicht in den meisten Fällen schon hin, um die Salze vollständig zu zersetzen.

Gegen Basen verhält die Thonerde sich wie eine Säure, sie löst sich leicht, wie oben erwähnt, in Kali und Natron. Ebenso verbindet sie sich mit Zinkoxyd (Zahnit), mit Magnesia (Spinell) und Kalk. Diese Verbindungen nennt man Aluminate.

Die neutralen Thonerdesalze verhalten sich gegen Reagentien folgendermaßen:

Schwefelwasserstoff bringt keine Fällung hervor.

Schwefelammonium fällt unter Abscheidung von Schwefel weißes Thonerdehydrat.

Kali und Natron fällen Thonerdehydrat, im Ueberschuß des Fällungsmittels löslich.

Ammoniak fällt Thonerdehydrat, im Ueberschuß unlöslich.

Kohlensaures Kali und Natron und kohlensaures Ammoniak fällen Thonerdehydrat, im Ueberschuß unlöslich.

Phosphorsaures Natron fällt weiße, gelatinöse phosphorsaure Thonerde, in Säuren und Alkalien leicht löslich.

Mit dem Löthrohr kann man die Thonerde am leichtesten nachweisen, indem man die Probe mit salpetersaurem Kobaltorydul befeuchtet und so in der Oxydationsflamme erhitzt. Sie zeigt nach dem Erkalten eine schöne blaue Farbe.

Schwefelaluminium, Al_2S_3 . Metallisches Aluminium verbindet sich mit Schwefel, wenn man es im Dampf desselben erhitzt, zu einer schwarzen Masse. Diefelbe läßt sich auch nach der oben (S. 20) beschriebenen

Fremy'schen Methode durch Erhitzen von Thonerde in Schwefelkohlenstoffdampf darstellen. In Berührung mit Wasser zerlegt sich das Schwefelaluminium sofort in entweichenden Schwefelwasserstoff und in Thonerdehydrat.

Chloraluminium, Al_2Cl_3 . Im wasserfreien Zustande läßt sich das Chloraluminium nicht durch Verdampfen der Lösung von Thonerde in Salzsäure darstellen, weil das Chloraluminium dabei in entweichende Salzsäure und Thonerde zerlegt wird. Man gewinnt es nach einer von Bersted entdeckten und auf die Darstellung einer Reihe von Chloriden anwendbaren Methode durch Glühen eines innigen Gemenges von Thonerde und Kohle in einem Strom von trockenem Chlorgas.

Man verfährt dabei nach Wöhler folgendermaßen:

Thonerde wird mit Holzkohlenpulver vermischt und in einem Mörser mit so viel Del angefeuchtet, daß sich eine plastische Masse bildet. Aus dieser formt man Stangen von ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser und glüht diese in einem Ziegel zwischen Kohlenpulver so lange, bis keine brennbaren Gase mehr entweichen. Nach dem Erkalten des Ziegels nimmt man die Stangen heraus, füllt damit ein an beiden Enden offenes Porzellan- oder Glasrohr, legt dieses in einen Verbrennungssofen und verbindet es an der einen Seite mit einem Chlorentwicklungsapparat, an der andern Seite mit einer tubulirten Vorlage, aus deren Tubulus das im Ueberschuß angewandte Gas ins Freie oder in eine mit Kalkmilch gefüllte Flasche geleitet wird. Nachdem der ganze Apparat vorgerichtet und mit durch Schwefelsäure getrocknetem Chlorgas gefüllt ist, erhitzt man das Rohr zum Glühen, wobei das Chloraluminium sich verflüchtigt und sich in der Vorlage condensirt.

Die Thonerde stellt man zum Zweck der Chloraluminiumbereitung entweder durch Glühen von Ammoniakalaun, oder nach der Wöhler'schen Methode durch Glühen von schwefelsaurer Thonerde mit kohlensaurem Natron, oder nach Liebig dar, indem man eine Lösung von Alaun mit so viel Chlorbarium vermischt, daß alle Schwefelsäure gefällt wird, die Lösung von Chloraluminium bis zur Syrupdicke verdampft und auf je 5 Th. des angewandten Alauns 1 Th. Stärke hinzumischt. Die Masse wird dann vollständig ausgetrocknet und geglüht, wobei alle Säure entweicht.

In der Fabrik zu Manterne gewinnt man die Thonerde zum Theil aus den unreineren Stücken des Kryoliths (s. S. 19), zum Theil aus den Schlacken der Aluminiumfabrikation und den Rückständen der Natriumgewinnung. Die unreinen Stücke des Kryoliths werden fein gepulvert, mit drei Viertel ihres Gewichts gebranntem und zu Hydrat gelöschtem Kalk gemischt und mit einer hinreichenden Menge Wasser im eisernen Kessel durch einströmenden Dampf zum Sieden erhitzt. Der Kryolith wird dabei, wenn die Verhältnisse richtig getroffen sind, vollständig in eine Lösung von Thonerde-Natron und unlösliches Fluorcalcium zerlegt. Zum Gelingen der Operation ist aber unbedingt ein festes Einhalten gewisser Verhältnisse zwischen Kryolith, Kalk und Wasser erforderlich, da sonst andere Zersetzungen eintreten und statt des löslichen Thonerde-Natrons ein

unlösliches Kalkaluminat und Natriumcarbonat entsteht. Die Lösung des Thonerde-Natron wird mit Kohlensäure gesättigt, wobei sich sehr dichtes Thonerdehydrat abscheidet und kohlenstoffsaures Natron gewonnen wird. Die Kohlensäure wird aus Kalkstein, den man mit der sauren Manganolösung von der Chlorentwicklung übergießt, entwickelt. Das kohlenstoffsaure Natron wird zur Trockne verdampft und dient zur Natriumfabrikation.

Die Rückstände, welche bei der Natriumgewinnung in der Retorte zurückbleiben, zerfallen sehr rasch unter Wasseraufnahme an der Luft. Sie enthalten nach einer Analyse von Deville:

Kohle	20,0
Kohlenstoffsaures Natron	14,5
Natriumcarbonat	8,3
Schwefelwasserstoffsaures Natron	2,4
Kohlenstoffsaure Kalk und Eisenoxyd	29,8
Wasser	25,0
	100,0

Die Schlacken der Aluminiumfabrikation, wobei Aluminium-Natriumchlorid unter Zusatz von Kryolith durch Natrium reducirt wird, enthalten durchschnittlich 60 Proc. Kochsalz und 40 Proc. Fluoraluminium (meist mit etwas Thonerde und unzersetztem Kryolith). Ist statt des Kryoliths Fluosphath als Schmelzmittel angewandt, so ist ein Theil des Kochsalzes der Schlacke durch Chlorcalcium vertreten, das Fluor des Fluosphaths ist jedoch in Fluoraluminium verwandelt. Diese Schlacke wird zunächst mit Wasser gewaschen, um alles Lösliche zu entfernen, darauf 1 Th. des unlöslichen Rückstandes mit 4 bis 5 Th. Natriumrückständen gemischt und zum Rothglühen erhitzt. Die Masse kommt dabei in breiartigen Fluß, nach dem Erkalten wird sie mit Wasser gewaschen, wobei sich Thonerde-Natron löst. Die Lösung giebt bei der Behandlung mit Kohlensäure kohlenstoffsaures Natron und compactes Thonerdehydrat. Bei einem Versuch im Kleinen erhielt Deville aus 1000 Grm. Natriumrückständen und 160 Grm. gewaschener Aluminiumschlacke 110 Grm. wasserfreie Thonerde und 225 Grm. kohlenstoffsaures Natron.

Die Zersetzung des Thonerde-Natron durch Kohlensäure geschieht in einem schief liegenden Cylinder, in welchem eine sich rasch umdrehende Flügelwelle die Flüssigkeit in starker Bewegung erhält. Die Flüssigkeit und die Kohlensäure treten in ununterbrochenem Strom am untern Ende des Cylinders ein, die Lösung des kohlenstoffsauren Natrons mit der darin suspendirten Thonerde fließt oben ab. Die entweichenden Gase müssen ins Freie geleitet werden, weil sie viel Schwefelwasserstoff enthalten.

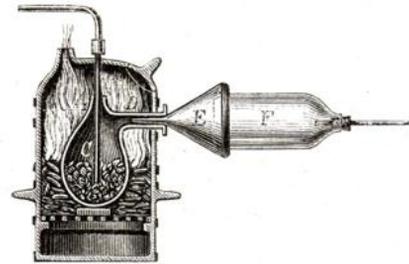
Nach Bunfen gewinnt man das Chloraluminium, indem man das auf eine von diesen Weisen bereitete Gemenge von Kohle und Thonerde in einen etwa 1½ bis 2 Liter fassenden gewöhnlichen weithalsigen Kolben füllt, der mit einem dicken Beschlag von Lehm und Hammer Schlag versehen und so in einen geräumigen Ofen gelegt ist, daß der Hals aus der mit Lehm vermauerten Ofenthür 3 bis 5 Zoll in horizontaler Lage hervorragt. Ueber diesen Hals wird der Hals eines zweiten ähnlichen Glaskolbens gesteckt, so daß das Ganze zwei mit ihren Halsen ohne Lutirung verbundene hori-

zontal liegende Kolben bildet, von denen der eine im Ofen zur Erzeugung und Sublimation des Chloraluminiums, der andere außerhalb des Ofens zur Aufnahme des sublimirten Chloraluminiums dient. Um das Chlor in die Thonerdemischung leiten zu können, ist der als Vorlage dienende Kolben vom Mittelpunkt seiner Bodeneöhlung in der Axe der beiden Hälse vermittelst einer dreieckig geschliffenen, mit Terpentinöl benetzt gehaltenen Spitze einer gewöhnlichen Feile durchbohrt und die Durchbohrung mit einer in Terpentinöl getauchten Korkeife so viel erweitert, daß man dadurch ein weites Chlorzuleitungsrohr von schwer schmelzbarem Glase durch beide Hälse hindurch bis in die Thonerdemischung einführen kann. Die Darstellung des Chloraluminiums in dieser Vorrichtung bietet keine Schwierigkeiten dar. Man erhitzt zuerst den Kolben im Ofen bis zur schwachen Rothgluth und leitet darauf einen mit Wasser gewaschenen, wohlgetrockneten Chlorstrom in die Mischung. Die Bildung und Sublimation des Chloraluminiums geht leicht und vollständig von Statuten, so daß man in wenigen Stunden leicht ein halbes Pfund Chloraluminium in der Vorlage sammeln kann.

Deville beschreibt seine Methode zur Darstellung des Chloraluminiums wie folgt:

5 Kilogr. Thonerde durch Glühen von eisenfreiem Ammoniakalaun dargestellt, wurden mit 2 Kilogr. Kohlenpulver und etwas Del zu einer teigartigen Masse gemischt und diese stark gegläht. Die erhaltene kohlige Masse wurde in Stücke zerbrochen und in die Thonerne, 10 Liter fassende Retorte C (Fig. 1203) gebracht. Diese Retorte wurde dann in einen Ofen gestellt und zum Rothglühen erhitzt, während man durch den Tubulus A einen Strom trocknes Chlorgas hineinleitete. Anfangs

Fig. 1203.



entweicht aus dem Halse D viel Wasserdampf, welchen die thonerdehaltige Kohle aus der Luft angezogen hat. Wenn das Chloraluminium zu erscheinen beginnt, verbindet man mit dem Halse D einen Porzellantrichter E, indem man die Fuge durch Einstecken von Asbest und Lutiren mit einem Gemenge von Töpferthon und Kuhhaaren dichtet. Mit der äußeren Mündung des Trichters wird eine tubulirte Glocke F verbunden, indem man die Fuge am Trichter ebenfalls lutirt. Das Chloraluminium verdichtet sich in der Glocke und bleibt vollständig darin zurück, wie stark auch der Chlorstrom sein mag. Das Chlor wird während der ersten drei Viertel der Operation von der kohlehaltigen Thonerde so gut absorbiert, daß das durch den Tubulus der Glocke entweichende Kohlenoxydgas Lackmus nicht bleicht

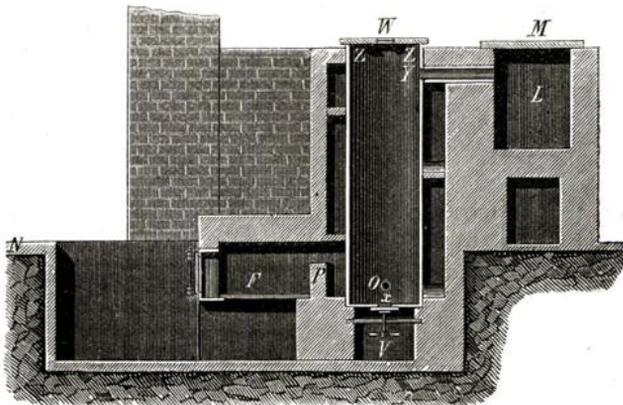
und leicht angezündet werden kann. Dieses Gas raucht jedoch stets ein wenig wegen eines geringen Gehalts an Chlorstlicium. Wenn die Glocke *F* sich gefüllt hat, trennt man sie von dem Trichter, um das in ihr enthaltene krystallisierte Chloraluminium herauszunehmen, und ersetzt sie sofort durch eine andere. Auf drei Mal entnahm Deville im Ganzen 10,15 Kilogr. Chloraluminium. In der Retorte *C* blieb etwa 1 Kilogr. kohlige Masse zurück, die zu ungefähr einem Drittel aus Thonerde bestand. Der Rückstand wurde ausgewaschen, von Neuem mit Thonerde gemischt und zu einer neuen Operation verwandt, die fast 11 Kilogr. Chloraluminium lieferte.

Um die Operation im großen Maßstabe auszuführen, wandte Deville ebenfalls Thonerde an, die durch Calciniren von eisenfreiem Ammoniakalaun dargestellt war. Das Calciniren geschah in dem zur Natriumfabrikation dienenden Flammofen (s. Bd. III. S. 1259) in gußeisernen cylindrischen Töpfen, wie man sie zur Beinschwarzfabrikation anwendet. Der bei starker Rothglühige calcinirte Alaun wurde gepulvert und mit Steinkohlentheer unter Zusatz von etwas Holzkohlenpulver gemischt; dieser Zusatz ist jedoch unnütz, wenn man das Gemenge von Thonerde und Theer etwas flüssig macht. Die durch Bearbeitung sorgfältig gemischte Masse bringt man in die Töpfe, verschließt diese mit ihren Deckeln und setzt sie in den Flammofen. Wenn keine Theerdämpfe mehr erscheinen, nimmt man die Töpfe heraus und verwendet die darin enthaltene kohlige Masse, so lange sie noch ganz heiß ist.

Den Chlorstrom lieferte eine Batterie von acht großen Steinzeugflaschen, von denen jede genau 45 Liter Salzsäure enthielt. Vier davon wurden alle 24 Stunden beschickt, während die übrigen sich abkühlten. Es lieferten daher stets nur vier gleichzeitig Chlorgas. Dasselbe wurde durch äußerlich mit Wasser abgekühlte Röhren in eine mit concentrirter Schwefelsäure gefüllte Bleiflasche geleitet und durchströmte dann eine große mit Chlorcalcium gefüllte Flasche, ehe es in die Retorte gelangte.

Die Retorte war eine thönerne Gasretorte von ungefähr 300 Liter Inhalt, die man aber durch Abschneiden an einem Ende um 30 bis 40 Centimeter verkürzt hatte. Sie wurde vertical in dem Ofen Fig. 1204 ange-

Fig. 1204.



bracht. *F* ist die Feuerung, die Flamme gelangt über die Feuerbrücke *P* in einen sich um die Retorte windenden schraubenförmigen Canal und entweicht am obren Ende der Retorte seitlich in die Esse. Am untern Ende hatte die Retorte eine quadratische Oeffnung *x* von 2 Decimeter Seite, die man durch eine mittelst einer Schraube *V* gehaltene Platte verschließen konnte. Ein die Ofenwand durchdringendes, bei *O* in die Retorte eintretendes und daselbst mit einem Gemenge von Töpferthon und Kuhhaaren lutirtes Porzellanrohr führt das Chlorgas bis in die Mitte der Schicht thonerdehaltiger Kohle. Dieses Porzellanrohr war zum Schutze gegen die Flamme mit einem Ziegel umgeben, dessen Boden herausgeschlagen war und welchen man außerdem mit einem Gemenge von Thon und Sand gefüllt hatte. Am obren Ende war die Retorte durch eine Platte von feuerfestem Thon *Z* geschlossen, welche in der Mitte eine Oeffnung *W* von 10 bis 12 Centimeter Weite hatte. Durch diese Oeffnung wurde das Gemenge von Thonerde und Kohle in die Retorte geschüttet, in dem Maße als sie aus derselben verschwand. Eine 30 Centimeter unterhalb der Oeffnung *Z* befindliche Oeffnung *Y* gestattete den Dämpfen den Ausgang, welche durch ein hier angebrachtes thönernes Rohr in die Verdichtungskammer *L* gelangten.

Die Kammer *L* war viereckig, hatte etwa 1 Quadratmeter Grundfläche und 1,2 Meter Höhe. Sie hatte eine mit dem Ofen gemeinschaftliche Wand aus Ziegeln, um sie auf einer ziemlich hohen Temperatur zu erhalten. Alle anderen Wände müssen in sehr geringer Dicke aus Ziegeln aufgemauert sein und ihre Grundfläche muß auf einem Gewölbe ruhen. Der Deckel *M* ist beweglich und besteht aus einer oder mehreren Fahenceplatten. Das Innere der Kammer wird mit Fahenceplatten ausgekleidet, deren Fugen man mit einem fetten Thonkitt verstreicht. Eine an der einen Seite der Kammer angebrachte Oeffnung, welche 2 bis 3 Quadratcentimeter groß ist, setzt dieselbe mit beweglichen, im Innern mit Blei ausgekleideten Röhren in Verbindung, in denen sich etwas fortgerissenes Chloraluminium ansetzt und die in einen gut ziehenden Schornstein ausmünden. In diesen Röhren waren Schieber angebracht, um die Verbindung mit der Esse mehr oder weniger unterbrechen zu können.

Bevor man den Apparat in Betrieb bringt, müssen seine verschiedenen Theile sorgfältig ausgetrocknet werden, namentlich die Kammer *L*, in welche man zu diesem Zweck einen Ofen mit glühenden Kohlen setzt. Die Retorte, welche man sehr langsam mit Steinkohlen erhitzt, wird am oberen Ende ganz offen gelassen, bis sie gut trocken ist, worauf man die frisch dargestellte, noch glühende Thonerdekohle einfüllt. Man legt dann die Platte *Z* auf und verstärkt das Feuer, bis die Retorte überall dunkelrothglühend ist. Hierauf läßt man Chlor eintreten, verschließt aber die Oeffnung *W* nicht eher, und läßt den Dampf nicht eher in die Kammer *L* gelangen, als bis aus der Oeffnung *Z* sehr reichliche Dämpfe von Chloraluminium herauströten. Wenn die

Operation gut geht, setzt sich fast alles Chloraluminium als feste dichte Masse an den Deckel *M* an. Deville erhielt auf diese Weise einmal eine dichte, plattenförmige Masse von Chloraluminium, welche fast 50 Kilogr. wog, weniger als 1 Decimeter Dicke hatte und aus dicht zusammen liegenden schwefelgelben Krystallen bestand. Wenn man annehmen kann, daß die Masse in der Retorte bis auf 30 Centimeter Höhe erschöpft ist, öffnet man *x*, läßt die erschöpfte Masse herausfallen und bringt durch *W* neue Masse in die Retorte. Das Heruntergehen der Masse in der Retorte erfolgt ganz von selbst. Die Wände der Retorte werden bald angegriffen, wenn man nicht Sorge trägt, die Masse um das Porzellanrohr herum, welches das Chlor zuleitet, oft zu erneuern. Die Retorte muß an ihrem untern Ende, da wo sie der Hitze am meisten ausgesetzt ist, mit einer Schicht feuerfester Steine umgeben sein, um sie dadurch zu schützen.

Die Dimensionen des Apparates waren, nach Deville's Angabe, offenbar schlecht berechnet, denn nach der Größe der Retorte, welche 200 Kilogr. Masse faßte, wäre der Chlorentwicklungsapparat bei Weitem zu klein, statt der vier gleichzeitig arbeitenden Flaschen wären dreißig erforderlich gewesen — (oder eine geringere Zahl größerer Apparate, vergl. Bd. I. S. 783 Fig. 207) —, um 250 Kilogr. Chloraluminium zu liefern, dann wäre aber die Condensationskammer *L* zu klein gewesen.

Später bediente man sich statt der Gasretorten solcher Retorten, die zur Destillation des Zinks auf den Zinkhütten dienen. Diese haben aber die Unannehmlichkeit, daß der Chamotte, welcher zur Anfertigung dient, mit Zink durchdrungen ist, welches als Chlorzink das Chloraluminium verunreinigt. In der Fabrik zu Nanterre werden gegenwärtig die Retorten von geringeren Dimensionen selbst angefertigt.

Bei gutem Gang der Operation ist die Verdichtung des Chloraluminiums sehr leicht, es entweicht nur etwas Chloräthyl. Die Retorte läßt sich zwei Monate lang benutzen. In der Wand des Retortenofens kann man leicht verschließbare Oeffnungen anbringen, um zu sehen, ob die Retorte irgendwo einen Riß hat, was sich durch eine blaue, die Gegenwart des Chloraluminiums anzeigende Flamme zu erkennen giebt. Kleinere Risse dichtet man mit mit Wasserglas getränktem Asbest.

Das Chloraluminium bildet kleine krystallinische Blättchen, oder dichte krystallinische Platten, in reinem Zustande ist es farblos, gewöhnlich aber durch Spuren von Eisenchlorid oder Chlorschwefel gelblich gefärbt. An der Luft stößt es stechend riechende Dämpfe aus und absorbiert mit großer Begierde Feuchtigkeit, wobei es zu einer Flüssigkeit zerfließt, die auf 1 Aeq. Chloraluminium 12 Aeq. Wasser enthält. In Wasser, Alkohol und Aether löst es sich sehr leicht unter Wärmeentwicklung. Beim Erwärmen verflüchtigt es sich sehr leicht, ohne vorher zu schmelzen; nur wenn sehr große Massen plötzlich einer hohen Temperatur ausgesetzt werden, tritt Schmelzung und Kochen ein.

Mit Chlornatrium verbindet das Chloraluminium sich zu einem Doppelsalz $Al_2Cl_3, NaCl$. Man erhält

es, indem man beide Salze mit einander mischt und gelinde erhitzt, oder indem man bei der Darstellung des Chloraluminiums der Masse von Thonerde und Kohle Kochsalz zusetzt; es verflüchtigt sich dann das Doppelsalz und kann durch Condensation gesammelt werden. Auf die letztere Weise wird gegenwärtig das Doppelsalz zur Aluminiumfabrikation, in welcher es das Chloraluminium vollständig verdrängt hat, dargestellt. Das Doppelsalz unterscheidet sich dadurch vom Chloraluminium, daß es weniger begierig Wasser anzieht, daß es zur Verflüchtigung einer weit höhern Temperatur bedarf als dieses, daß es aber leicht schmelzbar ist und daher als Fluxmittel beim Zusammenschmelzen des Aluminiums benutzt werden kann.

Ein ähnliches Doppelsalz entsteht beim Zusammenschmelzen mit Chloralkali. Außerdem verbindet sich das Chloraluminium mit Ammoniak, Phosphorwasserstoff und Schwefelwasserstoff, — Verbindungen, die kein technisches Interesse haben.

Fluoraluminium, Al_2F_3 , erhält man nach Brunner, indem man Fluorwasserstoffsäure, aus Flußspath und Schwefelsäure entwickelt, in Thonerde leitet, welche in einem Platintiegel erhitzt wird. Die Fluorwasserstoffsäure wird dabei sofort absorbiert und es bleibt Fluoraluminium vom Ansehen der Thonerde zurück. Nach Deville erhält man es, indem man Thonerde mit wässriger Flußsäure übergießt, eintrocknet und die Masse in einem aus dichter Kohle angefertigten Rohr, welches von außen mit Thon beschlagen ist, zum Weißglühen erhitzt und Wasserstoffgas durch das Rohr leitet. Das Fluoraluminium verflüchtigt sich dabei und setzt sich an den kälteren Theilen des Rohrs in schönen wasserhellen, dem Flußspath ähnlichen Krystallen ab. Es ist unlöslich in Wasser und Säuren, es wird sogar nicht von einer Mischung von Fluorwasserstoffsäure und Salpetersäure gelöst. Die Verbindung des Fluoraluminiums mit Fluornatrium $Al_2F_3, 3NaF$ ist der zur Aluminiumfabrikation angewandte Kryolith.

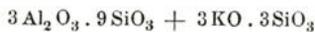
Schwefelsaure Thonerde, concentrirter Alaun, s. Alaun Bd. I. S. 357.

Essigsäure Thonerde s. Bd. I. S. 94.

Kieselsäure Thonerde. Verbindungen der Kieselsäure mit der Thonerde kommen in großen Massen in der Natur vor, sie bilden in wasserhaltigen Zustande die Substanzen, welche man mit dem allgemeinen Namen *Thon* bezeichnet. Die wasserfreien Thonerdesilicate haben nur ein beschränktes Vorkommen und bieten in chemisch technischer Beziehung kaum Interesse. Die wasserhaltige kieselsäure Thonerde ist keine eigentliche Mineralspecies, sie kommt in der Natur nicht ursprünglich gebildet vor, sondern sie ist ein Färbungsproduct von einer Doppelverbindung von kieselsäurer Thonerde mit kieselsäurem Alkali. Diese Doppelverbindungen, in denen auf der einen Seite kieselsäure Thonerde, auf der andern Seite kieselsäure Alkalien oder Erden stehen, bilden die wichtigsten Gesteinsmassen der Erdrinde, es gehören dahin der Feldspath, der Glimmer u.

Da man schon im gewöhnlichen Leben mit dem Namen Thon sehr verschiedenartige Substanzen bezeichnet, vom reinsten Porzellanthon bis zum Töpferthon und Lehm, so müssen wir, um die Bildung des Thons aus den Gesteinen erklären zu können, zuerst den chemischen Begriff „Thon“ feststellen. Als die Thonsubstanz müssen wir ein Thonerdesilicat von der Formel $Al_2O_3 \cdot SiO_3 + 2HO$ annehmen; wir werden später nachweisen, daß diese Verbindung sich in allen Thonen und im Kaolin in höchster Reinheit findet. Die Thonsubstanz ist, wie erwähnt, vorzugsweise aus dem Feldspath entstanden; wenn auch, zum Theil wenigstens, Porzellanspath ebenfalls zur Bildung thoniger Massen beiträgt, so kommt dies jedoch hier nicht in Betracht, da ganz ähnliche Zersetzungen wie bei der des Feldspaths dabei stattfinden.

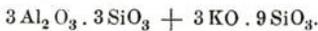
Der Feldspath ist ein Doppelsilicat von der Formel $Al_2O_3 \cdot 3SiO_3 + KO \cdot SiO_3$, worin ein geringer Theil der Thonerde durch Eisenoxyd, das Kali theilweise oder ganz durch Natron vertreten sein kann. Denkt man sich darin statt der Kieselsäure Schwefelsäure, so hat man die Zusammensetzung der Alaune. Die Zersetzung des Feldspaths erklärt sich am leichtesten, wenn man 3 Aeq. desselben in Rechnung zieht, wenn man also von der Formel



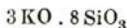
ausgeht, deren Elemente man sich auch folgendermaßen gruppiert denken kann:



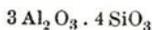
Um in Thonsubstanz überzugehen, muß eine Spaltung dieser Verbindung stattgehabt haben, es muß ein basisches Thonerdesilicat und ein saures Kalisilicat entstanden sein nach der Formel:



Theilen wir die erste Gruppe der Formel durch 3, so haben wir die reine Thonsubstanz im wasserfreien Zustande. Die zweite Gruppe der Formel ist ein Kalisilicat, welches in diesem Zustande in Wasser unlöslich ist, welches also, wenn keine weitere Zersetzung stattfände, der Thonsubstanz beigemengt bleiben würde. Wird davon aber durch eine weiter gehende Zersetzung 1 Aeq. Kieselsäure abgegeben, so bleibt ein Kalisilicat von der Formel:



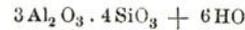
zurück und dieses ist leicht löslich, wird also durch Wasser fortgeführt, während das Thonerdesilicat nur noch 2 Aeq. Wasser aufzunehmen braucht, um sich in die Thonsubstanz zu verwandeln. Daß eine solche Spaltung des Kalisilicats stattfindet, ist durch mehrfache Erscheinungen sehr wahrscheinlich gemacht. Es kommen in der Natur nämlich Kaoline vor, deren Zusammensetzung der Formel:



entspricht, worin also das aus dem Kalisilicat abgeschiedene Aequivalent Kieselsäure noch enthalten ist, während es aus anderen schon hinweggeführt ist. Dieses vierte Aequivalent Kieselsäure ist darin aber nicht in chemischer Verbindung enthalten, sondern höchst wahrscheinlich nur

beigemengt, denn es läßt sich durch Behandlung mit Kalilösung fast momentan lösen, während die eigentliche Thonsubstanz nicht davon angegriffen wird.

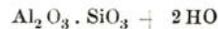
Die Erklärung der Zersetzung des Feldspaths wurde zuerst von Forchhammer aufgestellt, er nahm jedoch für die Thonsubstanz eine etwas abweichende Formel:



an. Durch die Untersuchungen von Brogniart und Malaguti wurde aber die einfachere Formel:



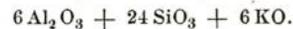
oder:



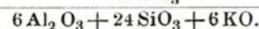
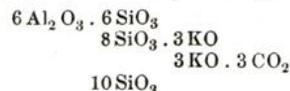
aufgestellt, indem sie die Bedeutung des vierten Aequivalents Kieselsäure nachwies.

Wie bei der Aufstellung einer jeden Theorie, die man nicht direct beweisen kann, der Hypothese ziemlich freier Raum gelassen werden muß, so ist es auch hier geschehen. Die Bildung des Thons wird dadurch aber so einfach und verständlich, wie man sie durch keine andere Erklärung geben könnte. Es bleibt directen Versuchen vorbehalten, ihre Richtigkeit nachzuweisen oder Besseres dafür an die Stelle zu setzen. Es fragt sich dabei hauptsächlich, durch welche Kräfte werden die verschiedenen Spaltungen herbeigeführt, wie geht es zu, daß zuerst aus der neutralen Doppelverbindung ein basisches Thonerdesilicat und ein saures unlösliches Kalisilicat entsteht. Brogniart glaubt dies durch Einwirkung elektrischer Strömungen erklären zu können. Außerdem ist es fraglich, ob ein unlösliches Kalisilicat durch Einwirkung von Wasser einfach in sich abscheidende Kieselsäure und ein lösliches Silicat verwandelt wird. Mehr Wahrscheinlichkeit scheint eine Vereinigung der Theorie von Forchhammer und Brogniart zu haben, indem man annimmt, 3 Aeq. Feldspath wurden durch Einwirkung von Wasser in der Weise zersetzt, daß 3 Aeq. Thonerde mit 3 Aeq. Kieselsäure chemisch verbunden, 1 Aeq. Kieselsäure im freien Zustande, und endlich 3 Aeq. Kali mit 8 Aeq. Kieselsäure verbunden abgeschieden werden, wobei man also die erste Spaltung Brogniart's beseitigt.

Bei der Aufstellung dieser Theorie ist ein Factor außer Acht gelassen, der jedoch stets bei der Verwitterung der Gesteinsmassen einen sehr wesentlichen Einfluß ausübt. Es ist die Kohlensäure der Luft, die in jedem Wasser gelöst und anerkanntermaßen im Stande ist, langsam eine große Zahl der am schwersten zersetzbaren Silicate aufzuschließen. Denkt man sich die Spaltung der Feldspathe durch gleichzeitige Einwirkung von Wasser und Kohlensäure bewirkt, so würde man außer dem löslichen kiesel-sauren Kali eine Abscheidung von mehr freier Kieselsäure und eine Auslaugung von kohlensaurem Kali annehmen müssen. 6 Aeq. Feldspath enthalten:



Diese würden bei der Verwitterung liefern:



Nur in verhältnißmäßig seltenen Fällen ist der Thon an den Orten, auf den Lagerstätten des Feldspaths, aus welchem er entstand, geblieben. Da, wo dieses geschehen ist, bildet er die reinsten Varietäten und wird mit dem Namen Kaolin bezeichnet. Bei Weitem häufiger ist der Thon von Wasserfluthen fortgeschwemmt und an anderen Orten wieder abgelagert. Je nach der Beschaffenheit der Gebirgsmassen, über welche dieses mit Thon beladene Wasser seinen Strom nahm, je nachdem andere Wasser sich mit diesem vereinten, ist der abgelagerte Thon verhältnißmäßig rein oder mit anderen Substanzen vermischt, wodurch seine Eigenschaften nicht unwesentlich modificirt werden, so daß man ganz allmähliche Uebergänge von der reinen Thonsubstanz bis zu thonhaltigen Körpern hat, in denen der Thon einen verschwindend kleinen Theil ausmacht. Diese Uebergänge hat man häufig Gelegenheit zu beobachten, indem wenige Fuß unter der Oberfläche der Erde ein starkes Thonlager ruht; dieses wird manchmal von Lehm gedeckt, über diesem liegt ein schwerer Thonboden und auf diesem ruht eine thonige, sehr fruchtbare Ackerkrume.

So verschiedenartig die Thonarten auch werden können, so sind ihnen doch gewisse Eigenschaften gemeinsam, deren Zusammentreffen eben die Bezeichnung Thon bedingt. An der Luft trocknen sie zu einer weißen oder grauen, manchmal durch Beimischungen gefärbten Masse ein, die sich zwischen den Fingern zu einem weichen Pulver zerreiben läßt und die beim Reiben und namentlich beim Anhauchen einen eigenthümlichen Geruch giebt. Im trocknen Zustande saugt der Thon begierig Wasser ein und haftet in Folge dessen an der Zunge. Beim Anfeuchten mit Wasser bildet er einen knetbaren Teig, er wird plastisch. Läßt man ihn dann wieder eintrocknen und erhitzt ihn gelinde, so erhärtet er. In vielem Wasser vertheilt, trübt er die Flüssigkeit und bleibt lange darin suspendirt, während die ihm beige-mischten fremden Körper wegen ihrer größern Dichte rasch darin zu Boden sinken.

Alle Thone enthalten Thonerde, Kieselsäure, Wasser. Keiner dieser Bestandtheile, auch nicht die Verbindungen von zwei der Bestandtheile unter einander, haben plastische Eigenschaften. Die Plasticität des Thons geht sogar verloren, wenn man ihn auf 200 bis 300° erhitzt und ihm dadurch den größten Theil des chemisch gebundenen Wassers entzieht; durch Befeuern mit Wasser ist dann die plastische Eigenschaft nicht wieder herzustellen.

Die plastischen Eigenschaften eines Thons sind um so höher, je weniger fremde Beimischungen er enthält und je reicher er an reiner Thonsubstanz ist.

Beim Erhitzen auf 100° giebt der Thon noch nicht sein chemisch gebundenes Wasser ab, dieses entweicht erst vollständig bei 300°. Beim stärkern Erhitzen verändern sich seine Eigenschaften vollständig, er wird hart und fest. Nachdem er sehr hoher Temperatur ausgesetzt gewesen ist, wird er vom Stahl nicht mehr geritzt, giebt beim Anschlagen Funken und zerbricht nur schwierig. Zugleich verringert er sein Volum bedeutend, unter Umständen bis zu 20 Proc., seine kleinsten Theilchen nähern sich und gehen unter sich wahrscheinlich andere chemische Verbindungen ein. Die Volumveränderung des Thons

nennt man das Schwinden, es ist dies eine Eigenschaft, die bei den Anwendungen des Thons mannigfache Schwierigkeiten veranlaßt.

Die reine Thonsubstanz ist in jedem Ofenfeuer unschmelzbar und verändert darin ihre Farbe nicht. Die verschiedenen Thonsorten zeigen darin ein sehr abweichendes Verhalten, bedingt durch die einzelnen Beimischungen. Man kann dabei als allgemeine Regel aufstellen, daß ein Thon völlig unschmelzbar, feuerfest, sei, wenn darin keine Basen enthalten sind, welche sich mit der Kieselsäure verbinden könnten, wenn also die Beimischungen im Wesentlichen aus Quarzsand oder unschmelzbaren Silicaten bestehen, oder wenn solche schmelzbare Silicate nur in so geringen Mengen vorhanden sind, daß sie zwar im Stande sind, in der Ofenhitze die poröse Masse des Thons zu durchdringen, aber nicht eine vollständige Zerlegung der Thonsubstanz herbeizuführen. In reinem Kaolin haben wir z. B. einen vollständig unschmelzbaren Thon; wird diesem eine geringe Menge von Feldspath zugesetzt, so schmilzt dieser und giebt nach dem Erkalten dem Product einen eigenthümlich muschigen Bruch, große Festigkeit, Härte und Durchscheinheit. Bei einem größern Gehalt an Feldspath würde der Kaolin selbst zum Schmelzen zu bringen sein.

Sind durch zufällige Beimengungen basische Körper in den Thon gekommen, wie Kalk, Kali, Natron, Eisenoryd, so führen diese je nach ihrer Menge bei höherer oder niedriger Temperatur Schmelzung des Thons herbei. Ein Gehalt an Eisenoryd hat außerdem die Eigenschaft, bei geringer Erhitzung dem Thone eine rothe Farbe zu geben.

Bei den höchsten künstlich hervorzubringenden Wärmegraden, wie in der Flamme des Knallgasgefäßes, schmelzen sämtliche Thonsorten zu einer glasigen Masse. Da solche Hitzegrade aber nur in wenig Fällen hervorgebracht werden, so kann man sie in der Praxis ganz übersehen und bezeichnet die Thone als feuerfest, welche der Hitze des Porzellanofens oder des Eisenhofens widerstehen, ohne zu erweichen.

Die fremden Beimischungen in den Thonen haben entweder denselben hohen Grad der mechanischen Vertheilung, oder sie kommen in bedeutend gröberem und dichteren Massen in denselben vor. Der letztere Fall ist der häufigere, und man kann in Folge dessen aus den meisten Thonen durch Schlämmen verschiedene Substanzen abscheiden. Es sind dies namentlich:

Quarkörner, kenntlich an ihrem unregelmäßigen Bruch, ihrer großen Härte, ihrer Farbe, ihrer Durchsichtigkeit.

Feldspathbruchstücke, von verschiedenen Farben, undurchsichtig, weniger hart wie der Quarz.

Glimmerblättchen, meistens grün oder schwarz, dünne Lamellen, die oft lange im Wasser suspendirt bleiben, schön glänzend und das Licht brechend.

Schwefelkies, graugelbe bis messinggelbe Stücker, metallglänzend.

Die fremden Körper, welche im Thon in so hohem Grade der Vertheilung vorkommen, daß man sie durch Schlämmen nicht trennen kann, sind vorzugsweise kohlen-saurer Kalk, Eisenoryd, Alkalien und bituminöse Substanzen.

Kohlensauren Kalk erkennt man an dem Aufbrausen bei Uebergießen mit Säuren. Ein geringer Gehalt an kohlensaurem Kalk schadet der Plastizität des Thons nicht. Kalkreiche Thone nennt man Mergel. So lange ihr Kalkgehalt 10 bis 12 Proc. nicht übersteigt, lassen sie sich gut verarbeiten und nehmen nach dem Brennen große Härte an. Die Thonmergel werden vielfach zur Fabrikation des gewöhnlichen Töpfergeschirrs gebraucht. Bei höherem Kalkgehalt geht der Thon in den Kalkmergel über, der mehr und mehr seine Plastizität verliert und wenig Verwendung mehr finden kann.

Eisenoryd oder Eisenorydhydrat kommt in den meisten Thonen vor, im erstern Falle haben sie eine rothe, im letztern Falle eine gelbe oder ockerige Farbe, die aber nach dem Brennen ebenfalls roth wird. Man erkennt es also schon an der Farbe des rohen Thons, oder beim Erhitzen einer kleinen Probe im gewöhnlichen Ofenfeuer. Ganz eisenfreie Thone, die nach dem Erhitzen völlig weiß bleiben, kommen nur an wenig Orten vor.

Das Eisenoryd verringert eben so wenig die plastischen Eigenschaften des Thons, wie der kohlensaure Kalk; beide erhöhen aber, sobald sie in irgendwie größeren Mengen darin vorkommen, seine Schmelzbarkeit sehr bedeutend.

Alkalien finden sich wohl ohne Ausnahme in allen Thonarten, es variirt ihre Menge von 0,3 bis 3 Proc. Man erkennt ihre Anwesenheit nicht an dem äußern Ansehen oder durch einfache Prüfung, wie beim Eisenoryd oder kohlensauren Kalk; nachweisen kann man sie nur durch eine genaue chemische Untersuchung.

Bituminöse Substanzen ertheilen dem Thon häufig

eine graue, blaue oder sogar schwarze Farbe, man erkennt sie außerdem an dem eigenthümlichen Geruch, welchen man beim Zerreiben oder beim Erwärmen des Thons bemerkt. Ihre Gegenwart ist nicht schädlich, da sie schon bei verhältnißmäßig niedriger Temperatur verbrennen und dann entweder die weiße Farbe des reinen oder die rothe des eisenhaltigen Thons zum Vorschein kommen lassen. Bei einem sehr hohen Gehalt von Bitumen und bei Anwendung geringer Hitze beim Brennen kann man aus solchen Thonen schwarze Geschirre von angenehmer Farbe darstellen.

Nach ihren Eigenschaften und technischen Anwendungen kann man die Thone in zwei große Classen zerlegen: in unschmelzbare, feuerfeste, und schmelzbare; zu der ersten Classe gehört:

Der Kaolin, reinste Varietät des Thons, noch auf der Lagerstelle des Feldspaths befindlich.

Der Pfeifenthon, von seiner Lagerstelle fortgeschwemmt, enthält meist Spuren von Eisenoryd.

Von den schmelzbaren Thonen unterscheidet man:

Töpferthon, erträgt noch ziemlich starke Hitze, erweicht aber im Porzellanofen, enthält Eisenoryd und Kalk in verschiedenen Verhältnissen.

Thonmergel, reich an Kalk, leicht schmelzbar.

Lehm, durch vielerlei Beimischungen, namentlich Sand, Kalk u., verunreinigt.

Röthel, Bolus, Ocker mit überwiegendem Gehalt an Eisenoryd oder Eisenorydhydrat, von geringer Anwendbarkeit.

Die folgende Tabelle wird eine Uebersicht der Zusammensetzung vieler verschiedener bei 100° getrockneter Thone, mit Ausnahme der Kaoline, geben:

Ort.	Wasser.	Kieselsäure.	Thonerde.	Eisenoryd.	Kalk.	Magnesia.
1) Abondant bei Dreux (Dép. Eure et Loire).....	13,10	50,60	35,20	0,40	—	—
2) Arcueil (Dép. Seine).....	11,01	62,14	22,00	3,09	1,68	Spur
3) Belin (Dép. Ardennes).....	8,64	63,57	27,45	0,15	0,55	Spur
4) Chassigneres (Dép. Allier).....	16,40	49,20	34,00	—	—	—
5) Strépiigny (Dép. Jura).....	9,96	70,00	18,50	0,50	0,75	Spur
6) Forges (Dép. Seine inférieure).....	11,00	65,00	24,00	Spur	—	—
7) Gaujac (Dép. Landes).....	14,50	46,50	38,10	—	Spur	—
8) Hayange (Dép. Moselle).....	7,50	66,10	19,80	6,30	—	—
9) Klingenberg (Dép. Vosges).....	16,00	48,32	32,48	1,52	1,64	Spur
10) Labouchade bei Montluçon (Dép. Allier).....	12,00	55,40	26,40	4,20	—	—
11) Leval (Dép. Charente inférieure).....	12,60	52,00	31,60	4,40	—	—
12) Livernon (Dép. Lot).....	18,00	49,00	24,00	6,26	2,00	—
13) Malaise (Dép. Haut-Vienne).....	15,00	52,55	26,50	0,55	3,00	1,50
14) Montceau (Dép. Yonne).....	10,00	64,40	24,60	Spur	—	—
15) Provins (Dép. Seine et Oise).....	—	57,00	37,00	4,00	1,70	—
16) Retournelouy (Dép. Seine et Marne).....	16,96	42,00	38,96	0,85	1,04	0,17
17) Salavas (Dép. Ardèche).....	11,05	58,76	25,10	2,50	Spur	2,51
18) Savelgnies (Dép. Oise).....	—	65,00	31,00	1,00	Spur	2,00
19) Straßburg (Dép. Bas-Rhin).....	12,00	66,70	18,20	1,60	—	0,60
20) Vaugirard (Dép. Seine).....	14,58	51,84	26,10	4,91	2,25	0,23
21) Insel Bornholm, Schweden.....	5,92	72,50	19,50	1,00	0,18	0,50
22) Helsingborg, Schweden.....	9,00	60,70	20,45	7,93	0,55	0,47
23) Gloukoff, Rußland.....	16,50	46,35	37,00	—	—	0,15
24) Devon, England.....	11,20	49,60	37,40	—	—	—
25) Longport, England.....	10,60	54,50	16,50	13,50	3,37	—
26) Stourbridge, England.....	17,34	45,25	28,77	7,72	0,47	—
27) Ardennes, Belgien.....	19,00	52,00	27,00	2,00	—	—
28) Antragues, Belgien.....	9,00	71,00	19,00	—	—	—
29) Lautersheim, Rheinprovinz.....	13,56	49,00	33,09	2,10	2,00	0,20
30) Walendar, Rheinprovinz.....	6,75	65,27	24,19	1,00	—	2,02
31) Großallmerode, Hessen.....	14,00	47,50	34,37	1,24	0,50	1,00
32) Meissen, Sachsen.....	11,70	61,52	20,92	0,50	0,02	4,97
33) Teuberg, Böhmen.....	10,00	58,39	27,94	Spur	2,74	1,00
34) Gottweith bei Krems, Oesterreich.....	10,00	65,60	20,75	2,00	1,65	Spur

Eigenschaften und Anwendung der vorstehenden Thone:

- 1) Weiß, plastisch, feuerfest. Zur Fayencefabrikation, Porzellankapseln, Stahlschmelztiegeln.
- 2) Schwärzlich, plastisch. Zu Töpfergeschirr.
- 3) Grau, plastisch, unsmelzbar, aber in der stärksten Gluth der Porzellanöfen etwas sintern. Zu Fayence.
- 4) Weiß, plastisch, unsmelzbar.
- 5) Grünlich, fett, mit Quarzkörnern vermischt, unsmelzbar. Zur Fayence.
- 6) Grau, plastisch. Sehr geschätzt zur Darstellung von Glashäfen, zu feiner und ordinärer Fayence.
- 7) Weiß, plastisch. Angewandt zu Porzellankapseln.
- 8) Sandig, gelblich. Zu feuerfesten Steinen.
- 9) Grau, plastisch. Zu Glashäfen und Siebtiegeln für Glashütten.
- 10) Gelblich weiß, hart. Zu Glashäfen.
- 11) Weiß, roth marmorirt. Zu Glashäfen.
- 12) Roth. Zur Nachahmung des rothen etruskischen Töpfergeschirres.
- 13) Plastisch, roth geädert, unsmelzbar im stärksten Feuer. Zu Porzellankapseln.
- 14) Hellgrau, plastisch. Sehr geschätzt zur Nachahmung des englischen Steinguts.
- 15) Weißlich, plastisch. Zu feuerfesten Steinen und zu Porzellankapseln in der Fabrik zu Sevres.
- 16) Grau, plastisch, mit rothen Adern, unsmelzbar. Anwendung wie Nr. 15.
- 17) Röhlich, plastisch, mit Glimmerblättchen, unsmelzbar, wird im Porzellanofen grau. Zu Gußstahlziegeln.
- 18) Schwärzlich, plastisch. Zur Anfertigung von ordinärer Fayence und Töpfergeschirr.
- 19) Grau, plastisch. Zu Thonpfeifen.
- 20) Schwärzlich, plastisch, geädert. Zu gewöhnlichem Töpfergeschirr.
- 21) Grau, plastisch. Zu Porzellankapseln.
- 22) Graulich, plastisch. Zu Steingut.
- 23) Weiß, plastisch. Zur Porzellanmasse in Petersberg.
- 24) Grau, plastisch. Zu englischem Steingut.
- 25) Violett, plastisch. Zu Ziegeln.
- 26) Schwarz, wenig plastisch, unsmelzbar. Zu Gußstahlziegeln und feuerfesten Steinen.
- 27) Weiß, plastisch. Zu Fayence, zu Glashäfen, Tiegeln etc.
- 28) Grau, plastisch. Sehr gesucht zur Darstellung von Glashäfen, Gasretorten, feuerfesten Steinen, Fayence.
- 29) Weißlich, plastisch. Zu feinem Töpfergeschirr.
- 30) Graulich, plastisch. Zu Töpfergeschirr, Goblenger Geschirr.
- 31) Plastisch, grau. Bekannt durch seine Anwendung zur Darstellung von Schmelztiegeln.
- 32) Schwärzlich, quarzführend. Zu Porzellankapseln in Meissen.
- 33) Grau, plastisch, fühlt sich sanft an. Zu Porzellankapseln.
- 34) Schmutzig hellgrün mit rothen Flecken. Zu Porzellankapseln.

Kaolin. Die Thonarten bieten so mannigfache Varietäten mit so allmäligen Uebergängen, daß es kaum möglich ist, eine genauere Beschreibung als in großen Umrissen davon zu geben. Die einzige wirklich genau zu charakterisirende Varietät ist der Kaolin.

Der Kaolin unterscheidet sich schon dadurch von den übrigen Thonen, daß er nicht wie diese in größeren Schichten, als Ausfüllung von Mulden u. s. w., sondern stets in kleineren Massen, gewissermaßen nesterförmig im primitiven Gestein, vorzugsweise im granitischen und porphyrischen, vorkommt.

Man unterscheidet drei Arten, thonigen, sandigen und körnigen Kaolin.

Der thonige Kaolin tritt in weichen, im feuchten Zustande schmierigen Massen auf, ist sehr weiß, geschmeidig, plastisch.

Der sandige Kaolin hinterläßt beim Schlämmen mehr oder weniger feine Quarz- und Feldspathkörner.

Der körnige Kaolin besteht aus einer weißen, bröckeligen, nicht plastischen Masse, es ist ihm noch viel unzersetztes Gestein beigelegt, von welchem sich der reine oder thonige Kaolin durch Schlämmen sondern läßt.

Den Kaolin findet man nur in Gesteinen, von denen der Feldspath einen Bestandtheil ausmacht, und von den Feldspathen ist auch nur der Kalifeldspath oder der Orthoklas sehr zur Kaolinisirung geneigt. Die schönsten Kaolinbildungen kommen in sogenannten Halbgraniten vor, in welchen der Glimmer fast ganz zurücktritt und die nur aus Quarz und Feldspath bestehen. Es gehört dahin namentlich die Varietät des Granits, welche man Pegmatit genannt hat. Diese Formation tritt besonders schön bei Saint-Drieix*) bei Limoges (Dep. Haute-Vienne) auf, außerdem zu Saint-Stephens in Cornwall, in den Pyrenäen. Im Granit findet er sich bei Aue bei Schneeberg in Sachsen, Karlsbad in Böhmen, Saint-Austell in Cornwall. Als Zersezungsproduct des Porphyrs zu Seilig bei Meissen, Sornzig bei Mügeln und Rasephas bei Altenburg, zu Morl bei Halle. Im Curit zu Tretto bei Schio. Im Diorit zu Saint-Drieix.

Wenn man den Kalifeldspath auch als ein neutrales Doppelsilicat von Kali und Thonerde bezeichnen kann, so kommen doch stets darin geringe Mengen anderer Körper vor, die theils bei der Zersezung im Kaolin zurückbleiben, theils mit fortgeschwemmt werden. Ebenso verhalten sich die übrigen Gemengtheile der Gesteinmassen, in denen sich der Kaolin gebildet hat. Man muß daher im Kaolin drei verschiedene Gemengtheile unterscheiden. Ein Theil derselben ist durch verdünnte Säuren ausziehbar, es ist dies ein Rest von Kalk, Magnesia, Spuren von Eisenoryd und Alkalien. Ein anderer Theil, der eigentliche Kaolinthon und die freie, bei der Zersezung abgesehene Kieselsäure, läßt sich durch abwechselnde Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure und verdünnter Natronlösung entfernen. Diesen Behandlungen widersteht ein Rest von unzer-

*) Es finden sich mehrere verschiedene Schreibweisen dieses Namens, so Saint Drieix, Saint Drieur, Sainte Drieix-la-Perche.

festem Gestein, also Feldspath, Quarz u. s. w. Berücksichtigt man dieses, so wird der Zusammenhang zwischen Feldspath und Kaolin aus den Analysen verständlicher.

Wir lassen hier zunächst einige Analysen von Feldspathen, die zur Kaolinisierung geneigt sind, folgen:

	Newcastle (Delaware).	Sargabelos (Galizien).	Galle.	Quabenz- stein.	Dporto.	Dironplace (Wilmington).	Gafabrien.	Serdobole.
Kieselsäure	62,20	62,00	62,76	61,37	62,06	58,70	65,87	64,03
Thonerde	19,78	19,48	19,20	20,37	19,61	23,95	20,60	18,47
Kali	15,14	15,72	14,90	15,75	16,07	12,64	Spur	15,24
Natron	—	—	—	—	—	—	11,10	—
Magnesia	0,50	0,12	0,18	0,16	0,16	0,31	0,20	0,18
Kalk	0,58	0,35	0,46	0,39	0,38	2,09	0,38	0,67
Eisen und Mangan	Spur	Spur	Spur	—	—	Spur	Spur	—
Feuchtigkeit	1,53	1,64	1,70	1,31	1,11	1,65	1,20	1,02
Verlust	0,27	0,69	0,80	0,79	0,61	0,66	0,65	0,39
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Chemische Formel	$\text{Al}_2\text{O}_3, \text{KO},$ 4SiO_3	$\text{Al}_2\text{O}_3, \text{NaO},$ 4SiO_3	$\text{Al}_2\text{O}_3, \text{KO},$ 4SiO_3					

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der Zusammensetzung einer großen Anzahl verschiedener Kaoline und des unlöslichen Rückstandes (zusammengezogen nach den Untersuchungen von Brogniart und Malaguti). Es ist darin sowohl die Zusammensetzung der reinen Thonsubstanz, die Quantität der freien Kieselsäure, des

in verdünnten Säuren löslichen Theils, wie des unlöslichen Rückstandes, angegeben. Berechnet man danach die Zusammensetzung der Thonsubstanz, so ergibt sich in den bei Weitem meisten Fällen die Formel $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_3 + 2\text{HO}$, während nur wenige Ausnahmen ein anderes Verhältniß zeigen.

Fundort.	Kieselsäure im Ganzen.	Freie Kieselsäure.	Thonsubstanz.			In verdünnten Säuren löslich.			Unlöslicher Rückstand.
			Kieselsäure.	Thonerde.	Wasser.	Kalk, Magnesia, Kali.	Kalk, Magnesia, Natron.	Eisen und Mangan.	
Limoges	42,07	10,98	31,09	34,65	12,17	1,33	—	Spur	9,76
Louhossoa bei Bayonne ...	43,12	Nicht getrennt	33,00	33,00	23,00	—	0,50	Spur	—
Pieur bei Cherbourg	42,31	2,43	39,88	34,51	12,09	1,39	—	Spur	9,67
Mercus (Ariège)	27,22	Nicht getrennt	20,00	20,00	9,03	1,24	—	0,48	42,00
Mende (Lozère)	35,61	Nicht getrennt	22,33	22,33	9,70	4,32	—	3,37	24,64
Glos de Madame (Allier) .	39,91	2,67	37,24	36,37	12,94	1,80	—	Spur	8,96
Chabrol (Buz-de-Dome) ..	32,93	7,79	25,14	29,88	10,73	1,56	—	Spur	24,87
Breage (Cornwall)	46,63	1,27	45,36	24,06	8,74	0,60	NaO Spur	Spur	19,65
Plymton (Devonshire)	44,26	10,19	34,07	36,81	12,74	1,55	—	Spur	4,30
Ghiesl (Insel Elba)	45,03	1,16	43,87	32,24	11,36	3,21	—	Spur	8,14
Bourgnaners (Biemont) ..	23,94	6,62	17,32	21,14	7,42	—	—	1,23	48,00
Tretto bei Schio	37,07	Nicht getrennt	25,28	25,28	6,64	6,33	—	Spur	24,64
Rama (Passau)	42,15	9,71	36,77	37,08	12,83	2,85	Spur	0,56	4,50
Auerbach (Passau)	32,48	7,13	25,35	29,45	10,50	1,13	—	Spur	26,42
Diendorf bei Hafnerzell (Passau)	28,61	7,17	21,44	25,75	9,60	1,57	—	Spur	34,44
Aue bei Schneeberg	35,98	1,76	34,22	34,12	11,09	0,69	—	Spur	18,00
Kaschna bei Reipen	29,42	1,82	27,60	25,00	9,80	0,71	—	Spur	33,52
Selitz bei Reipen	40,78	9,10	31,68	34,16	12,10	0,60	NaO Spur	Spur	12,33
Schletta bei Reipen	39,10	0,67	38,48	20,92	7,26	3,98	—	1,31	27,50
Worl bei Halle	26,10	4,44	21,66	22,50	7,55	—	—	Spur	43,84
Soja bei Johannegeorgen- stadt	45,07	Nicht getrennt	38,15	38,15	9,69	1,80	—	Spur	5,53
Zettitz bei Karlsbad	33,98	4,95	29,03	26,66	9,55	1,13	—	Spur	28,63
Münchshoff bei Karlsbad ..	44,12	2,40	41,72	40,61	13,56	0,95	—	Spur	0,74
Prinzdorf in Ungarn	26,76	1,00	25,76	15,17	5,22	1,83	—	0,56	50,40
Bornholm (Schweden)	38,57	7,04	31,53	34,99	12,52	0,54	0,93	—	13,36
Risanksi (Rußland)	29,30	Nicht getrennt	47,83	47,83	22,23	—	0,68	Spur	—
Dporto (Portugal)	40,62	3,72	36,90	43,94	14,62	—	—	—	0,11
Sargabelos (Galizien)	43,25	6,48	36,77	37,38	12,83	0,88	—	Spur	5,64
Wilmington (Delaware) ..	32,69	12,23	20,46	35,01	12,12	1,14	0,72	Spur	22,81
Newcastle (Delaware)	29,73	9,39	20,34	25,59	8,94	—	—	—	34,99
China	13,72	Nicht getrennt	9,80	9,80	2,62	—	—	—	68,18

Analyse des Aluminiums und seiner Verbindungen. Das Aluminium wird stets in der Form von Thonerde bestimmt. Ist der Gehalt an Aluminium oder an Thonerde in einem reinen Thonerdesalz mit flüchtiger Säure, wie in essigsaurer Thonerde, salpetersaurer, salzsaurer Thonerde, zu bestimmen, so braucht man dieses nur heftig zu glühen, um reine Thonerde zurückzubehalten. Die schwefelsaure Thonerde hält selbst beim stärksten Glühen etwas von ihrer Säure zurück und kann daher nicht durch bloßes Glühen bestimmt werden. In den meisten Fällen wird man die Thonerde aus ihrer Lösung in Säuren als Thonerdehydrat fällen und nach dem Glühen wägen. Es sind dabei einige Vorsichtsmaßregeln erforderlich, ohne deren Anwendung man keine genauen Resultate erhält. Das Thonerdehydrat verliert sein Wasser bei schwacher Glühige, die dabei zurückbleibende Thonerde ist aber im hohen Grade hygroskopisch und zieht mit Begierde Feuchtigkeit aus der Luft an; sie verliert diese Eigenschaft durch sehr heftiges Glühen (vergl. S. 30). Vor dem Glühen trocknet man das Hydrat so scharf wie möglich, bringt es mit seinem Filter in einen Platintiegel und erhitzt zuerst sehr gelinde, weil beim raschen Erhitzen leicht eine Decrepitation eintritt, welche Stücke der Thonerde aus dem Tiegel schleudern kann. Nach einiger Zeit öffnet man den Tiegel, legt ihn schräg über die Flamme der Lampe und verbrennt die Filterkohle. Ist dies geschehen, so bedeckt man den Tiegel wieder und erhitzt so stark als irgend möglich. Der noch fast glühend heiße Tiegel wird in ein mit einer matten Glasplatte luftdicht zu verschließendes Glas, auf dessen Boden sich Chlorcalcium befindet, gebracht und darin erkalten gelassen, worauf man ihn mit seinem Inhalte möglichst rasch wägt.

Wird die Thonerde aus einer Lösung, welche größere Mengen von Alkalien enthält, durch Ammoniak gefällt, so fällt stets ein Theil der Alkalien mit der Thonerde nieder und ist nicht durch Auswaschen von ihr zu trennen. Um daher die Thonerde rein zu erhalten, fällt man sie durch Ammoniak aus einer siedend heißen Lösung, filtrirt, wäscht mit siedendem Wasser, löst das Thonerdehydrat auf dem Filter durch Uebergießen mit Salzsäure, wäscht das Filter so lange mit siedendem Wasser, bis einer der abfließenden Tropfen keine saure Reaction mehr zeigt, und fällt aufs Neue aus der vorher zum Sieden erhitzten Lösung durch Ammoniak. Der Niederschlag wird dann vollständig ausgewaschen und unter den oben angegebenen Vorsichtsmaßregeln gegläht und gewogen.

Das Thonerdehydrat ist nicht unlöslich in Ammoniak, seine Löslichkeit wird aber durch die Anwesenheit von Ammoniaksalzen sehr vermindert oder ganz aufgehoben. Hat man daher die Thonerde nicht aus einer stark sauren Lösung zu fällen, in welchem Falle hinreichend Ammoniaksalze gebildet werden, so fügt man vor dem Zusatz des Ammoniaks eine größere Menge Salmiak hinzu.

Die Thonerde kann nicht direct durch Ammoniak gefällt werden bei Gegenwart von Kieselsäure und Phosphorsäure, weil diese mit niedersinken würden.

Da die Thonerde aus saurer Lösung durch Schwe-

selwasserstoff nicht gefällt wird, so kann man dadurch sämtliche Metalle, deren Schwefelverbindungen in Säuren unlöslich sind, von der Thonerde trennen.

Am häufigsten ist die Thonerde von Eisenoryd zu trennen. Dieses gelingt leicht, sobald keine Phosphorsäure zugegen ist. Man leitet in die saure Lösung so lange schweflige Säure, bis alles Eisenoryd zu Drydul reducirt ist, erhitzt zum Sieden und fügt einen Ueberschuss von Kali- oder Natronlauge hinzu. Es wird dadurch ein voluminöser weißer Niederschlag von Eisenorydulhydrat gefällt. Man fährt fort zu kochen, bis dieser Niederschlag eine schwarze Farbe angenommen hat und dicht und körnig geworden ist, bis er sich durch Aufnahme von Sauerstoff in Eisenoryduloryd verwandelt hat. Die Flüssigkeit wird abfiltrirt, der Niederschlag gewaschen, das Filtrat mit Salzsäure übersättigt und die Thonerde mit Ammoniak gefällt. Da sie so leicht Kali oder Natron enthält, so wird sie nach dem Waschen wieder in Salzsäure gelöst und von Neuem gefällt. Das Eisenoryduloryd wird in Salzsäure gelöst, die kalte Flüssigkeit mit Chlor- oder Bromwasser vermischt, um alles Eisen zu oxydiren, zum Sieden erhitzt, das Eisenoryd durch Ammoniak gefällt, welches nach dem Waschen getrocknet und gewogen wird.

Bequemer gelingt die Bestimmung beider Körper auf folgende Weise:

Die Eisenoryd und Thonerde enthaltende Flüssigkeit wird bis zu einem bestimmten Volumen, z. B. 200 C.-C., verdünnt. In der einen Hälfte der Flüssigkeit fällt man durch Ammoniak gemeinschaftlich Eisenoryd und Thonerde und bestimmt nach dem Waschen deren Gewicht. In der andern Hälfte reducirt man das Eisenoryd zu Drydul durch Zink und bestimmt das Eisen mit übermangansaurem Kali (Chamäleon), wie Bd. III. S. 108 beschrieben ist. Berechnet man das Eisen auf Dryd, so braucht man dieses nur von dem gefundenen Gewicht des Eisenoryds und der Thonerde abzuziehen, um den Gehalt an Thonerde zu finden.

Ist in einer zu untersuchenden Substanz außer Thonerde und Eisenoryd noch Phosphorsäure zugegen, so entfernt man zuerst die Phosphorsäure, indem man eine salpetersaure Lösung von molybdänsaurem Ammoniak hinzusetzt, und die saure Flüssigkeit mehrere Stunden im Wasserbade erhitzt. Die Phosphorsäure scheidet sich dabei vollständig als gelbes krystallinisches phosphorsaures-molybdänsaures Ammoniak ab, welches man abfiltrirt und mit Wasser, welches etwas von der molybdänsauren Lösung enthält, auswäscht. Das Filtrat wird mit Ammoniak übersättigt und Eisenoryd von Thonerde wie oben getrennt. Den phosphorsäurehaltigen Niederschlag übergießt man mit Ammoniak, worin er sich leicht löst, fügt Salmiak und dann schwefelsaure Magnesia hinzu. Nach vierundzwanzigstündigem Stehen filtrirt man die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia ab und bestimmt darin die Phosphorsäure, wie Bd. III. S. 879 beschrieben. Zur vollständigen Fällung der Phosphorsäure ist ein sehr großer Ueberschuss von molybdänsaurem Ammoniak erforderlich, man muß daher, um sich zu überzeugen, das Filtrat mit einer neuen Portion der Lösung vermischen und zum Sieden erhitzen, wobei weder eine gelbliche Färbung der Flüssigkeit, noch ein Niederschlag

entstehen darf. Diese Methode ist namentlich sehr geeignet, wenn es sich um Bestimmung kleiner Mengen von Phosphorsäure neben viel Eisenoryd und Thonerde handelt, wie es z. B. bei der Untersuchung von Bodenarten etc. der Fall ist.

Kommt viel Phosphorsäure neben Thonerde vor, wie z. B. bei der Analyse des Bawellit, so mischt man die sehr fein gepulverte Substanz mit 1 bis 2 Th. Kieselsäure und 6 Th. kohlensaurem Natron-Kali und erhitzt im Platintiegel so lange, bis die Masse vollkommen ruhig fließt, wobei man den Tiegel bedeckt hält, weil sonst von der schmelzenden Masse kleine Theilchen durch die entweichende Kohlensäure umhergeschleudert werden könnten. Nach dem Erkalten legt man den Tiegel in ein Glas mit Wasser, fügt kohlensaures Ammoniak hinzu und läßt so lange in der Kälte stehen, bis die Masse im Tiegel sich bis auf einen weißen Niederschlag gelöst hat. Dieser Niederschlag besteht aus kieselhafter Thonerde, während alle Phosphorsäure in der Lösung enthalten ist. Den Niederschlag trennt man von der Flüssigkeit durch Filtration, löst ihn in Salzsäure, verdampft im Wasserbade zur Trockne, digerirt einige Stunden lang bei 100°, befeuchtet dann mit concentrirter Salzsäure und übergießt mit heißem Wasser. Die Kieselsäure bleibt ungelöst und kann von der Thonerde durch Filtration getrennt werden. Im Filtrat fällt man die Thonerde durch Ammoniak. Zur Bestimmung der Phosphorsäure neutralisirt man die von der kieselhaften Thonerde abfiltrirte Flüssigkeit mit Salzsäure, verdampft zur Trockne, um gelöste Kieselsäure abzuschneiden, löst in Wasser und fällt, nachdem die Kieselsäure abfiltrirt ist, unter Zusatz von Salmiak und Ammoniak durch schwefelsaure Magnesia.

Die Trennung der Thonerde von den übrigen Körpern, mit denen sie gewöhnlich gemeinschaftlich vorkommt, wird sich am besten an einem Beispiel erklären lassen. Wir wählen dazu ein in Säuren unlösliches Silicat, welches Kieselsäure, Thonerde, Eisenoryd, Manganoryd, Kalk, Magnesia und Alkalien enthält. Die Substanz wird zuerst im Mörser zu einem absolut feinen Pulver zerrieben. Ein gewogener Theil davon wird im Platintiegel mit seinem acht- bis zehnfachen Gewicht kohlensaurem Natron-Kali gemischt und bei aufgelegtem Deckel zuerst schwach, darauf allmählig zum vollen Glühen erhitzt, wobei man die Temperatur so regulirt, daß die durch das Entweichen der Kohlensäure aufschäumende Masse nicht übersteigen kann. Man unterhält die Glühhitze so lange, bis das Ganze vollkommen ruhig fließt und keine Gasbläschen mehr bemerkbar sind. Nach dem Erkalten legt man den Tiegel sammt Deckel in ein Becherglas, übergießt mit heißem Wasser und läßt damit eine Stunde digeriren, um die löslichen Salze möglichst auszuziehen. Dann giebt man tropfenweis Salzsäure hinzu, läßt aber zwischen jedem neuen Zusatz so lange Zeit vergehen, bis keine Kohlensäure mehr entweicht. Würde man gleich anfangs einen Ueberschuß von Salzsäure anwenden, so würde die Kieselsäure in compacte Form abgeschieden werden und Theile der Substanz so fest umhüllen, daß der weitere Angriff der Salzsäure sehr erschwert würde. Nach und nach giebt man dann so viel Salzsäure zu, bis durch einen

fernerm Zusatz keine Kohlensäure mehr ausgetrieben wird. Es wird dann entweder Alles gelöst, oder ein Theil der Kieselsäure in leichten, weißen Klöcken abgeschieden sein. Man nimmt dann den Platintiegel vorsichtig heraus und spült ihn mit Wasser ab. Sollte sich am Boden des Glases ein schweres sandiges Pulver abscheiden, so ist dies ein Beweis, daß entweder die Substanz nicht fein genug gepulvert war, oder daß die Schmelzung nicht lange genug fortgesetzt wurde. Man thut dann am besten, wieder von vorn mit feiner gepulverter Substanz zu beginnen.

Die saure Lösung wird dann in demselben Glase im Wasserbade zur Trockne verdampft und der Rückstand wenigstens mehrere Stunden lang bei 100° digerirt. Die Kieselsäure ist dadurch völlig unlöslich geworden. Man befeuchtet den Rückstand mit concentrirter Salzsäure und erhitzt ihn mit Wasser zum Sieden, filtrirt und wäscht die Kieselsäure mit heißem Wasser vollständig aus. Nach dem Trocknen schüttet man die Kieselsäure aus dem Filter auf ein Stück schwarzes Glaspapier, verbrennt das Filter im Platintiegel und fügt erst dann die übrige Kieselsäure zur Asche des Filters. Diese wird stark geglüht und nach dem Erkalten rasch gewogen, weil sie leicht Feuchtigkeit absorhirt.

Die von der Kieselsäure abfiltrirte Flüssigkeit enthält alle Salze als Chlorverbindungen, das Eisen als Chlorid, das Mangan als Chlorür. Man erhitzt zum Kochen, neutralisirt die freie Säure, soweit es thunlich ist ohne einen bleibenden Niederschlag hervorzubringen, mit kohlensaurem Natron, läßt erkalten und fügt in Wasser vertheilten kohlensauren Baryt hinzu, wodurch Eisenoryd und Thonerde gefällt werden. Diese filtrirt man zusammen mit dem überschüssig zugesetzten kohlen-sauren Baryt ab, wäscht sie mit kaltem Wasser aus, löst den Niederschlag in Salzsäure, verdünnt mit Wasser und fällt den Baryt aus der siedenden Flüssigkeit durch Schwefelsäure. In der vom schwefelsauren Baryt abfiltrirten Flüssigkeit trennt man Eisenoryd und Thonerde nach einer der oben beschriebenen Methoden.

Die von dem Eisenoryd, der Thonerde und kohlen-sauren Baryt abfiltrirte Flüssigkeit wird kalt mit Chlor- oder Bromwasser vermischt, um das Manganchlorür in Chlorid zu verwandeln, und dann ebenfalls mit kohlen-sauren Baryt vermischt, wodurch Manganoryd gefällt wird. Dieses filtrirt man mit dem überschüssigen kohlen-sauren Baryt ab, löst nach dem Auswaschen in Salzsäure, fällt den Baryt in der verdünnten siedenden Flüssigkeit durch Schwefelsäure und fällt das Mangan in der vom schwefelsauren Baryt abfiltrirten Flüssigkeit durch kohlen-saures Natron als kohlen-saures Mangan-orydul, welches nach dem Auswaschen und Trocknen bei Zutritt der Luft stark geglüht und als Manganorydul-oryd gewogen wird.

In der vom Manganoryd und kohlen-sauren Baryt abfiltrirten Flüssigkeit ist noch Kalk und Magnesia zu bestimmen, außerdem ist noch Baryt darin enthalten, den man aus der siedenden Flüssigkeit, nachdem man mit Salzsäure sauer gemacht hat, durch Schwefelsäure fällt und abfiltrirt. Das Filtrat wird zunächst mit so viel essigsaurem Ammoniak vermischt, daß alle in der Lösung enthaltene freie Säure an Ammoniak gebunden

wird und dann, nachdem man zum Sieden erhitzt hat, oxalsaures Ammoniak zugefetzt, um den Kalk zu fällen. Der oxalsaure Kalk fällt aus einer heißen, freie Essigsäure enthaltenden Flüssigkeit als schweres krystallinisches Pulver nieder, welches sich leicht filtriren und auswaschen läßt, während er, wenn er aus einer kalten, nicht sauren Lösung gefällt wird, sich in höchst vertheiltem Zustande abscheidet, sich schwer absetzt und fast regelmäßig beim Auswaschen durch das Filter geht. Er wird nach dem Auswaschen geglüht, mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Ammoniak übergossen, damit sehr vorsichtig eingetrocknet, wieder sehr schwach geglüht und als kohlen-saurer Kalk gewogen.

Die vom oxalsauren Kalk abfiltrirte Flüssigkeit wird mit phosphorsaurem Natron und einem großen Ueberschuß von Ammoniak vermischt und die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia nach 24 Stunden abfiltrirt, mit Ammoniakwasser gewaschen, nach dem Trocknen sehr allmählig zum starken Glühen erhitzt und als pyrophosphorsaure Magnesia gewogen.

Es bleibt nun nur noch die Bestimmung der Alkalien übrig. Diese muß in einer besondern Probe vorgenommen werden. Eine gewogene Menge der zur höchsten Feinheit zerriebenen Substanz wird in einer Platinschale mit concentrirter Fluorwasserstoffsäure übergossen, nach einigen Stunden mit Schwefelsäure vermischt und damit so lange erwärmt, bis der größte Theil der freien Schwefelsäure verdampft ist. Die Gesamtmenge der Kieselsäure hat sich dann als Fluorkieselfluorwasserstoffsäure verflüchtigt, alle Basen sind mit Schwefelsäure verbunden. Der Rückstand muß sich in siedendem Wasser vollkommen klar lösen, wenn die Abscheidung der Kieselsäure gelungen ist. Sollte ein Rückstand bleiben, so behandelt man diesen noch einmal mit Fluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure und fügt dessen Lösung zu der ersten Flüssigkeit.

Bei der Lösung der schwefelsauren Salze muß jedoch, wenn viel Kalk zugegen ist, eine große Menge heißes Wasser angewandt werden, weil der schwefelsaure Kalk schwer löslich ist. Man vermischt dann zunächst mit essigsaurem Ammoniak und fällt den Kalk durch oxalsaures Ammoniak, wie oben beschrieben ist. Das Filtrat engt man durch Verdampfung bedeutend ein, vermischt nach dem Erkalten mit Chlor- oder Bromwasser und fällt Eisenoxyd, Thonerde und Manganoxyd durch Ammoniak. Der Niederschlag enthält außerdem einen Theil der Magnesia, die hier aber nicht berücksichtigt zu werden braucht. Die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit enthält noch schwefelsaures Kali, Natron, Ammoniak und Magnesia, nebst sonstigen Ammoniaksalzen. Man verdampft zur Trockne in einer Platinschale und glüht, bis keine Dämpfe von Ammoniaksalzen mehr entweichen. Den Rückstand löst man in wenig Wasser, filtrirt wenn es nöthig ist, verdampft in einem Platintiegel und glüht den Rückstand gelinde, wobei man mit einem Stückchen kohlen-sauren Ammoniaks das noch saure schwefelsaure Kali und Natron in neutrale Salze verwandelt. Der Rückstand enthält außer diesen beiden Salzen noch schwefelsaure Magnesia. Sein Gewicht wird bestimmt, darauf löst man ihn in Wasser, bestimmt den Gehalt an Schwefelsäure und

Magnesia und berechnet darnach den Gehalt an Kali und Natron nach der Bd. III. S. 1078 beschriebenen indirecten Methode.

Bei der Analyse des Thons kann man auf die oben beschriebene Weise verfahren, da der Thon im Wesentlichen ein durch verdünnte Säuren nicht zersetzbares Silicat ist. Will man aber die Gruppierung der einzelnen Substanzen, die nähere Zusammensetzung des Thons kennen lernen, so sucht man durch passende Behandlung mit Säuren und Alkalien die einzelnen Bestandtheile in große Gruppen zu zerlegen, die man dann entweder für sich weiter untersuchen, oder als solche in dem Resultat der Analyse ausführen kann. Man kommt dadurch zu einer rationalen Analyse, deren Resultate in den Untersuchungen der Kaoline S. 50 zusammengestellt sind.

Der Thon wird zuerst bei 100° getrocknet, um das hygroskopische Wasser zu entfernen, und gewogen. Darauf glüht man dieselbe Probe und bestimmt so das mit der Thonsubstanz chemisch verbundene Wasser.

Eine andere nicht geglühte Probe wird 1 bis 2 Minuten lang mit einer fünfprocentigen Kalilauge gekocht, um die freie Kieselsäure zu lösen. Das Unlösliche wird abfiltrirt, gewaschen, geglüht und gewogen. Die Gewichts-differenz entspricht der Menge der löslichen Kieselsäure und der Gesamtmenge des Wassers.

Eine dritte Probe kocht man auf dieselbe Weise mit Kalilösung, läßt die Flüssigkeit sich durch Ruhe vollkommen klären, zieht die alkalische Lösung mit einem Heber ab und kocht mit Salzsäure, wodurch man Kalk, Magnesia, Eisenoxyd und Alkalien entfernt, die man in dieser Lösung trennen und bestimmen kann. Der Rückstand besteht aus reiner Thonsubstanz und unzersetztem oder mechanisch beigemengtem Gestein, man sammelt ihn auf einem getrockneten und gewogenen Filter, wäscht aus, trocknet bei 100° und wägt. Zur Trennung des Thons bringt man die gewogene Substanz aus dem Filter in eine geräumige Platinschale, verbrennt das Filter und fügt die Asche desselben zu der übrigen Substanz, die man dann mit concentrirter Schwefelsäure übergießt und so lange kocht, bis nur noch wenig Schwefelsäure zurückgeblieben ist. Darauf fügt man viel Wasser hinzu, läßt absetzen, zieht die klare Flüssigkeit mit einem Heber ab und wiederholt das Auswaschen mehrere Male. Wenn das Waschwasser nicht mehr stark sauer schmeckt, übergießt man die Substanz mit einer concentrirten Lösung von kohlen-saurem Natron, kocht damit eine Viertelstunde lang, verdünnt mit Wasser und wäscht wieder durch Decantation. Durch die Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure wird der Thon zersetzt, die Thonerde löst sich, die Kieselsäure wird abgeschieden und diese löst man durch das Kochen mit kohlen-saurem Natron. In den seltensten Fällen ist jedoch eine einmalige Behandlung mit Schwefelsäure genügend, um den Thon vollständig zu zersetzen, gewöhnlich muß man dieselbe Behandlung drei-, vier- oder mehrmal wiederholen. Die vollständige Entfernung des Thons erkennt man nur durch eine Prüfung des Rückstandes unter dem Mikroskop, so lange sich dadurch noch amorphe, fein vertheilte Substanzen

wahrnehmen lassen, muß man das Kochen mit Säure wiederholen. Der Rückstand ist endlich beigemengtes Gestein, welches für sich gewogen wird. Die Differenz der beiden letzten Gewichte giebt den Gehalt an reiner Thonsubstanz.

Analyse des käuflichen Aluminiums und seiner Legirungen nach Deville. Das im Handel vorkommende Aluminium und seine Legirungen enthalten folgende Elemente:

Chlor,
Fluor,
Silicium,
Aluminium,
Eisen,
Natrium,
Zink,
Kupfer,
Silber.

Chlor. Ein von feinen Schlacken nicht vollkommen getrenntes Aluminium kann Chlor enthalten. Um dieses zu bestimmen, löst man 1 bis 2 Grm. des Metalls in Natronlösung, übersättigt schwach mit Salpetersäure, filtrirt und fällt das Chlor mit salpetersaurem Silberoxyd. Das Chlor Silber wird gewaschen und gewogen.

Fluor ist meistens nur in so geringer Menge zugegen, daß man sich mit seiner qualitativen Nachweisung begnügen muß. Das Metall wird in möglichst wenig Natronlauge gelöst, die Flüssigkeit mit so viel verdünnter Schwefelsäure versetzt, daß sie nur noch schwach alkalisch reagirt, und darauf, ohne die sich abscheidende Thonerde abzufiltriren, in einem Platintiegel zur Trockne verdampft. Der Rückstand wird darauf mit etwas concentrirter Schwefelsäure vermischt und der Tiegel mit einer Glasplatte bedeckt, die man mit einem Aetzgrund überzogen und in diesem einige kleine Stellen frei gemacht hat. Beim Erwärmen des Tiegels wird Fluorwasserstoffsäure frei, welche das Glas an den nicht mit Aetzgrund bedeckten Stellen angreift und diese nach der Entfernung des Grundes matt erscheinen läßt.

Silicium. Das Metall wird in Salzsäure gelöst, die Flüssigkeit in einer Platinschale zur Trockne verdampft und der Rückstand in Salzsäure und siedendem Wasser aufgenommen, wobei ein Gemenge von Silicium, Siliciumoxydul und Kieselsäure zurückbleibt, welches man abfiltrirt. Das Filter bringt man in einen Platintiegel, befeuchtet es mit Ammoniak, trocknet und verbrennt es bei möglichst niedriger Temperatur. Das Siliciumoxydul wird dabei vollständig zu Kieselsäure oxydirt und man hat ein Gemenge von Silicium und Kieselsäure. Die letztere entfernt man durch Behandlung mit etwas verdünnter Flußsäure, wäscht das zurückbleibende Silicium und bestimmt dessen Gewicht. Da man dadurch die Menge der gebildeten Kieselsäure findet, so hat man die nöthigen Daten, um den Siliciumgehalt zu berechnen.

Natrium. Die übrigen Bestandtheile werden in der von dem Silicium und der Kieselsäure abfiltrirten Flüssigkeit bestimmt. Man fügt einen großen Ueberschuß von Salpetersäure hinzu, verdampft in einer Porzellanschale zur Trockne, um alle Metalle in salpetersaure Salze zu verwandeln. Der Rückstand wird in eine Platinschale gespült, auf dem Sandbade zur Trockne

verdampft und so lange erhitzt, bis sich reichlich rothe Dämpfe aus der Masse entwickeln. Nach dem Erkalten befeuchtet man mit einer Lösung von salpetersaurem Ammoniak und Aetzammoniak, darauf erwärmt man so lange, bis die Flüssigkeit nicht mehr nach Ammoniak riecht, verdünnt mit Wasser und filtrirt. Das Filtrat A. enthält alles Natrium als salpetersaures Natron, das unlösliche B. alles Aluminium, Eisen u. als Oxide.

Das Filtrat A. wird mit oxalsaurem Ammoniak auf Kalk geprüft und, wenn dadurch ein Niederschlag entsteht, der oxalsaure Kalk abfiltrirt, der auf bekannte Weise in kohlsauren Kalk übergeführt und als solcher bestimmt wird. Die Gegenwart des Kalks ist nur möglich, wenn dem Metall flußspathhaltige Schlacken anhängen. Die vom Kalk abfiltrirte Flüssigkeit wird in einer Platinschale zur Trockne verdampft und bis 200 bis 300° erhitzt, um das salpetersaure Ammoniak zu zerlegen und fortzuschaffen. Es bleibt dann salpetersaures Natron zurück, welches man mit etwas wässriger Oxalsäure vermischt, eintrocknet und glüht, um es in kohlsaures Natron überzuführen. Dieses wird in Wasser gelöst; sollte sich dabei etwas Kohle abscheiden, so beseitigt man sie durch Filtration und übersättigt die Lösung mit Salzsäure, worauf man wieder eintrocknet und das Natrium als Chlornatrium wägt.

Eisen und Aluminium. Der unlösliche Rückstand B. wird in einem Platinschiffchen geglüht und in diesem, welches man, eine Absorption von Wasser zu vermeiden, in ein verschlossenes Glasrohr schiebt, gewogen, nachdem man vorher das Gewicht des Schiffchens auf dieselbe Weise bestimmt hat. Das Schiffchen wird darauf in ein Porzellan- oder Platinrohr gebracht, ein Strom reines, trocknes Wasserstoffgas darübergeleitet und zum Glühen erhitzt. Wenn das Rohr stark glüht, läßt man statt des Wasserstoffs Chlornatriumgas durch den Apparat gehen, wodurch das anfangs reducirte Eisen in Eisenchlorür verwandelt wird, welches sich in dem Gasstrom verflüchtigt, ohne daß die Thonerde durch das Salzsäuregas verändert wird. Am Ende der Operation, wenn das Rohr nicht mehr glüht, läßt man wieder Wasserstoffgas durchgehen und darin erkalten. Schließlich nimmt man das Platinschiffchen heraus, wägt von Neuem und findet durch die Differenz der Wägungen die Menge des Eisenoxyds, während der Rest Thonerde ist.

Nach den so gefundenen Gewichten des Eisenoxyds und der Thonerde berechnet man die Menge des Eisens und des Aluminiums.

Zink. Um das Zink vom Aluminium zu trennen, löst man in Salzsäure, übersättigt mit Ammoniak, fügt Essigsäure bis zur deutlich sauren Reaction hinzu und filtrirt vom Ungelösten ab. Das Filtrat sättigt man mit Schwefelwasserstoffgas, wodurch alles Zink als Schwefelzink gefällt wird. Dieses filtrirt man ab, wäscht mit Schwefelwasserstoffwasser, trocknet und glüht es bei Luftzutritt, wodurch es in Zinkoxyd verwandelt wird, dessen Gewicht man bestimmt.

Kupfer. Man befolgt dieselbe Methode wie beim Zink. Das Metall wird in Salzsäure unter Zusatz von etwas Salpetersäure gelöst, mit Ammoniak übersättigt,

um das Siliciumoxydul zu zerstören, die Flüssigkeit mit Salzsäure wieder angesäuert, filtrirt und im Filtrat das Kupfer durch Schwefelwasserstoff ausgefällt. Das Schwefelkupfer wird mit Schwefelwasserstoffwasser gewaschen und durch Rösten im Tiegel in Kupferoxyd verwandelt.

Silber. Das Metall wird in schwachem Königswasser gelöst, die Flüssigkeit stark verdünnt, abfiltrirt und

der Rückstand, Chlor Silber, Silicium, Siliciumoxydul und Kieselsäure, gewaschen. Das Filter übergießt man darauf mit Ammoniak, wodurch das Chlor Silber gelöst wird, wäscht vollständig aus und fällt das Chlor Silber im Filtrat durch Uebersättigung mit Salpetersäure oder Salzsäure. Das Chlor Silber wird gewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen und daraus der Silbergehalt berechnet.

(Anhang zum Aluminium:)

Thonwaarenfabrikation.

Thonwaarenfabrikation. — Geschichtliches.

Die Kenntniß mancher Eigenschaften des Thons, seiner Anwendung zur Darstellung der mannigfachsten Gegenstände läßt sich wohl zurückverfolgen bis zu den ersten Anfängen der Civilisation. Sobald man anfang den Boden zu bearbeiten, konnte es nicht fehlen, daß man auf die plastischen Eigenschaften der thonigen Massen, die die obersten Schichten der Erdoberfläche häufig bilden, aufmerksam wurde. Das hohe Alter dieser Kenntniß geht nicht nur aus uns erhaltenen Ueberbleibseln sehr früher Perioden, sondern aus der Sagenwelt vieler Völker hervor, nach welcher der Mensch von Götterhand aus dem Thone geschaffen ist. Von den frühesten Zeiten an finden wir bei allen Völkern, die nach einander an der Spitze der Civilisation standen, von den Assyriern, Aegyptern zu den Griechen und Römern, das Emporkommen der Töpferkunst, steigend mit ihrer politischen Bedeutung, verschwindend mit ihrem Verfall. So lange die Künste bei diesen Völkern blühten, lieferten sie thönerne Geschirre, die noch heute von uns als kostbare Modelle benutzt werden; indem wir unsern Geschmack dem der längst hinweggeschwundenen Nationen anpassen, veredeln und verschönern wir die Formen unserer Geschirre.

Wir finden unter den ägyptischen Alterthümern gebrannte unglasirte und glasirte Steine, Geschirre der mannigfachsten Art, die theils zu den Zwecken ihres Cultus, theils zum häuslichen Gebrauch bestimmt waren, in allen möglichen Formen, mit verschiedenen eingebrannten Farben bedeckt. Die Vereitung der Glasuren war ihnen vollkommen geläufig, angewandt wurden die Glasuren nicht allein für Gegenstände der Töpferei, sondern auch zur Verzierung von Steinschneiderarbeiten. Von den letzteren sind uns mancherlei mit farbigen Glasuren bedeckte Amulets erhalten, die man lange für ein hartes Steinzeug hielt, von denen man jetzt aber weiß, daß sie nicht aus plastischem Material gefertigt sein können. Von den assyrischen Alterthümern sind vorzugsweise die mit schönen Farben ausgelegten Mosaikziegel zu bemerken, welche zur Verzierung von Bauwerken dienten.

Der Cultus der Griechen und Römer, die Verbrennung der Körper nach dem Tode und die sorgsame Aufbewahrung der Asche gab der Töpferkunst großen Im-

puls und veranlaßte die Schöpfung von Werken, über deren vollendete Formen und Schönheit der Zeichnungen wir noch heute staunen.

Bei den Galliern und Germanen, welche ebenfalls ihren Todten Vasen und Urnen neben ihren Waffen ins Grab mitgaben, finden sich Formen, die nicht mit denen der Römer und Griechen zu vergleichen sind. Selbst lange nach der römischen Invasion bleiben die germanischen und gallischen Geschirre deutlich von jenen verschieden.

Die Stürme, welche nach dem Verfall des weströmischen Reiches Europa verheerten und überall Kunst und Wissenschaft einem jähen Ende zuführten, vernichteten auch überall die aufblühenden Werkstätten der Töpfer. Es ist aus dieser Periode uns gar nichts mehr erhalten und es dauerte lange, ehe von einer Töpferkunst wieder die Rede sein konnte, die mehr wie das Alltägliche, einem kurzen Gebrauch Bestimmte, schuf.

Es waren die Mauren, welche von Osten wieder den Sinn für Schönheit und Kenntnisse nach Europa brachten und in Spanien die verloren gegangene Kunst wieder ins Leben riefen. Da der Einfluß der spanischen Mauren sich aber anfangs nicht über das ihren Waffen unterworfenen Gebiet erstreckte, so dauerte es mehrere Jahrhunderte, ehe das übrige Europa an diesen Fortschritten der Töpferkunst theilnahm.

In Spanien wurden von den Mauren früh emailirte Ziegel und Fliesen zum Bedecken der Fußböden und Wände ihrer Wohnungen gebraucht. Außer diesen heitzgen wir vortrefflich gearbeitete Vasen und andere Gegenstände aus jener Zeit. Die Mauren scheinen während ihrer ganzen Occupation Spaniens bis zu ihrer Vertreibung die Töpferei eifrigst gepflegt zu haben. Die Farben, welche sie zur Verzierung anwandten, waren reich und prächtig, häufig mit Vergoldungen vermischt, aber stets mit feinem Geschmack gewählt und zusammengestellt. Ihre Emaille ist gewöhnlich gelblichweiß, aber mit einem eigenthümlich schillernden Glanze angehaucht. Die Zeichnungen und Formen deuten auf den orientalischen Ursprung. Die ersteren stellen Arabesken, Blumen, Blätterwerk, manchmal Vögel und andere Thiere, Wappenschilder und arabische Inschriften vor. Die Formen sind unendlich verschieden, künstlerisch und fein ausgeführt. Manchmal

trifft man arabische Legenden auf gothischen Schildern und ganz einzeln christliche Devisen und Inschriften. Die Ziegel sind aus einem hellen Thon geformt und mit einer undurchsichtigen, weißen Glasur bedeckt, auf welcher die farbigen Verzierungen angebracht sind. Am schönsten sieht man diese Ziegel — azulejos — in der viel beschriebenen Alhambra, wo auch das schönste Exemplar einer Vase aus damaliger Zeit entdeckt ist. Die Fabrikation dieser Ziegel ist von den Vorvätern auf die heutigen Spanier vererbt und wird noch von ihnen betrieben.

Theils von den Mauren oder Sarazenen, theils von byzantinischen Griechen ist die Töpferkunst nach Italien gekommen, wo sie im funfzehnten und sechszehnten Jahrhundert in so hoher Blüthe stand. Im Jahre 828 eroberten die Sarazenen Sicilien und schmückten ihre prachtvolle Moschee in Palermo mit ähnlichen Ziegeln wie die Alhambra. Im neunten Jahrhundert gewannen sie in Apulien festen Fuß. Später fiel ihnen die Insel Majorca zu und dort trieben sie mit großer Energie die ihnen eigenthümliche Töpferkunst. Im Jahre 1115 eroberten die Bisener Majorca und führten unter ihrer Beute eine große Anzahl maurischer Kunstproducte mit sich fort. Die reich verziereten Ziegel, von ihnen baccini genannt, benutzten sie zur Ausschmückung ihrer Kirchen, und eine große Anzahl solcher baccini, die sich noch heute in den Kirchen Pisa's und anderer italienischen Städte finden, tragen deutliche Zeichen ihres maurischen Ursprungs. Außer der den Majorfern entnommenen Beute, außer den Arbeiten der italienischen Mauren in Aquila und Sicilien kamen frühzeitig andere Thonwaaren nach Italien in Folge der allmählichen Wiederoberung Spaniens. Die von dort vertriebenen Mauren ließen sich in Italien nieder und brachten ihre Töpferkunst mit sich. Von der andern Seite kam die nie ganz verlorene Kunst der Töpferei von dem byzantinischen Reiche nach Italien zurück, sobald zu hoffen war, daß sie dort freudige Aufnahme finden würde. Wie sehr auch das Aufblühen der mittelalterlichen Töpferei in Italien den Mauren zu danken ist, so ist es doch eben so gewiß, daß die byzantinischen Griechen ebenfalls viel dazu beigetragen haben.

Im dreizehnten Jahrhundert nimmt die italienische Töpferei einen eigenen, selbständigen Charakter an und vervollkommt sich im Lauf des folgenden Jahrhunderts sehr. Unter der Herrschaft der Malatesta in Verraro gewannen die Fabrikate ein mehr künstlerisches und verzieretes Aeußere, wodurch der Charakter der Producte der beiden folgenden Jahrhunderte bestimmt wurde. Ein neues Verfahren entwickelte sich zu der Zeit, auf welches die späteren Verbesserungen der italienischen Töpferei basirt waren. Der rothe, verhältnißmäßig rohe Thon wurde geformt, darauf das Geschirre gebrannt, in eine Glasur von Bleioryd und Zinnorhyd mit einer sehr weißen Erde von Siena getaucht und zum zweiten Male gebrannt. Mit der Zeit, als man eine härtere und weißere Emaille verlangte, steigerte man den Zusatz von Zinnorhyd in der Glasur. Die Bekleidung von gefärbten Thonmassen mit einer weißen, undurchsichtigen Glasur bildete ein ganz neues Verfahren, und dieses muß

als die Basis der später so berühmt gewordenen Majolica betrachtet werden.

Im Jahre 1400 wurde Luca della Robbia geboren und begann seine künstlerische Laufbahn unter Leonardo, einem Goldschmied zu Florenz. Er gab jedoch bald die Goldschmiedekunst auf und widmete sich zuerst der Steinhauerei, darauf aber dem Modelliren in Thon. Nach vielen Versuchen kam er zu der Ansicht, seinen Figuren müsse sich fast eine Unvergänglichkeit sichern lassen, durch einen starken, zinnhaltigen Ueberzug. Ungefähr im Jahre 1438 gelang es ihm, eine undurchsichtige, weiße, schön glänzende Emaille zu entdecken, die er zum ersten Mal in Italien zur Verzierung der Terracotta anwandte. Seine ersten Werke sind weiß auf blauem Grunde, bald darauf führte er grüne, braune, gelbe und violette Farben ein. Die letzteren scheint er jedoch selten angewandt und seine Vorliebe für Weiß und Blau beibehalten zu haben. Die stets durch Einfachheit und Reinheit des Stils ausgezeichneten Arbeiten Luca della Robbia's nahmen sich meistens Madonnen und andere Thematia der heiligen Schrift zum Vorwurf. Er starb im Jahre 1481. Ihm folgte sein Neffe Andreas della Robbia, mit dessen vier Söhnen der Kunststamm der Familie ausgestorben zu sein scheint.

Der Name Majolica, unter welchem die Thonwaaren dieser Art berühmt waren, scheint eine linguistische Veränderung des Namens der Insel Majorca, wo die Mauren seit langer Zeit die Unfertigung emailirter Thonwaaren betrieben, zu sein. Die Periode der Majolicafabrikation läßt sich in vier Abschnitte theilen:

1) Von 1450 bis 1530. Die Arbeiten dieser Zeit werden Mezza Majolica genannt. In den ersten Exemplaren bemerkt man maurische Verzierungen und Büsten verschiedener italienischer mythologischer Figuren, mit kurzen erklärenden Inschriften. Die Umrisse der Figuren auf der Mezza Majolica sind blau auf schwarzem oder weißem Grunde, mit schwach gefärbten Drapirungen; man vermißt alle Schattirungen, die Fleischpartien sind nicht gefärbt; die zwar ziemlich correcte Zeichnung ist hart und rauh und die Figuren haben ein kaltes, lebloses Ansehen. Das Ganze ist mit einem metallischen, perlmutterartigen Anhauch bedeckt, wodurch ein eigenthümlicher Glanz hervorgebracht wurde, der in seiner Schönheit nie übertroffen ist.

2) Der zweite Abschnitt umfaßt die Jahre 1530 bis 1540. Die Arabesken, Büsten und Wappenschilder verschwinden und werden durch Gruppen von Figuren ersetzt; die Künstler machen große Fortschritte in der Auswahl der Farben, führen Schattirungen und ausgemalte Drapirungen ein.

3) Der dritte Abschnitt, der Glanzpunkt der Kunst, liegt zwischen den Jahren 1540 bis 1560.

4) Der vierte Abschnitt reicht bis 1610 und umfaßt den Verfall der Kunst. Nach dem Jahre 1610 wurden keine ächten Majolica mehr angefertigt. Eine Art von nachgemachter Majolica wurde jedoch in Venedig, Neapel, Siena und Savona bis zur Mitte des achtzehnten Jahrhunderts gemacht. Nach dem Jahre 1560 war der Verfall der Majolica rasch und wurde namentlich durch die Einführung des chinesischen Porzellans bedingt.

Außer Tellern, Schüsseln, bauchigen Gefäßen wurden Statuetten, Vasreliefs, Vasen, Leuchter, Schreibzeuge, Wasserkühler und verschiedene andere Gegenstände aus Majolica dargestellt. Künstler von erster Berühmtheit lieferten Zeichnungen zu den Verzierungen und diese Verzierungen wurden — viele in Relief — von Leuten ausgeführt, von denen Manche Anspruch darauf machen können, bedeutende Künstler genannt zu werden. Zeichnungen von Marc' Antonio und Rafael und seinen Schülern wurden vielfach von den italienischen Malern auf Thongeschirr übertragen. Der Glaube jedoch, daß Rafael selbst auf Majolica gemalt habe, ist dadurch als irrig bewiesen, daß die besten Exemplare dieser Kunst erst zwanzig Jahre nach seinem Tode geschaffen wurden.

Im sechszehnten Jahrhundert wurden classische, historische und mythologische Gegenstände eingeführt und bildeten im Geschmack der damaligen Zeit eine eigenthümliche Mischung mit den der heiligen Schrift entlehnten Gegenständen, die doch immer vorherrschend blieben. Die Malereien paßten die Künstler meistens dem Gebrauch der Thongeschirre an. Wasserbehälter wurden mit der dem Meere entsteigenden Venus oder dem Untergang des Pharao verziert. Fruchtschalen wurden mit Winzerfesten bemalt. Königliche Service stellten Handlungen Davids, Salomos, Alexanders oder Cäsars dar; die für kirchliche Würdenträger bestimmten waren mit Scenen aus dem Leben Moses oder des Apostels Paulus geschmückt.

Die Majolicawaaren wurden vielfach zu Geschenken benutzt und waren mit auf die besondere Gelegenheit passenden Verzierungen versehen. Von diesen waren namentlich die Amatorii beliebt, welche galante Herren ihren Damen gaben und auf denen man die Bilder der Damen mit sinnigen Inschriften findet.

Die Kunst der Anfertigung der Majolica wurde von Anfang an von den Fürsten auf das Liebevollste unterstützt. Als die Regierung von Pesaro 1450 von den Malatesta auf die Sforza überging, bewilligten die neuen Regenten sofort dem Majolicafabrikanten besondere Privilegien. Zu Urbino glänzte diese Kunst namentlich unter den Herzögen Frederigo und Guidobaldo, die nach einander von 1444 bis 1482 und von 1482 bis 1538 regierten. Auf Guidobaldo folgte sein Neffe Francesco Maria della Rovere, unter dessen kräftiger Regierung die Töpferei rasche und bedeutende Fortschritte machte. Sein Sohn und Nachfolger Guidobaldo II. erlebte den höchsten Glanzpunkt und den anfangenden Verfall der Kunst, mit der sein Name auf immer verbunden bleiben wird.

Die früheste Mezza Majolica wurde vorzugsweise zu Pesaro angefertigt. Es lebte dort ungefähr ums Jahr 1480 der bedeutendste Thonkünstler dieser Periode, der besonders schöne rubinrothe und goldgelbe Farben anwandte; seine Erzeugnisse, die sich sofort durch besonders zarte Behandlung zu erkennen geben, glänzen stets in dem perlmutterartigen Schimmer. Die zu Gubbio ausgeführten Thonwaaren sind ebenso wie die von Pesaro wegen ihres rothen, perlmutterartigen Glanzes berühmt. Der größte Künstler von Gubbio war Georgia Andreoli, der unübertroffen wegen des

Glanzes seiner Metallfarben dasteht. Er wandte namentlich einen rubinfarbigen Lustre an, und zu dem in Gold und Silber spielenden Anflug führte er eine zwischen beiden liegende Farbenhufe ein, die den eigenthümlichen Glanz des polirten Kupfers hat. Der Rubinlustre dieses Künstlers ist durchsichtig und tritt namentlich auf blauem Grunde schön hervor. Seine Erzeugnisse sind aus den Jahren 1519 bis 1537.

Von der zu Urbino angefertigten Majolica ist uns am meisten erhalten, sie stammt aus dem letzten Viertel des funfzehnten Jahrhunderts bis nahe zum Verfall der Kunst. Es sind die verschiedenartigsten Gegenstände und bieten alle Vorzüglichkeiten und Eigenthümlichkeiten dieser Kunst. Die berühmtesten Künstler, welche auf Majolica malten, waren Francesco Xanto Ucelli (vor 1540), Drazio Fontana (1540 bis 1560) und viele Andere.

Außer den genannten Orten sind noch Faenza und Castel Durante zu erwähnen, deren Fabrikate den besten von Urbino gleich zu stellen sind; man weiß jedoch wenig von den Künstlern, welche in diesen Städten lebten. Außer der Majolica producirte Faenza Vasreliefs nach der Art von Luca della Robbia und hier wurde, zugleich mit Florenz, zuerst die schöne weiße Zinglatur angewandt, sobald sie einige Jahre nach dem Tode Luca's bekannt wurde. Der Name Fayence, mit dem jetzt alle weiß emailirten Geschirre bezeichnet werden, soll von dem Namen des Ortes Faenza abgeleitet sein, als Erinnerung an die dort so früh gemachte Anwendung der Robbia-Blasur.

In manchen Städten der päpstlichen Staaten wurde Majolica während der besten Perioden der Kunst angefertigt und später, am Ende des sechszehnten Jahrhunderts und selbst noch im folgenden Jahrhundert, finden wir die Fabrikation in manchen Städten Italiens.

Der Kunstwerth der Majolica muß Jedem, der Gelegenheit hat sie zu sehen, in Erstaunen setzen; auf der andern Seite muß aber auch bemerkt werden, daß die Form der Gegenstände und ihre Malerei sie nicht für Zwecke des täglichen Lebens, sondern nur für Schaustücke bestimmte. In dieser Beziehung unterscheidet sich die Majolica wesentlich von den besten griechischen Arbeiten, in denen die nützliche Anwendung immer vorherrschend war. Die italienischen Künstler behandelten die Majolica dagegen nur als eine Unterlage für ihre Gemälde und strebten mehr dahin, auf Thon zu malen, als thönerne Geschirre durch Malerei zu verzieren.

Im sechszehnten Jahrhundert wurde sowohl in Deutschland als in Frankreich Majolica dargestellt. Hirschvogel, ein Nürnberger Künstler, kam 1503 nach Urbino, erlernte dort die Kunst und errichtete bei seiner Heimkehr eine Anstalt in seiner Vaterstadt. Seine Werke sind mit Reliefverzierungen versehen. In Frankreich wurde 1570 eine Fabrik zu Nevers vom Herzog Louis Gonzago errichtet, nachdem schon vorher in derselben Stadt von Catharina von Medicis Versuche zu diesem Zweck angestellt waren. Diese Fürstin, eine Tochter des Herzogs von Urbino, wünschte sehr lebhaft die Industrie ihrer Heimath in Frankreich einzubürgern. Es ist bemerkenswerth, daß Catharina für die Majolica stets den Namen Fayence gebrauchte. Die

unter dem Herzog von Gonzago in Nevers dargestellten Gegenstände sind kaum von der echten Majolica zu unterscheiden.

Außer der Majolica zu Nevers wurden schon frühzeitig in Frankreich emailirte Thonwaaren dargestellt. Die Fabrikate von Beauvais genossen schon im zwölften Jahrhundert einen wohlbegründeten Ruf, der sich während der folgenden vier Jahrhunderte immer mehr steigerte. Im sechszehnten und siebenzehnten Jahrhundert gab es in Avignon und anderen Städten Südfrankreichs bedeutende Töpfereien. Rouen besaß eine von Franz I. gegründete Fabrik, die im siebenzehnten Jahrhundert sehr berühmt war. In derselben Periode wurden die Producte von Nevers und St. Cloud sehr geschätzt. An allen diesen Orten wurden emailirte Thonwaaren dargestellt, deren Eigenschaften zum Theil noch heute Bewunderung erregen. In einer Richtung — Originalität der Formen und Verzierungen — waren sie aber durchaus mangelhaft, und diese finden wir in Frankreich zum ersten Male in den Fayencen von Bernard Palissy. In Frankreich scheint jedoch die Kunst sehr nicht allein früher als in Italien ganz in Verfall gerathen, sondern völlig hinweggeschwunden zu sein. Es war Bernard Palissy, der sie dort erst wieder ins Leben zu rufen hatte. Geboren ungefähr 1500 zu La-Chapelle-Biron bei Perigord unter den dürftigsten Umständen, wußte er sich durch unbeugsamen Willen, durch unermüdete Ausdauer, durch jahrelanges mühseliges Ringen zu dem Range eines Künstlers, Philosophen und Schriftstellers hinaufzuschwingen und leistete in allen drei Fächern für damalige Zeit Bedeutendes. Ungefähr im Jahre 1550 entdeckte Palissy die Emailen, die seine schönen Thonwaaren zieren. Mit wahrem Heldennuthe hatte er 15 Jahre lang diesem Ziele nachgestrebt, sich durch die unendlichsten Widerwärtigkeiten hindurchgekämpft, bis er diesen Erfolg errang. Seit der Zeit wurde er aber entschädigt, sein späteres Leben war ein ununterbrochener Triumph. Als Verzierungen wählte er sehr vielfach Fische, Muscheln, Pflanzen, Insecten, Reptilien an, die sämmtlich der Pariser Umgegend entnommen und vortrefflich nach der Natur im Relief modellirt sind. Seine Emaille ist hart und glänzend, von reichem lebhaftem Glanz, es fehlt ihr jedoch das reine Weiß der ersten Majolica. Leider hielt er seine Methode auf das Sorgfältigste geheim und theilt in seinen Schriften nur mit, seine Glasuren beständen aus Zinn, Blei, Eisen, Stahl, Antimon, Schwefel, Kupfer, Asche und Glätte. In seiner Abhandlung über die Emailen, die in Dialogen geschrieben ist, läßt er sich erwiedern: „Wenn Du Dein Geheimniß so verborgen hältst, so mußt Du es mit ins Grab nehmen, Niemand wird sich künftig daran erfreuen. Dein Ende wird verflucht werden, da Du die Gaben Gottes vergeudet hast.“ Und so geschah es, mit ihm verschwand die von ihm wieder entdeckte Kunst. Die Arbeiten seiner zwei Brüder oder Neffen nach seinem Tode sind nur noch sehr schwache Nachahmungen der Arbeiten ihres großen Meisters.

Die feine französische Fayence, welche man mit dem Namen Henri II. belegt hat, stammt aus dem siebenzehnten Jahrhundert. Von der ganzen Production, die nur kurze Zeit gewährt haben kann, sind uns nur 37 Exem-

plare erhalten. Es fehlen sogar alle sicheren Nachrichten über die Künstler und den Ort der Anfertigung dieser schönen Arbeiten. Man nimmt jedoch an, daß die Fabrikation derselben zu Thouars in der Touraine von einem einzigen Künstler betrieben sei und daß dieser aus Italien, wo er ursprünglich Goldschmied war, stamme. Das Alter dieser Exemplare ergibt sich aus dem Namenszug des Regenten von Frankreich, unter dessen Herrschaft sie angefertigt wurden. Die ältesten tragen die Chiffre Franz I., auf den späteren sind die Insignien Heinrichs II. mit seinem Wappenbilde, den drei verschlungenen Halbmonden, mit dem H und DD nach Diana de Poitiers, Duchesse de Valentinois. Die Masse dieser Fayence ist ein feiner, harter, sehr weißer Pfeisenthon, völlig kalkfrei, die Glasur ist durchsichtig, bleiisch. Die Masse wurde in Formen geformt und die Verzierungen in diese eingravirt oder eingepreßt, darauf die Vertiefung mit einer farbigen, gelben, braunen, hellrothen Masse ausgefüllt. Die Zeichnungen waren mit größter Sorgfalt entworfen und ausgeführt. Einzelne Figuren im Renaissancestil der damaligen Periode, im Relief gearbeitet, vollendeten die Verzierungen. Das Ganze war mit einer dünnen, glänzenden, etwas gelblichen Glasur bedeckt. Die wenigen uns erhaltenen Arbeiten dieser Periode gehören zu den besten der existirenden Thonwaaren.

Lange bevor die Majolica in Nürnberg im Anfange des sechszehnten Jahrhunderts eingeführt wurde, hatten die deutschen Thonwaaren großen Ruf erlangt. In Norddeutschland beschränkte sich die Fabrikation nicht auf die Darstellung tragbarer Gefäße, sondern führte vielfach architektonische Gegenstände aus geformtem und glasirtem Thon aus. Große glasirte Ziegel wurden in vielen deutschen Töpfereien und namentlich in denen Nürnbergs verfertigt. Die deutschen Producte vereinigen meistens den italienischen mit dem gothischen Stil. Als Verzierungen wurden meistens Thierformen u. dergl. gewählt. Am Oberrhein existirten eine Menge von Töpfereien, die im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts in Porzellanfabriken verwandelt wurden. Köln lieferte schöne emailirte Waaren und in Niedersachsen wurde farbig verzierte Fayence angefertigt. Außerdem soll es in Ungarn, Siebenbürgen und Deutsch-Oesterreich Majolicafabriken gegeben haben.

In Deutschland blühte vor Allem die Fabrikation des Steinzeugs (wovon weiter unten). Im sechszehnten und siebenzehnten Jahrhundert waren die Fabriken des Rheins und Thüringens weit und breit berühmt wegen ihrer vortrefflichen Leistungen, der Eleganz ihrer Formen, der geschmackvollen Verzierungen und vortrefflichen Farben.

In Holland waren Delft und die umliegenden Orte früh ihrer Töpferei wegen berühmt. Schon zur Zeit Heinrichs IV. führten sie ihre Waaren nach England aus, außer verschiedenen Geschirren lieferten sie namentlich ihrer Größe und Schönheit wegen gesuchte Ziegel. Grüne, gelbe, weiße holländische Flurplatten wurden zur Zeit Heinrichs VIII. für den Palast Hampton-Court und für die Christuskirche in Orford verwendet. Auch Lord Bacon verwendete sie beim Bau seiner Residenz Gorhambury bei St. Albans. Am Ende des sechszehn-

ten Jahrhunderts erwarben die Töpferwaaren aus Delfft einen europäischen Ruf. Die Gegenstände waren meist in Gestalt und Farbe getreue Copien des alten Porzellans aus Japan, in dessen Besitz Holland weit früher als das übrige Europa war. Der in der Nähe von Maastricht gefundene Thon wurde mit Thonmergel oder Sand vermischt und mit einer schönen bläulichen Glasur bedeckt, welche eine glatte und ebene Oberfläche darbot. Die Malereien wurden meistens in blauer Farbe ausgeführt. Ein eigenthümlicher Industriezweig der Fabriken zu Delfft bestand aus Tischservicen, in denen die Schüsseln und Deckel in Gestalt und Farbe das Ansehen der Gerichte, welche sie enthalten sollten, hatten. Das pseudojapanische Geschirr wurde in Delfft bis zum Anfang des achtzehnten Jahrhunderts fabricirt, später versiel die Fabrikation und wurde selbst in Holland durch englische Wedgwood-Fabrikate verdrängt.

Vorzugsweise wurde in Holland das eigentliche Steingzeug fabricirt. Es besteht aus feuerfestem Thon, der scharf gebrannt und mit Salz glasirt wird. Es hat einen dichten glasartigen Bruch, graue Farbe, ist feuerbeständig und völlig undurchdringlich für Flüssigkeiten. Das niederländische Steingzeug läßt sich in ordinäres und feines theilen. Beide sind gewöhnlich mit gefärbten, in Relief ausgeführten Gegenständen verziert. Das feine Steingzeug zeichnet sich durch sorgfamer ausgeführte Verzierungen und eine bessere Masse aus. Das ordinäre Steingzeug scheint am Ende des sechszehnten Jahrhunderts in allgemeinem Gebrauch gewesen zu sein. Es sind namentlich viele Exemplare von Wasserkrügen erhalten, die vorn unter dem Ausguß eine härtige Maske tragen und darnach Graubärte genannt wurden. Die ältesten Exemplare sind von gelblich weißer Farbe, ohne alle Glasur und sinnig mit biblischen und allegorischen Gegenständen verziert, die in kupfernen Formen gepreßt wurden. Diese Fabrikation verdankt ihren frühen Erfolg namentlich der Aufmerksamkeit, welche ihr von der Gräfin Jacqueline von Hanau, der verlassenen Gemahlin des Grafen von Gloucester, nach ihrer Scheidung im Jahre 1433 geschenkt wurde. Die späteren Fabrikate haben eine bräunliche oder stöhlliche Farbe, ihre Verzierungen sind in Relief und stellen Figuren, Wappenschilder, Devisen, Blätterwerk u. dergl. dar. Die Emaille der Verzierungen ist hart und sehr glänzend. Das flamändische Steingzeug kommt mit dem deutschen überein, die Glanzperiode seiner Fabrikation reicht von 1540 bis 1620.

Die wenigen Exemplare älterer Töpferwaare, welche in England aufgefunden sind und von denen man annehmen kann, sie seien im Lande angefertigt, müssen zu dem Schlusse führen, daß die Töpferei im Mittelalter dort sehr darnieder gelegen habe und daß der Bedarf fast ausschließlich vom Auslande gedeckt sei. Einige wenige fremde Arbeiter scheinen sich in England niedergelassen und ihre Kunst auf dortigem Boden betrieben zu haben. Bei Ausgrabungen in London sind Gefäße entdeckt, meistens hohe und schlanke Kannen, deren Alter man in das vierzehnte oder funfzehnte Jahrhundert verlegen muß und von denen man annehmen kann, sie seien in England angefertigt. Ganz einzeln sind auch andere Reliquien ans Tageslicht gefördert, von denen

wohl die interessantesten einige Formen aus gebranntem Thon sind, welche ein Töpfer zur Zeit Eduards III. zum Formen seiner Geschirre gebraucht hatte, sie wurden mit vielen Scherben neben den Ruinen eines Töpferofens zu Lincoln entdeckt. Die Scherben trugen Bleiglasur. Während des siebzehnten Jahrhunderts gab es viele Steinzeugfabriken, Schüsseln, Teller, Krüge, Weinkrüge und andere Gegenstände wurden in großen Mengen zu Lambeth, Fulham, Liverpool und in Staffordshire gemacht. Die Fabrikation war von holländischen oder flamändischen Töpfern, die sich in England niederließen, dorthin gebracht. Die Weinkrüge sind rund, mit engem Halse und Handgriffen; ihre Farbe ist weiß und sie tragen die Inschriften sack, claret, whit mit Jahreszahlen von 1642 bis 1659 in blauer Farbe. Ein mit dem flamändischen identisches Steinzeug wurde zur Zeit der Elisabeth in England dargestellt. Diese Königin gab sich viel Mühe, die Töpferei allgemeiner in England einzubürgern, doch wurde nichts Erwähnenswerthes bis zum Ende des siebzehnten Jahrhunderts geschaffen.

Die Grafschaft Staffordshire, welche jetzt fast den ganzen Bedarf Englands hervorbringt und viele andere Länder versorgt, ist von jeher reich an Töpfereien gewesen, vermöge des Zusammentreffens einer Reihe für die Fabrikation günstiger Umstände. Der dortige Töpfereidistrict umfaßt die Gebiete von zwölf Lords und drei Kirchspielen und gehört jetzt zu dem Flecken Stoke-upon-Trent. Dort arbeiteten römische Töpfer, ihnen folgten Sachsen, die wieder von Normannen verdrängt wurden, und jetzt blühen englische Töpfer dort, von denen eine Familie ihren Ursprung bis auf die alten Sachsen zurückverfolgen kann. Im Jahre 1686 lenkte Dr. Robert Plot in seiner Naturgeschichte von Staffordshire zuerst die Aufmerksamkeit auf die Töpfereien der Grafschaft. Er erwähnt den Ort Burslem wegen seiner Töpfereien als den wichtigsten Punkt des Districts und spricht von der Thonpfaffenfabrikation zu Newcastle-under-Lyne. Er giebt eine sorgfältige Beschreibung von vier verschiedenen Arten weißen und rothen Thons, die alle in der nächsten Umgebung von Burslem gefunden wurden. Die beste Sorte wurde in unmittelbarer Nähe der Kohlen gegraben, sie war dicht und ließ sich gut auf der Scheibe bearbeiten. Außerdem erwähnt er drei anderer Thonarten, die leicht zerreiblich waren und zum Bemalen der Geschirre gebraucht wurden. In Burslem wurde damals eine große Masse von Buttertöpfen angefertigt, große cylindrische, roh gearbeitete Gefäße, die zum Verkauf der Butter bestimmt waren. Eine besondere Parlamentsacte bestimmte im Jahre 1661, diese Töpfe sollten nicht mehr als 6 Pfd. wiegen und wenigstens 14 Pfd. Butter fassen. Außerdem wurden vor und während der Regierung der Königin Elisabeth Trinkkrüge dort fabricirt, die mit mehreren Griffen versehen und so groß waren, daß gleichzeitig zwei oder mehrere Personen daraus trinken konnten. Verzierte Schüsseln scheinen in Burslem zuerst 1650 gemacht zu sein. Bis 1680 wurde nur Bleiglasur angewandt. In demselben Jahre wurde die Salzglasur durch Zufall von einem Töpfer Palmer entdeckt. 1690 kam diese dort in allgemeine Aufnahme. Die durch das Glasiren mit

Salz hervorgebrachten Dämpfe sollen so bedeutend gewesen sein, daß die Stadt Burslem regelmäßig Sonnabend Morgens von 8 bis 12 Uhr in eine dicke weiße Wolke gehüllt wurde, die manchmal so undurchdringlich war, daß die Leute in den Straßen sich nicht sehen konnten. Im Jahre 1700 hatte Burslem 22 Oefen, jeder mit 8 Feuerungen. Nach einer Schätzung waren 1852 mehr als 60000 Menschen in den 133 Thonwaarenfabriken der dortigen Gegend beschäftigt.

Die ersten Versuche, das japanische Porzellan in Staffordshire nachzuahmen, mißglückten. Im Jahre 1690 entdeckten zwei Brüder Elers von Nürnberg ein Lager von dichtem rothem Thon, womit sie mit großem Erfolge ein nachgemachtes japanisches Geschirr verfertigten. Die Entdeckung der Anwendbarkeit der calcinirten und gemahlten Feuersteine, die dem jüngern Astbury 1720 zugeschrieben wird, führte zu bedeutenden und wichtigen Verbesserungen der Töpferei. Das neue Material wurde mit Eisenthon und Sand vermischt und mit Kupferoxyd und Manganoryd gefärbt. Um ungefähr dieselbe Zeit wurden die Gipsformen von Ralph Daniel von Cobridge von Frankreich nach England gebracht und wurden bald allgemein gebraucht. Die in diesen Formen dargestellten Waaren unterschieden sich nur nach ihren Farben und waren gelblich, milchweiß (cream colored) oder weiß. Bald darauf folgten bemalte und bedruckte Geschirre. Die Formen und Gestalten der Waaren wurden meistens den damals gebräuchlichen Silbergeschirren nachgeahmt. In diesem Zustande befand sich die englische Töpferei, als ein zweiter Ballysh in der Person des Josiah Wedgwood in England austrat.

Gemeinschaftlich mit mehreren Verwandten hatte Thomas Wedgwood seit längerer Zeit die Töpferei betrieben, als ihm sein Sohn Josiah — von dreizehn Kindern das jüngste — im Jahre 1730 geboren wurde. Die Erziehung, welche diesem Kinde gegeben werden konnte, war höchst dürftig, und früh schon mußte er in der Töpferei seines ältern Bruders arbeiten. Seine schwache Gesundheit verhinderte ihn, thätigen Antheil an den schwereren Arbeiten zu nehmen und darin mehr der natürlichen Neigung seines erfinderischen und unternehmenden Sinnes zu folgen. Er machte frühzeitig verschiedene Gegenstände aus mit Metalloxyden gemischtem Thon, und erhielt so Nachahmungen des Agats, Jaspis und anderer farbiger Steine. Im Jahre 1759 gelang es ihm, ein weißes Steingut und bald darauf das milchweiße Geschirr zu erfinden, durch welches er hohe Berühmtheit erlangte. Dieses vortreffliche Geschirr bestand aus dem weißesten Thone von Dorsetshire und Devonshire, mit gemahltem Feuerstein vermischt und mit einer sehr glänzenden Glasur bedeckt. Es konnte die plöglichsten Temperaturwechsel ertragen und wurde von keiner ägenden Flüssigkeit angegriffen. Nach Uebersendung einiger Stücke seiner Arbeit an die Königin Charlotte wurde Wedgwood zum königlichen Töpfer ernannt und seine milchweißen Fabrikate mit dem Namen Königin-Geschirr — Queen's ware — belegt. Nachdem dieser Erfolg errungen war, strebte Wedgwood mit größtem Eifer nach vielerlei Verbesserungen in der Zusammensetzung der Töpfermassen, Glasuren

und Farben seiner Geschirre. Er studirte mit Fleiß die meisten der damals existirenden chemischen Werke, arbeitete an seinen eigenen Entdeckungen und versicherte sich der Mitwirkung der besten Arbeiter und der fähigsten Künstler. Er verschaffte sich leihweise antike Sculpturen, Kameen, Intaglios, Siegel und andere Gegenstände, von denen er die besten Copien anfertigte. Zu den merkwürdigsten dieser Arbeiten gehören seine funfzig Copien der berühmten Portland- oder Barberini-Vase. Die Wedgwood-Portland-Vasen sind Beispiele der Jaspistöpferei dieses großen Künstlers. Diese eigenthümliche Art von Thongeschirren wurde aus einer weißen Masse von außerordentlicher Zartheit und Schönheit dargestellt, welche sich durch Zusatz von Metalloxyden in ihrer ganzen Masse färben ließ. Indem er jedes beliebige Basrelief in weißer Farbe so auf gefärbtem Grunde anbringen konnte, erreichte er den schönsten künstlerischen Erfolg. Den jaspisblauen Grund erhielt er durch Zusatz von Kobaltoxyd, den grünen Grund mit Chromoxyd. Die Fabrikation dieser künstlichen Gemmen wurde von ihm in solchem Umfange betrieben, daß sein Katalog im Jahre 1777 nicht weniger als 1735 verschiedene Kameen, 366 Intaglios nachweist und beschreibt, die sämmtlich von ihm nach Antiken verfertigt waren.

Eine andere wichtige Entdeckung Wedgwood's bestand in der Erfindung einer besondern Art von Malerei auf Thongeschirr, wobei die Farben ohne den eigenthümlichen Glanz der Glasur erschienen, — eine Kunst der alten Etrusker, die aber seit Plinius' Zeiten verloren war.

Es muß besonders bemerkt werden, daß Wedgwood außer den vielen Kunst- und Luxusgegenständen auch zahlreiche für den häuslichen Gebrauch bestimmte Geschirre anfertigte, die ebenso sorgfältig modellirt, ebenso genau ausgeführt und mit ebenso feinem Geschmack decorirt waren wie jene.

Der Ruf Wedgwood's wurde bald so groß, daß Burslem und später das Dorf Etruria, welches er gründete und wohin er 1771 seine Fabriken verlegte, ein Anziehungspunkt für eine Masse Reisender aus ganz Europa wurde. Sein Talent und die Ausdauer seiner Arbeiten und das richtige Gefühl, welches ihn veranlaßte, einen bedeutenden Künstler, Flaxman, an sich zu fesseln, trugen wesentlich zur Begründung einer später weltberühmten Industrie, zur Hebung des Handels seines Vaterlandes bei. Er starb in seinem 65. Jahre zu Etruria am 3. Januar 1795. Während seines Lebens lieferte Wedgwood seine Fabrikate zu so billigem Preise in den Handel, daß sie Jedem zugänglich wurden. Außerhalb Englands wurden seine Arbeiten so geschätzt, daß, trotzdem in manchen Ländern Prohibitivzölle auf englische Thonwaaren gelegt wurden, dennoch fünf Sechstel seiner Producte ins Ausland exportirt wurden. Seine Kameen und andere Sachen werden noch jetzt im Auslande sehr geschätzt, in England selbst werden alle seine Arbeiten heute mit Preisen bezahlt, die am besten für den Werth sprechen, den seine Landsleute darauf legen. Ebenso wichtig wie die Verbesserungen selbst ist der große und bleibende Einfluß, welchen Wedgwood auf die Veredelung des Geschmacks, auf die Veredelung der ganzen Thonwaarenindustrie ausübte, die Arbeiten,

welche heute in Etruria geliefert werden, sind würdig den Producten des Begründers dieses Ortes an die Seite zu stellen. Von dort sind zahllose Fabrikate in alle Länder gekommen und sind von zahllosen Fabrikanten als Modelle benutzt, so daß man wohl behaupten kann, die geschmackvollen Formen, die dauerhaften Massen unserer im täglichen Leben gebrauchten Geschirre seien dem Einfluß Wedgwood's zu danken.

Im siebzehnten und achtzehnten Jahrhundert gab es Töpfereien zu Lambeth, Fulham, Liverpool, Leeds, York, Bristol, Nottingham, Jackfield in Shropshire und Lowestoff in Suffolk, die mit abwechselndem Erfolge arbeiteten. In Lambeth und Fulham wurden Steinzeug und ausgezeichnete Ziegel und Fliesen dargestellt. Am erstern Orte, jetzt einer Vorstadt von London, wird die Steinzeugfabrikation noch im größten Umfange betrieben. Die dort gebrauchten Rohmaterialien sind Pseifenthon aus Dorsetshire, Feuerstein aus Staffordshire und Sand, die Salzglasuren macht die Fabrikate völlig undurchdringlich für Wasser und Säuren. Die Fabriken zu Liverpool lieferten viele Thonwaaren von großer Bedeutung. Sie wurden zuerst im Jahre 1674 erwähnt. Ein Jahrhundert später führten Sadler und Green die Kunst des Druckes auf Steingut ein, sie hielten ihr Verfahren jedoch so geheim, daß selbst Wedgwood es nicht nachahmen konnte, sondern bis zu seinem Tode seine Queen's ware nach Liverpool schickte, um sie dort auf diese neue Weise verziern zu lassen, worauf sie nach Etruria zurückkam. Im Jahre 1752 machte Richard Chaffers feines Steingut in Liverpool, da er aber mit einem Gegner wie Wedgwood nicht concurriren konnte, so legte er sich bald ausschließlich auf die Porzellanfabrikation. Nach vielen vergeblichen Versuchen entdeckte er die dazu erforderlichen Rohstoffe und lieferte dann ein sehr gutes Porzellan.

Die Porzellanmanufaktur ist unstreitig der älteste Zweig der Töpferei. Sie ist dem chinesischen Reich eigenthümlich und reicht bis in die älteste Sagenzeit dieses so interessanten Landes hinaus. Schon 2600 Jahre v. Chr. war die Töpferei dort ausgebildet, als der Erfinder derselben wird Kouen-ou bezeichnet, der während der Regierung des Kaisers Hoang-ti lebte. Porzellangeschirre waren dort schon 163 v. Chr. ganz allgemein verbreitet, die Formen und die Masse waren damals aber noch sehr roh, und erst während der Dynastie der Song 960—1278 n. Chr. trat eine Verbesserung ein und wurden feinere Massen angewandt.

Der erste Europäer, welcher in China eindrang, war Marco Polo, ein Venetianer. Er kehrte von seinen Reisen 1295 zurück und beschreibt die großartige Ausdehnung der dortigen Porzellanfabrikation. Aus dem Reiche des Geheimnisses konnte er jedoch weniger Wissenswürdiges mitbringen und seine Angaben über die Gewinnung der Porzellanerden haben sich als durchaus falsch erwiesen. Es scheint, daß von China schon viel früher, als Polo dort war, Porzellan nach anderen Ländern des Morgenlandes ausgeführt sei, oder daß in frühen Zeiten die Porzellanfabrikation nicht allein in China, sondern überhaupt im Orient geblüht habe. So wird ein Service von 40 Geschirren erwähnt, welches im Jahre 1171 Noureddin, der Kalif von Syrien,

von seinem Feldherrn Saladin erhalten habe. Man fand in ägyptischen Gräbern aus der achtzehnten Dynastie der pharaonischen Periode (1575—1289 v. Chr.) kleine Flaschen, die von unzweifelhaft echtem chinesischem Porzellan waren, und wollte daraus einerseits auf das hohe Alter der Manufaktur, andererseits auf den frühzeitigen Verkehr beider Völker schließen. Spätere Untersuchungen haben aber ergeben, daß diese kleinen Flaschen nicht bei der Errichtung der Gräber hineingekommen sein können, weil sie mit Schriftzügen bedeckt waren, deren Zeichen man nicht vor dem ersten Jahrhundert n. Chr. in China anwandte. Im Jahre 1474 machte der venetianische Gesandte am persischen Hofe seiner Regierung ausführliche auf die Fabrikation bezügliche Mittheilungen. Fünfzehn Jahre später brachte eine ägyptische Gesandtschaft dem Leonardo di Medici unter anderen Geschenken ein paar große kostbare Vasen. Im Anfange des folgenden Jahrhunderts, als die Portugiesen den Weg ums Cap entdeckten, brachten sie auf ihrer Rückkehr viele Porzellangeschirre mit nach Europa, und man kann sagen, daß diese seit 1508 mehr und mehr bei uns eingeführt wurden.

Alle Bemühungen, in Europa ein so köstliches Geschirre nachzuahmen, blieben 200 Jahre lang vergeblich, bis es 1709 Johann Friedrich Böttcher, einem Alchymisten, gelang, zwar nicht den Stein der Weisen, aber doch die schöne Kunst der Porzellanfabrikation zu entdecken. Er war Apothekergehülfe bei Jörn in Berlin und hatte durch seine chemischen Kenntnisse und durch sein Streben nach der Metallverwandlung, welches in ihm durch den bekannten Alchymisten Laskaris angeregt wurde, Aufmerksamkeit erregt. Bei der bekannten Goldgier des Königs Friedrich I. fürchtete er für sein Geheimniß, verließ Berlin und flüchtete sich nach Sachsen, wo er mit offenen Armen aufgenommen und vom König August II. geschützt und in den Adelsstand erhoben wurde. Bei seinen fortgesetzten Arbeiten, denen er, später für sein Leben fürchtend, eine andere nützlichere Richtung gab, und da er durch Zufall in den Besitz des Kaolins von Aue gekommen war, entdeckte er nach einigen Jahren die Porzellanfabrikation. Er wurde dabei sehr wesentlich von den Kenntnissen des Ehrenfried Walther von Tschirnhaus unterstützt, der leider ein Jahr früher starb, als ihre gemeinschaftlichen Bemühungen mit dem glänzendsten Erfolge gekrönt wurden.

Die erste Porzellanfabrik wurde darauf in dem königlichen Albrechtsschlosse zu Meissen errichtet und dort mit großem Geschick die chinesischen Porzellane nachgeahmt, welches in Betreff der Formen, Farben, Malereien und Vergoldungen so gut gelang, daß man an den Fabrikaten aus damaliger Zeit, welche im japanischen Palast zu Dresden aufbewahrt werden, das sächsische Fabrikzeichen sehen muß, um sie von echt chinesischen Waaren zu unterscheiden.

Da die Entdeckung einmal gemacht war, so wurde es darauf ein allgemeines Bestreben, sie auch an anderen Orten einzuführen. Bei dem sorgfältig behüteten Geheimniß war dieses schwer und man konnte nur auf zwei verschiedenen Wegen dahin gelangen. Der eine Weg, der der sorgfältigen Forschung, führte zu der Ent-

deckung des Frittenporzellans, der andere weniger ehrenhafte bestand in der widerrechtlichen Aneignung der Meißener Geheimnisse. Diese wurden trotz aller Beaufsichtigung der Arbeiter durch einen Werkmeister Stöpz el 1720 nach Wien gebracht, wo er eine Fabrik errichtete, die aber erst 1744 in lebhaften Betrieb kam. Von Wien entflohen bald (1740) mehrere Arbeiter; einer von ihnen, Ringler, kam zu Selz, einem Fayencefabrikanten zu Höchst am Main, und theilte ihm den Plan der Wiener Defen mit, womit dessen sehr lobenswerthe frühere Bemühungen gekrönt wurden.

Von der Zeit an begann ein förmliches Bestechungs- und Entführungssystem der eingeweihten Arbeiter. Der Herzog von Braunschweig verschaffte sich nach vielen Bemühungen den ersten Töpfer Bengraf von Höchst, und dieser errichtete die Fabrik zu Fürstenberg an der Weser, starb aber, ehe seine Pläne zur Ausführung gekommen waren, so daß das ganze Unternehmen scheiterte.

Durch Gewalt und Betrug wurde Ringler seiner Geheimnisse, die er stets bei sich trug, beraubt. Die Ausführer dieser That durchreisten mit den Copien ganz Deutschland und viele andere Länder, wo sie sie für schweres Geld den Fürsten verkauften. Einer dieser thätigen Colporteurs, Becker, kam, nachdem er die Kunde durch Deutschland, die Niederlande und Frankreich gemacht hatte, nach Braunschweig und erhielt dort eine lebenslängliche Pension des Herzogs unter der Bedingung, seine Reisen und sein Geschäft aufzugeben. Die meisten dieser von unfundiger Hand erlangten Vorschriften erwiesen sich als werthlos und dienten häufig dazu, vom richtigen Wege abzubringen.

Ringler verließ Höchst und ließ sich 1755 zu Frankenthal nieder, wo er mit dem Kaufmann Hamming eine bedeutende Fabrik errichtete. Von ihm wurde die königliche Fabrik zu Nymphenburg bei München 1756 und Louisenburg bei Stuttgart 1758 gegründet.

Die erste Fabrik zu Berlin wurde 1750 in der neuen Friedrichstraße von Wegeli ins Leben gerufen, eine zweite wurde von dem reichen Banquier Gorkowski 1761 in der neuen Leipzigerstraße errichtet, worauf Wegeli die feine ausgab. Die letztere wurde 1763 vom König Friedrich II. angekauft.

1756 entstand die Porzellanfabrik zu St. Petersburg.

Schon vor der Entdeckung in Sachsen wurde in Frankreich eine Art Porzellan angefertigt, welches sich aber dadurch unterschied, daß es zwar aus einer thonigen Masse bestand, die aber durch einen Glasfluß beim Brennen verbunden wurde. Dieses Glas, die Fritte, wurde gepulvert, mit weißem Thon zu Masse verarbeitet und so verarbeitet. Es hatte im Wesentlichen das Ansehen des Porzellans, ihm fehlte aber die harte Glasur, aus diesem Grunde wurde es und wird noch heute weiches Porzellan genannt. Die erste Fabrik wurde 1695 zu St. Cloud begründet, sie lieferte zuerst verhältnißmäßig schwere, plumpe Gefäße von gelblicher Masse mit einer dicken bleiischen Glasur. 1735 eröffneten die Gebrüder Dubois, Arbeiter von St. Cloud, die Manufactur zu Chantilly. Dieselben wurden 1740 durch den Finanzminister Orry de Fulay veranlaßt, die

Fabrik zu Vincennes einzurichten, die bald darauf nach Sevres verlegt wurde und 1760 in den alleinigen Besitz des Königs Louis XV. überging. 1765 wurde der Kaolin von St. Yrieix entdeckt, der dort bald angewandt wurde, und 1774 trat die Fabrikation des wirklichen Porzellans in lebhaften Schwung. Seit der Zeit hat die jetzt so berühmte Anstalt sich immer mehr entwickelt und liefert seit vielen Jahren wohl die brillantesten Fabrikate der ganzen Welt. Sie verdankt unstreitig ihren hohen Glanz der umsichtigen Leitung ihres Vorstandes Alexander Brongniart (seit 1800) und der außerordentlich thätigen Mitwirkung der berühmtesten Chemiker und Künstler Frankreichs.

Alle plastischen, zu Geschirren zu verarbeitenden Massen enthalten als wesentliche Bestandtheile Kieselsäure und Thonerde. Obgleich beide in den gebrannten Massen nicht in bestimmten Äquivalentzahlen enthalten sind, weil meistens ein Ueberschuß der einen oder der andern darin vorkommt, so muß man doch unter allen Umständen die fertigen Massen, welche den Töpferofen passiert haben, als bestimmte Thonerdesilicate betrachten, die entweder einfache oder Doppelsilicate sind.

Man muß dabei jedoch die ungebrannte Masse von der gebrannten unterscheiden. Bei der erstern sind die Bestandtheile in ganz anderer Form groupirt; es ist hinreichend, sie mit Wasser zu übergießen, um eine willkürliche Veränderung der Substanz hervorzubringen. Erst in der gebrannten Masse sind die Silicate von zusammengesetzterer Beschaffenheit gebildet. Das Wasser hat dann keinen Einfluß mehr auf sie, Säuren und Alkalien können nur noch die nicht chemisch gebundenen Theile oder die nicht von den Silicaten der Masse vollständig eingeschlossenen Stoffe aufnehmen.

Bei der so sehr verschiedenen Beschaffenheit des Rohmaterials, bei den verschiedenen Zwecken, denen der verarbeitete Gegenstand zu dienen hat, ist es ganz natürlich, daß wohl keine Masse, die aus zwei verschiedenen Werkstätten hervorgeht, eine absolut gleiche Zusammensetzung habe. Wir haben die Möglichkeit von bedeutenden Schwankungen, die bei der Kieselsäure und der Thonerde auf der einen Seite bis zur reinen Kaolinsubstanz, auf der andern Seite bis zum Quarzsand, der nur durch wenig Thon verbunden ist, gehen können. Im Allgemeinen kann man jedoch annehmen, daß der Kieselsäuregehalt zwischen 55 bis 75 Proc., der Thonerdegehalt zwischen 25 bis 25 Proc. variiert.

Von den nicht wesentlichen Bestandtheilen sind alle die zu erwähnen, die sich in den natürlich vorkommenden Thonen finden, die man bei der Bearbeitung nicht hat abscheiden können oder wollen, oder solche, die man der Masse zur Erreichung gewisser Zwecke zugesetzt hat. Während die Kieselsäure und die Thonerde das Bestehen einer jeden plastischen Masse bedingen, so könnte man, wenn es ausführbar wäre, die nicht wesentlichen Bestandtheile entfernen, ohne den Massen nachtheilige Eigenschaften zu ertheilen.

Von den unwesentlichen Bestandtheilen findet sich: Kalk bis zu 19 Proc.; Magnesia meistens nur in

sehr geringen Mengen, sie kann jedoch in gewissen Fällen bis auf 25 bis 35 Proc. steigen und dann einen Theil der Thonerde vertreten; Kali und Natron bis zu 5 Proc.; Eisenoxyd bis zu 19 Proc.; Kohlensäure bis zu 17 Proc.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß man diese Einteilung in wesentliche und unwesentliche Bestandtheile nur durchführen kann, wenn es sich um die Constitution der Thonwaren im Ganzen handelt. In gewissen Fällen können die in anderen Fällen unwesentlichen Bestandtheile eine ganz andere Rolle spielen. So ist z. B. das Kali in der Masse des gewöhnlichen Töpfergeschirrs durchaus unwesentlich, während die wichtigsten Eigenschaften des Porzellans durch die Anwesenheit des Kalis in der Masse bedingt sind. Wir werden hierauf in den späteren Abschnitten vielfach zurückzukommen Gelegenheit haben.

Rohstoffe. Die Rohstoffe, aus denen die Massen und die dieselben bedeckenden Glasuren angefertigt werden, lassen sich nach ihren Eigenschaften und ihren Anwendungen in vier Classen theilen. Es sind dieses:

1) Plastische Substanzen:

Kaolin,
die verschiedenen Gattungen der Thone,
Thonmergel.

2) Nicht plastische Substanzen:

Kieselsäure in der Form von Quarz, Sand,
Feuerstein,
gebrannter Thon, Chamotte,
Kohlenklein,
Holzsägespäne.

3) Flusmittel:

Feldspath,
Kalkstein,
Kalkmergel,
Gips,
Schwerspath,
Knochenerde,
Glasritzen.

4) Bestandtheile der Glasuren:

Quarz,
Feldspath,
Gips,
Borsäure,
Borax,
Kochsalz,
Kali,
Natron,
viele verschiedene Metalloxyde.

Die meisten dieser Substanzen haben wir bei früherer Gelegenheit ausführlich beschrieben; da, wo es nöthig ist, werden wir bei ihrer Verarbeitung noch näher darauf eingehen.

Chemische und physikalische Eigenschaften der Masse. Um die Verbindung der Elemente der Thonsubstanzen möglich zu machen und um gleichmäßig zu bearbeitende Massen herzustellen, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt werden, von denen die wichtigsten die physikalischen und chemischen Verhältnisse sind. Die ersteren bedingen die Plastizität, die zweiten sind nur

durch eine vollständige Gleichartigkeit oder Homogenität, mithin durch eine genaue Mischung zu erreichen.

Um Beidem nachzukommen, müssen alle Massen aus zwei ihrer Natur nach verschiedenartigen Stoffen, aus plastischen und nicht plastischen Körpern bestehen, die aber so gemischt sind, daß sie nur ein gleichförmiges Ganzes bilden.

Aus diesem Grunde kann es auch nicht genügen, nach der chemischen Zusammensetzung allein eine Masse zu bilden; man wird kein Porzellan darstellen können, wenn man Kieselsäure, Thonerde, Kali, Kalk u. s. w. in dem Verhältniß mischt, wie es die chemische Analyse angiebt. Die Substanzen, welche in die Mischung einer Masse eintreten sollen, müssen eine ähnliche chemische Zusammensetzung, einen ähnlichen Aggregatzustand haben, wie die zu fabricirende Masse. Es geht dies namentlich aus Versuchen hervor, die Brongniart gemeinschaftlich mit Malaguti anstellte, um eine künstliche Porzellanmasse, ohne Anwendung des Kaolins, zu gewinnen. Sie mischten Kieselsäure, Thonerde, Kalk und Kali in den richtigen Verhältnissen, im wasserfreien und hydratischen Zustande, erhielten dabei aber eine Substanz, der die Plastizität fast ganz abging und die merkwürdigerweise bei geringem Feuer ganz schmelzbar war.

Hieraus ergibt sich, daß die chemische Analyse nie im Stande ist, allein die Eigenschaften eines Thons oder eines andern in der Töpferei anzuwendenden Rohmaterials zu bestimmen. Es können hierüber weit eher praktische Versuche entscheiden, bei denen man den Thon u. s. w. entweder für sich, oder mit anderen Thonsorten u. s. w. gemischt anwendet. Die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung wird solche Versuche jedoch wesentlich erleichtern und vor Mißgriffen schützen.

Es geht ferner daraus hervor, daß man an zwei verschiedenen Orten, wenn man nicht absolut dieselben Rohmaterialien zur Verfügung hat, nie mit einer gleichen Mischung verschiedener Rohstoffe arbeiten kann, und daß mithin das früher so ängstlich bewahrte Geheimniß der Zusammensetzung der Massen vollkommen überflüssig ist, da die Verschiedenartigkeit der einzelnen Thonlager immer eine verschiedene Zusammensetzung der Masse bedingt.

Plastizität. Mit dem Namen Plastizität bezeichnet man die Eigenschaft gewisser weicher Körper, unter der Hand des Arbeiters jede beliebige Form anzunehmen. Eine Masse, welcher diese Eigenschaft in verhältnißmäßig hohem Grade zukommt, nennt man fett, eine solche, in welcher sie gering ist, mager oder kurz.

Die Plastizität ist kein absolutes Bedingniß zur Bearbeitung der Massen, — in der namentlich früher üblichen Fabrikation des weichen französischen Porzellans arbeitete man mit völlig unplastischen Massen; — sie ist jedoch die am meisten erwünschte Eigenschaft der Thone, da dadurch das Formen unendlich erleichtert wird.

Den Grad der Plastizität einer Masse zu bestimmen, hat man keine sichere Methode, denn die Plastizität ein und derselben Masse ist sehr verschieden, je nach ihrem Wassergehalt und je nach der größern oder geringern Vertheilung der Bestandtheile der Masse.

Wenn man zwei verschiedene Massen hat, in denen diese beiden Verhältnisse gleich sind, die also gleichen Wassergehalt und gleiche Feinheit haben, so kann man ihre relative Plastizität bestimmen nach der Länge, bis zu welcher man einen Ballen ausrollen oder auspressen kann, ohne ihn zu zerreißen. Es bleibt dies aber immer nur eine ziemlich unsichere Probe, die nur ein in solchen Versuchen sehr geübter Arbeiter mit annähernder Genauigkeit ausführen kann.

Von allen im Mineralreich vorkommenden Körpern ist es nur der Thon, der diese eigenthümliche Eigenschaft der Plastizität besitzt, und dem Thon wird sie nur durch das darin enthaltene wasserhaltige Thonerdesilicat ertheilt. Das Thonerdehydrat und die wasserhaltende Kieselsäure sind beides gallertartige Substanzen; keines von ihnen ist irgendwie plastisch, weder im reinen Zustande noch nach der Vermischung. Es muß daher die Plastizität als eine ausschließlich dem Thon eigenthümliche Eigenschaft bezeichnet werden. Noch mehr. Der Thon besitzt diese Eigenschaft nur unter ganz bestimmten Umständen. Er ist nicht mehr plastisch, sobald er durch Austrocknen an der Luft einen gewissen Theil seines nur mechanisch beigemischten Wassers verloren hat; er ist ebenso wenig plastisch, sobald man ihm einen Ueberschuß von Wasser zugefugt hat. Im erstern Falle nimmt er seine Plastizität aber wieder an, wenn man ihn Wasser zusetzt, im zweiten Falle, wenn man das zu viel hinzugefugte Wasser wieder entfernt. Seine Plastizität wird vollständig vernichtet durch starke Erhitzung, wobei das chemisch gebundene Wasser entweicht, und kann dann nie wieder hergestellt werden.

Mit der Plastizität steht noch eine andere Eigenschaft im engsten Zusammenhange, oder ist eigentlich in jener eingeschlossen. Es ist dies eine gewisse Klebrigkeit, mittelst derer die plastischen Substanzen auch solche umhüllen und einschließen und selbst plastisch machen, denen diese Eigenschaft abgeht. Ganz Aehnliches sehen wir bei anderen klebrigen Körpern. Man kann z. B. eine durchaus unplastische Masse durch Pressung formen, wenn man ihr Pflanzenschleim, Gummilösung, Kleber oder Seife zusetzt. Ebenso kann man sandige oder erdige Pulver durch Zusatz von mehr oder weniger plastischem Thon vollkommen bildsam machen.

Wenn auch die Plastizität ein Hauptbedingniß zum Formen der Masse ist, so bietet sie doch, wenn sie in zu hohem Grade vorhanden ist, große Schwierigkeiten und Uebelstände, die beseitigt werden müssen. Eine zu plastische Masse trocknet schwer und ungleichmäßig. Die daraus angefertigten Gegenstände verändern beim Trocknen leicht ihre Form und sind dem Schwinden sehr unterworfen. Diese Nachtheile treten später beim Brennen noch weit mehr hervor. Um dieses zu vermeiden, muß man den zu plastischen Massen nicht plastische oder magerere Körper zusetzen und dadurch die Masse selbst magerer machen.

Es sind oben die verschiedenen Arten der nicht plastischen Körper angeführt. Bei ihrer Auswahl hat man sich nach der chemischen Beschaffenheit der zu fetten Masse und nach den Zwecken, zu welchen der fertige Gegenstand benutzt werden soll, zu richten. Es sind entweder natürlich vorkommende oder künstlich dargestellte Kör-

per. Von den letzteren wird der gebrannte Thon oder der Chamotte am meisten angewandt, und zwar brennt man ihn besonders für diesen Zweck, oder man benützt dazu Scherben von zerbrochenen oder unbrauchbaren Gefäßen, die durch Stampfen und Mahlen zu Pulver zerkleinert sind. Kohlenklein, Kohlsähpulver und Holzspäne wendet man nur in gewissen Fällen an und namentlich da, wo man nach dem Brennen sehr poröse Gegenstände zu erhalten wünscht. In einzelnen Fällen bedient man sich auch der Steinkohlenschlacken aus Schmiedewerkstätten, die immer mehr oder weniger Hammer Schlag und Eisenoxyd enthalten.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß durch die Beimischung der nicht plastischen Stoffe nicht allein eine mechanische, sondern auch eine chemische Veränderung der Massen herbeigeführt wird. Durch einen richtig gewählten Zusatz kann man die Schmelzbarkeit einer Masse verringern, durch andere Substanzen kann der unerschmelzbarste Thon dahin gebracht werden, im Feuer zu einer glasigen Masse zusammenzuströmen.

Die wichtigste Eigenschaft der nicht plastischen Körper ist die, daß dadurch das Schwinden der zu plastischen Masse, manchmal bis auf ein Minimum, verringert werden kann.

Zubereitung der Masse. Wir haben oben gesagt, daß die Bestandtheile der Masse durchaus gleichförmig gemischt sein müssen. Es dürfen daher in den Rohstoffen keine fremden Körper enthalten sein, die einzelnen Stoffe müssen in einem solchen Zustande sein, daß sie sich gleichförmig in der Masse vertheilen lassen. Es müssen also die einzelnen Bestandtheile einzeln genommen gleichartig sein, also der Thon darf keine Steine enthalten, der Sand muß ein gleichmäßiges Korn haben und es muß die ganze Masse in sich gleichförmig sein; also wenn man mit einem Gemenge von Thon und Sand arbeitet, so muß an allen Theilen der Masse gleichviel Thon und gleichviel Sand enthalten sein, wodurch die doppelte Homogenität der Bestandtheile und der Massen herbeigeführt wird. Damit ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß nicht Bestandtheile von verschiedenem Volum in dieselbe Masse eingehen können; sobald jeder Bestandtheil in sich nur gleichartig ist, wird die Gleichartigkeit der Masse nicht dadurch gestört. So pflegt man einen fetten Thon mit grob gemahlenem Chamotte zu verarbeiten und erreicht dadurch den Vortheil, daß die daraus angefertigten Gegenstände weniger leicht durch plötzlichen Temperaturwechsel oder durch Erschütterungen zerstört werden. Sobald der Chamotte gleichmäßig in dem Thone vertheilt ist, hat man auch eine in sich gleichartige Masse.

Die Gleichartigkeit der einzelnen Bestandtheile erreicht man durch Schlämmen und Mahlen. Die Gleichartigkeit der Massen durch Vermischen der geschlämmten und gemahlten Bestandtheile, durch Kneten, Schlämmen, Formen, Treten der Masse.

Schlämmen. Wenn die Rohstoffe in sich nicht gleichartig sind, sondern Beimengungen von verschiedenem Volum und verschiedenem spezifischen Gewicht enthalten, und wenn diese Beimengungen von solcher Beschaffenheit sind, daß sie nicht in die zu verarbeitende Masse

übergehen können, oder wenn endlich das quantitative Verhältniß der fremden Stoffe nicht zu der Zusammensetzung der Masse paßt, so muß man durch Schlämmen eine Scheidung bewirken. Man wird daher namentlich Thon schlämmen, um ihn von gröberem Sande zu befreien, oder man schlämmt Sand, um ihm beigemischte Thontheile zu entfernen. Im erstern Falle ist der abgeschlammte Theil der werthvolle, im zweiten der zurückbleibende.

Die zu schlämmenden Substanzen müssen zuerst mit wenig Wasser gleichmäßig angerührt werden. Um dieses zu erreichen, sind namentlich beim Thon verschiedene Vorsichtsmaßregeln erforderlich, weil sonst leicht ein Theil desselben in dicken Klumpen zusammengeballt bleibt, die sich nicht im Wasser vertheilen. Das Wasser muß die ganze Masse gleichmäßig durchdringen. Dies geschieht nur dann leicht, wenn der Thon im mäßig trocknen Zustande angewandt wird. Feuchte Thonballen vertheilen sich schwierig im Wasser. Diefelbe Schwierigkeit bietet ein zu trockner Thon, dessen Theile wie mit einer Luftschicht überzogen sind; diese lassen sich nur dann gleichmäßig im Wasser vertheilen, wenn man Anfangs nur wenig Wasser zusetzt und sie mit diesem durch kräftiges Rühren und Bearbeiten mit Spateln zu mengen sucht. Erst wenn dies erreicht ist, fügt man so viel Wasser zu, als erforderlich ist, um sie zu suspendiren. Der Kaolin, der Sand und andere Körper erfordern keine weiteren Vorbereitungen zum Schlämmen. Beim Thonmergel, beim Löpferthon und den sehr plastischen Thonen muß man dem Schlämmen aber ein Austrocknen vorangehen lassen, den trocknen Thon größlich pulvern, dieses Pulver erst mit wenig Wasser anrühren und das Schlämmen nicht eher beginnen, bis das Wasser das Pulver vollständig durchdrungen hat. Beim

ersten Anfeuchten ist es zweckmäßiger, das trockne Thonpulver in das Wasser zu schütten und damit stark umzurühren, statt daß man das Pulver mit Wasser übergießt.

Die Zerkleinerung des trocknen Thons ist sehr leicht. Bei kleinen Massen erreicht man es einfach durch Bearbeitung mit einem hölzernen Schlägel, bei größeren Mengen bedient man sich am besten einer gußeisernen Walze, an deren Ase eine lange Zugstange so angebracht ist, daß die Ase sich in zwei Lagern drehen kann. Der Thon wird auf einer nach innen schwach gewölbten Tenne ausgebreitet und durch die durch Arbeiter vorwärts und rückwärts gezogene Walze zerdrückt.

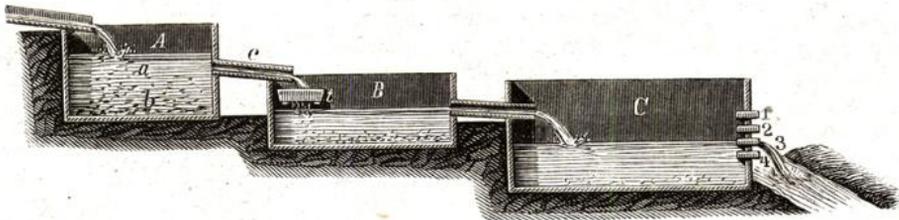
Die Vertheilung der thonigen Massen im Wasser und das eigentliche Schlämmen geschieht auf verschiedene Weisen, je nach der Beschaffenheit der Rohstoffe und nach der zu bearbeitenden Menge.

Zum Schlämmen von Sand und anderen nicht plastischen Stoffen oder bei geringen Quantitäten von Thon bedient man sich zum Aufrühren einfach größerer Fässer, in denen hölzerne Spatel durch Arbeiter bewegt werden. Um dabei Kraftaufwand zu ersparen, thut man wohl, die hölzernen Spatel an einem ledernen Riemen oder einer eisernen Kette so an der Decke des Arbeitsraumes aufzuhängen, daß die Spatel gerade den Boden der Fässer berühren.

Bei der Verarbeitung von größeren Quantitäten oder bei fettem Thon reicht eine solche Vorrichtung nicht aus, man muß alsdann kräftigere Hülfsmittel anwenden. Man bedient sich dazu sehr mannigfacher Vorrichtungen, die je nach der Menge des Wassers, welches man zu seiner Verfügung hat, ihre Vorzüge haben.

Fig. 1205 zeigt die einfachste Vorrichtung, bei welcher das Schlämmen fast ausschließlich durch fließendes

Fig. 1205.

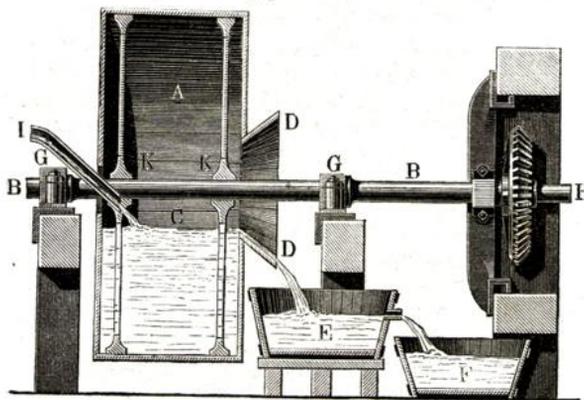


Wasser geschieht. Es ist die Schlammerei von St. Prietx und Cornwall. Das kaolinische Gestein wird in ein großes Reservoir A gebracht und auf dieses durch einen Canal ein starker Wasserstrom geleitet, der die feinen Thontheile *a* mit feinem Sande in die Höhe reißt, während die unzersetzte Gesteinsmasse bei *b* am Boden liegen bleibt. Der Thonschlamm fließt durch eine Rinne *c* nach B ab, passiert dabei durch das Sieb *t*, auf dem alle größeren Unreinigkeiten, Holz u. dergl. zurückgehalten werden. Der Sand und Glimmer, wenn das Gestein solchen enthält, lagern sich am Boden von B ab und der reine Thonschlamm fließt durch die folgende Rinne in den großen Behälter C ab. Hier setzt sich der Thon bei längerer Ruhe aus dem Wasser ab und dieses wird durch die Oeffnungen 1, 2, 3, 4 abgezapft.

Eine andere Schlammvorrichtung ist in Fig. 1206 gezeichnet. Sie besteht aus einem starken hölzernen Cylinder A, der auf einer Welle B mittelst der eisernen Schienen K befestigt ist. Der Thon wird durch den Rumpf D eingetragen, das Wasser fließt durch das Rohr I auf der andern Seite zu. Die Welle B ruht in Lagern G und trägt an ihrem Ende das Stirnrad H, welches durch Eingriff in ein anderes Rad in Umdrehung versetzt wird und dadurch das Faß A ebenfalls dreht. Durch die Bewegung reiben sich die Thonstücke gegenseitig auf, der Schlamm vertheilt sich in dem Wasser und dieses fließt, wenn es das Niveau C erreicht hat, durch den Rumpf D ab, fällt in den Behälter E, worin es Sand absetzt, und klärt sich darauf in dem Reservoir F. Die beiden letzteren Apparate E und F

sind in unserer Zeichnung in zu kleinem Maßstabe gegeben, ihre Dimensionen haben sich nach dem Quantum des zu erzeugenden Schlammes zu richten.

Fig. 1206.



In vielen Steingutfabriken trifft man liegende Cylinder, in denen eine Flügelwelle angebracht ist. Die Cylinder sind entweder oben geschlossen, oder in der Mitte gespalten, so daß sie eine halbrunde lange Rinne bilden. An dem einen Ende läßt man einen continuirlichen Wasserstrom einfließen. Der Thon wird durch die Umdrehung der Flügelwelle aufgerieben, vertheilt sich in dem Wasser und fließt am andern Ende des Apparats in die Abgagreservoirs.

Hat man auf die Ersparung des Wassers Rücksicht zu nehmen, so wendet man einen stehenden Cylinder an, in welchem sich eine stehende Flügelwelle dreht. Dieser Apparat hat ganz dieselbe Construction, wie die Knet- und Schneidemaschine, die wir später ausführlicher beschreiben werden. Der Thon wird darin mit wenig Wasser so lange bearbeitet, bis er einen ganz gleichmäßig dicken Brei bildet. Diesen läßt man dann in ein größeres Gefäß fließen, rührt ihn darin mit mehr Wasser an und beginnt hier erst das eigentliche Schlämmen.

Wie weit man das Schlämmen ausdehnt, muß sich immer nach der Beschaffenheit der darzustellenden Masse richten. In solchen Fällen, wo es sich nur um die Abscheidung gröberer mechanischer Beimischungen, wie z. B. von Steinen oder sehr grobem Sande, handelt, ist ein einmaliges Anrühren mit Wasser genügend, in dem nicht zu consistenten Schlammes setzen sich solche Stoffe fast augenblicklich zu Boden und können durch einfaches Abgießen getrennt werden. Anders ist es bei der Darstellung feinerer Massen. Man hat dabei manchmal mehrere Schlämmungen nach einander vorzunehmen und dabei den Schlamm mit weit mehr Wasser zu verdünnen. In dem ersten Gefäß setzen sich dann die größten Stoffe ab, im zweiten und dritten sammelt sich feinerer Sand etc., im letzten lagert sich der Thon ab, der dann allerdings einen hohen Grad der Reinheit erlangt. Sehr gut und leicht ausführbar ist die Abscheidung des Sandes, wenigstens des gröbsten Theils desselben, wenn man den Schlamm durch eine lange hin- und herlaufende Rinne mit möglichst wenig Gefälle leitet. Bei der langsamen Bewegung der Flüssigkeit finden

die gröberen, schwereren Theile Zeit, sich gleich Anfangs am obern Ende der Rinne abzulagern; in dem Maße, wie dann die Flüssigkeit vorwärts fließt, setzt sich auch der größte Theil des feinen Sandes ab.

Mahlen. Ein Mahlen des Thons ist selten erforderlich, da dieser sich hinreichend leicht auf andere Weise zerkleinern läßt. Nur in einzelnen Fällen, wo man durch Zusatz von einem Theil trocknen Thons zu dem im rohen Zustande feuchten Thon eine trockenere, steifere Masse darstellen will, kann es erwünscht sein, den Thon vorher in ein gröbliches Pulver zu verwandeln. Man bedient sich dazu sehr zweckmäßig desselben Apparats, welcher zur Zerkleinerung der Eichenrinde zur Lohbereitung dient, einer Lohmühle, die wir Bd. III. S. 1658 beschrieben haben.

Auf Mühlen zerkleinert man nur die sehr harten Körper, wie Quarz, Feuerstein, Feldspath, Chamotte etc. Da diese bei ihrer großen Härte aber sehr rasch die Mühlen abnutzen würden, so nimmt man mehrere Vorbereitungen damit vor, um sie vorher in ein gröbliches Pulver zu verwandeln. Es geschieht dies durch das Abschrecken, Stampfen, Quetschen.

Um einen Stein abzuschrecken, erhitze man ihn zum Glühen und läßt ihn dann durch Uebergießen mit kaltem Wasser rasch erkalten. Zum Ausglühen bedient man sich entweder Flammöfen mit liegender Sohle, oder Schachtofen, in denen die Steine mit abwechselnden Schichten von Brennmaterial aufgehäuft werden, wodurch ein continuirlicher Betrieb möglich wird, oder endlich bildet man aus den Steinen mit dem Brennstoff meilerartige Haufen. Die erste Methode ist jedenfalls die kostspieligste, die zweite die billigste. Man kann dabei jeden Kalkofen benutzen. Da, wo eine Verunreinigung der Massen durch Asche oder Schlacken nicht stattfinden darf, wird man aber immer die erste Methode anwenden, weil sie am reinsten ist. Man benutzt dazu das billigste Brennmaterial, Steinkohlenklein. Namentlich beim Glühen der Feuersteine ist es anzurathen, nie Holz als Brennmaterial anzuwenden, weil durch den Einfluß der alkalireichen Flugasche sich leicht eine glasige Masse auf den Feuersteinen bildet, die später nachtheilige Einflüsse bei der Verarbeitung herbeiführen kann (Gentele).

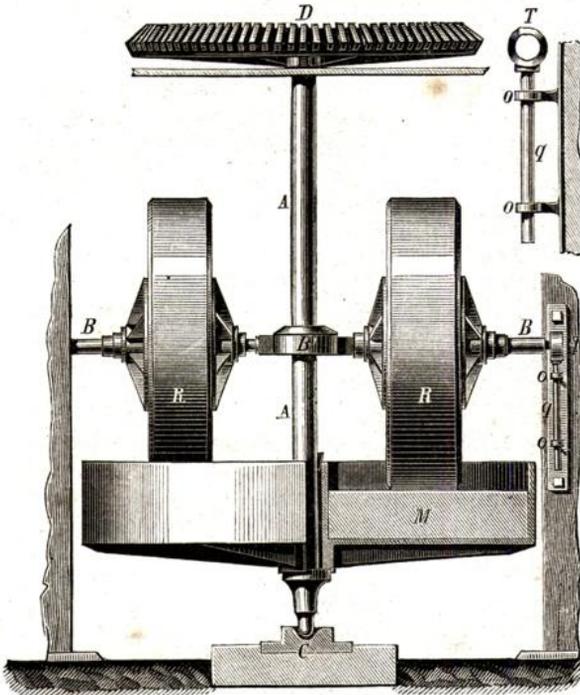
Zieht man dann die rothglühenden oder doch sehr heißen Steine in ein vor dem Ofen angebrachtes Reservoir, welches mit kaltem Wasser gefüllt ist, so können sie, durch die plötzliche Molecularveränderung, darin schon zu grobem Pulver zerfallen, oder sie zerklüften doch in allen Richtungen und sind mit feinen Sprüngen durchzogen, die die spätere Zerkleinerung erleichtern.

Die so mürbe gemachten Steine werden auf zwei verschiedene Weisen weiter zerkleinert, entweder durch Stampfen oder Quetschen. Die Stampf- oder Hochwerke haben die Unannehmlichkeit, daß sie ein unerträgliches Geräusch verbreiten, daß sie, wenn sie nicht auf einem besonders vorgerichteten Fundament construirt sind, die Gebäude so stark erschüttern, daß entweder sehr starke Mauern oder häufige Reparaturen erforderlich sind, daß sie doch nur eine mäßige Feinheit erreichen lassen, und daß sie endlich durch die unvermeidlich sehr starke Abnutzung der eisernen Schuhe die

Masse leicht verunreinigen. Man hat daher in neuerer Zeit ihre Anwendung mehr und mehr beschränkt. Wir haben mehrfach Zeichnungen solcher Stampfwerke gegeben und können daher auf die Artikel Gold (Bd. II. S. 1114), Schießpulver (Bd. II. S. 1244), Del (Bd. III. S. 688) verweisen.

Die Quetschmühle, welche in der Porzellanmanufaktur zu Sevres und vielen anderen Fabriken angewandt wird und sich seit Jahren vorzüglich bewährt hat, ist in Fig. 1207 dargestellt. Sie unterscheidet sich da-

Fig. 1207.



durch von ähnlichen Mühlen, daß die stehenden Läufer sich nur um ihre Ase drehen, aber keine vorwärts schreitende Bewegung haben, und daß der Bodenstein sich in horizontaler Richtung um seine Ase dreht. A ist die vertical stehende eiserne Welle, die unten in dem Lager C ruht und oben durch das Zahnrad D und ein Trieb mit einer Dampfmaschine oder einem Wasserrad in Verbindung steht. An ihrem untern Theile ist der Bodenstein M dauerhaft befestigt. Auf dem Bodenstein ruhen die beiden Läufer R mit ihrem ganzen Gewichte und diese werden durch die ihnen durch die Rotation des Bodensteins mitgetheilte Reibung in Umdrehung versetzt. Beide Läufer sind durch eine gemeinschaftliche starke eiserne Ase B, auf welche sie lose aufgezogen sind, so daß sie sich um dieselbe drehen können, verbunden, und diese wird an ihren Enden von zwei auf- und abwärts beweglichen Lagern T gehalten. Die Ase B hat in der Mitte eine ringförmige Erweiterung B', durch welche die Welle A frei passirt. Die Lager T sind in Fig. 1207 (T) in der Seitenansicht gegeben, welche den Mechanismus genauer zeigen wird. Sie bestehen aus den eigentlichen ringförmigen, aus zwei Theilen zusam-

mengeschraubten Lagern, an denen an ihrem untern Ende eine lange Stange q befestigt ist, die frei in den beiden Ringen oo gleitet. Diese Beweglichkeit der Lager ist unbedingt erforderlich, damit die Läufer freien Spielraum haben, so daß sie sich heben, sobald sie einen größern Stein treffen, den sie durch ihr bloßes Gewicht nicht auf einmal zu zerdrücken im Stande sind. Könnten sie diese aufwärts gehende Bewegung nicht machen, so würde in einem solchen Falle der Widerstand so groß werden, daß der ganze Mechanismus zertrümmert würde, oder doch größere Beschädigungen eintreten könnten.

Den Bodenstein und die Läufer dieser Mühle fertigt man entweder aus Gußeisen oder aus hartem Sandstein an. Das erstere wird man immer wählen, wenn es sich um die Zerkleinerung von Substanzen handelt, die zu einer nicht absolut farblosen Masse verwandt werden sollen. Zur Zerkleinerung des Feldspaths und der übrigen Bestandtheile der rein weißen Porzellanmasse kann man aber nur Sandstein anwenden, weil von dem Eisen sich so viel abreiben würde, daß dieses die Masse gelb färben könnte. Der Bodenstein wird dann äußerlich durch einen starken eisernen Ring umgeben und ruht auf eisernen Rippen, die sich in der Mitte zu einem Ringe vereinigen, durch welchen die Welle passirt. Ebenso sind die steinernen Läufer auf eisernen Rädern befestigt, durch die die Ase B geht.

Die Steine sind meistens nach ein oder zwei Umgängen der Mühle hinreichend zerquetscht. Das Pulver wirft man dann auf ein Sieb, welches am zweckmäßigsten eine conische Form hat und so gestellt ist, daß die größeren, nicht durch die Maschen des Siebes fallenden Steine sofort von selbst wieder auf die Mühle zurück gelangen und noch einmal der drückenden und zugleich reibenden Wirkung der Läufer ausgesetzt werden.

Zum Feinmahlen der zerquetschten Steine bedient man sich mannigfach abgeänderter Apparate. Die für einen kleinen Betrieb sich vorzüglich eignende Mühle ist in Fig. 1209 gezeichnet. Der Bodenstein a ist in einer aus starken hölzernen Dauben gefertigten und mit eisernen Bänden zusammengehaltenen Kufe e befindlich. Auf ihm ruht der Läufer b, in den die eiserne Welle c mittelst eines längern Zapfens und des Bügels mit Blei eingegossen ist. Die Welle c wird durch einen Lagerring, der auf dem eisernen Bügel b befestigt ist, in ihrer richtigen Stellung erhalten und trägt an ihrem obern Ende das Zahnrad g, in welches das Trieb k eingreift und es in Umdrehung versetzt. Das Trieb k sitzt auf einer gemeinschaftlichen Welle, welche mehrere solcher Mühlen treibt. Um nun jede einzelne Mühle beliebig außer Thätigkeit setzen zu können, ohne den Gang der übrigen zu stören, ist der Hebel f angebracht, der mit einer ringförmigen Erweiterung über die Welle c greift und durch zwei an diese Erweiterung angegossene Bolzen die Verbindung der Welle mit dem Rade g herstellt. Diese Vorrichtung wird aus Fig. 1208 deutlicher werden. Das conische Rad n, welches in Fig. 1209 mit g bezeichnet ist, läuft frei auf der Welle c und wird mit dieser dadurch verbunden, daß die beiden eisernen Bolzen, welche an der ringförmigen Erweiterung m des Hebels f (Fig. 1209) angegossen sind, sich in zwei Ausschnitte, von denen je die Hälfte in das conische Rad,

je die Hälfte in den obern Theil der Welle *c* eingelassen ist, einteilen. Löst man daher den Hebel *f*, so werden die beiden Bolzen in die Höhe gezogen und das Rad *g* wird sich frei um die Welle drehen, wodurch die Mühle zum Stillstand kommt. Soll sie wieder in Thätigkeit gesetzt werden, so braucht man den Hebel *f* nur anzudrücken, um durch den Eingriff der beiden Bolzen die Verbindung der Welle mit dem Rade wieder herzustellen.

Fig. 1208.

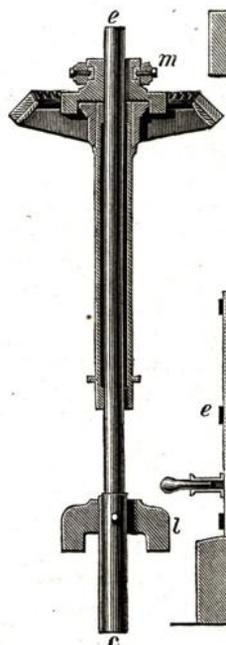
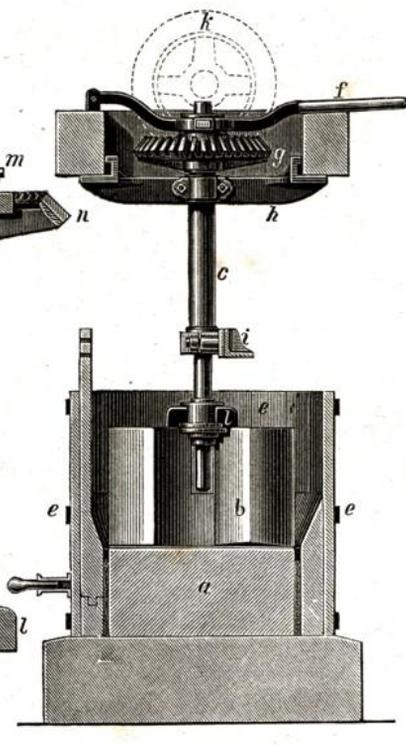


Fig. 1209.



Zum Ablassen des mit Wasser zu einem feinen Schlamm gemahlten Pulvers ist am untern Theile eine für gewöhnlich mit einem hölzernen Pflock verschlossene Deffnung angebracht. Um zu verhüten, daß nicht größere Steine in die zu dieser Deffnung führende Rinne gleiten, wird letztere durch ein bewegliches Holzstück verschlossen, welches nur beim Ablassen des Schlammes in die Höhe gezogen wird. Diese Theile, welche in der Zeichnung nicht mit Buchstaben bezeichnet sind, werden von selbst verständlich sein.

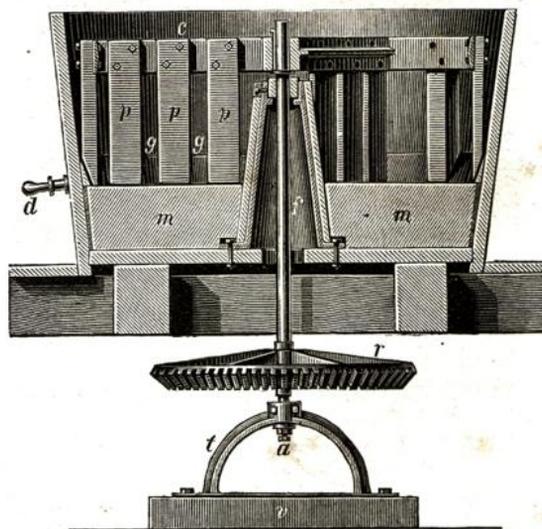
Der Bodenstein dieser Mühle ist stets ein cylindrischer Block von Sandstein, der in der Kufe befestigt ist. Man bringt daran manchmal die Abänderung an, daß man ihn ganz durchbohrt, um die Bewegung des Läufers durch eine durch den Bodenstein gehende Welle von unten zu bewirken, auf dieselbe Weise, wie wir es gleich bei der Blockmühle beschreiben werden. Manchmal ist in den Bodenstein eine Pfanne eingelassen, in welcher sich die den Läufer tragende Welle dreht. Dieses hat aber den Nachtheil, daß dadurch die zu mahelnden Substanzen in fortwährendem Contact mit Eisen sind, wodurch unfehlbar eine Verunreinigung herbeigeführt wird.

Die Construction des Läufers bietet dagegen manche Verschiedenheiten. Er besteht aus hartem Sandstein und seine Form ist bald cylindrisch, bald ellipsoidisch; im erstern Falle sind aber an seinem Umfange stets tiefe Einkerbungen angebracht. Der Läufer ruht entweder mit seinem ganzen Gewichte auf dem Bodenstein, oder es ist eine Vorkehrung getroffen, um ihn aufzuhängen und ihn dadurch mehr oder weniger vom Bodenstein zu entfernen. Die letztere Vorrichtung ist in Fig. 1208 u. 1209 angedeutet. Die eigentliche Triebwelle geht durch eine eiserne Keere, in der sie frei beweglich ist, und wird darin durch die Verschraubung *i* befestigt. Je nachdem man die Welle mehr oder weniger in die Höhe schiebt, wird der Läufer dem Bodenstein genähert oder entfernt. Der Läufer wird in den meisten Fällen nach Art der gewöhnlichen Mühlsteine zugehauen.

Eine Mühle, deren Läufer mit seinem ganzen Gewicht auf dem Bodenstein ruht und die einen Durchmesser von 0,7 Meter hat, kann man bei vier Umgängen in der Minute je nach der Härte des Materials mit 40—80 Kilogr. Material beschicken. Sie mahlt in 48 Stunden 60 Kilogr. Quarzsand oder 80 Kilogr. Feldspath. Man thut jedoch wohl, das Mahlgut in kleinen Portionen nach und nach einzutragen.

Ein anderes System, die sogenannte Blockmühle, besteht aus einem Bodenstein, durch dessen Auge eine Welle geht, die an ihrem obern Ende drei starke horizontale Arme trägt, an welchen verticale Arme befestigt sind, die eine Anzahl schwerer Steinblöcke vor sich herschieben. Die letzteren wirken als Läufer. Die Blockmühle kann vortheilhaft in größeren Dimensionen ausgeführt werden und liefert weit mehr Material, wie die beschriebenen kleinen Mühlen. Sie ist daher jetzt in fast allen größeren Etablissements eingeführt. Fig. 1210 giebt einen verticalen Durchschnitt der Blockmühle, Fig. 1211 einen horizontalen Durchschnitt in der Höhe

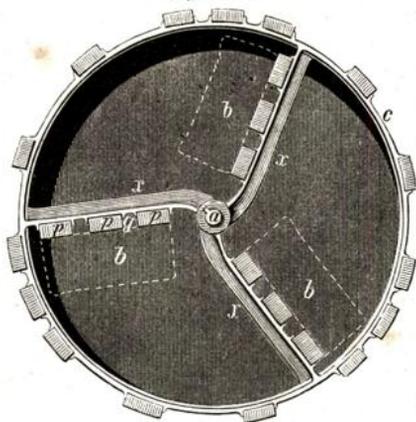
Fig. 1210.



der Steinblöcke. Sie besteht aus einer starken hölzernen Kufe, die in der Höhe des Bodensteins so abge-

schrägt ist, daß das Mahlgut sich nicht in den Kanten ablagern kann. Der Bodenstein ist mit *m* bezeichnet.

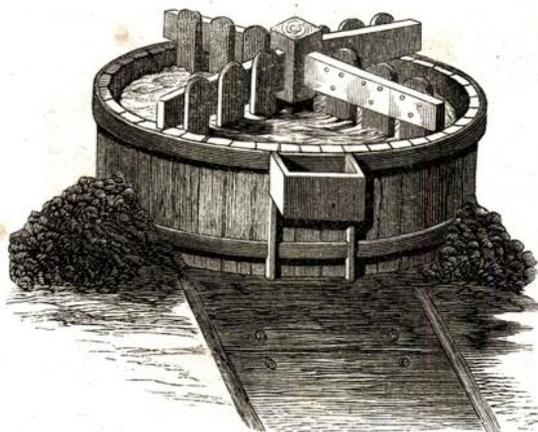
Fig. 1211.



Durch sein Auge geht eine kegelförmige eiserne Hülle *f*, welche im Innern der Mühle mit Holz umgeben ist, damit das Mahlgut nirgend mit Eisen in Berührung kommt. Durch die Hülle *f* geht die eiserne Welle *a*, an der oben drei starke eiserne oder hölzerne Arme *c* (in Fig. 1211 *x*) befestigt sind, und diese tragen wieder je drei Arme *p*, die aber den Bodenstein nicht berühren und dazu dienen, um die Steine *b* zu schieben. Am andern Ende der Welle *a* ist das eiserne Rad *r* aufgekelt, in welches ein Trieb eingreift.

Eine ähnliche Blockmühle mit vier Armen ist in Fig. 1212 in Ansicht dargestellt.

Fig. 1212.



Mit einer Blockmühle, deren Bodenstein einen Durchmesser von 2 Meter hat, kann man in 24 Stunden 240 Kilogr. Quarz mahlen.

Die zu mahlende Substanz wird in Form von grobem Pulver, wie es in den Quetschmühlen erhalten wird, mit Wasser zusammen in die Blockmühle gebracht und wird darin durch die Reibung der Steine so weit gepulvert, bis ein ganz gleichmäßiger Schlamm entsteht. Beim Mahlen ist, sowohl bei diesen wie bei den vorher-

beschriebenen Mühlen, zu beachten, daß die Bewegung weder zu rasch, noch zu langsam sei. Bei zu raschem Gange wird das grobe Pulver leicht im Wasser aufgeschwemmt und entzieht sich so der Wirkung der Steine. Bei zu langsamem Gange fest sich dagegen leicht das Pulver so fest zwischen die Steine, daß diese manchmal fest an einander gefittet werden und nur durch die größte Kraftanstrengung mit Brecheisen wieder getrennt werden können. Dieses tritt namentlich leicht am Ende der Operation ein, wenn das Ganze auf einen gleichmäßigen Grad der Feinheit gebracht ist. Das Verfitten der Steine geschieht nur, wenn man Quarz, Feuerstein oder Feldspath mahlt; der Thon und die Kreide haben diese Eigenschaft nicht; sie verhindern sogar, wenn man sie zusetzt, das Verfitten.

Der Feinheitsgrad, bis zu welchem man das Mahlen treibt, ist schwer zu beschreiben. Man richtet sich dabei meist nach dem Gefühl, welches der Brei beim Reiben zwischen den Fingern giebt. Es gehört bei feinen Massen jedoch viel Übung und Erfahrung dazu, um diesen Punkt ganz richtig zu treffen.

Um etwa noch vorhandene gröbere Theile abzusondern, läßt man den in Wasser vertheilten Schlamm durch Siebe von verschiedenen Feinheitsgraden fließen. Die Siebe sind auf einem größern Kasten so aufgehängt, daß ihnen durch Handarbeit oder durch Maschinenkraft entweder eine hin- und hergehende, oder oscillirende Bewegung ertheilt werden kann, wodurch das Durchfließen des Schlammes befördert wird.

Mischung der Masse. Man kann wohl annehmen, daß jede Töpfermasse aus verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt werden muß. Man wird in der That selten einen Thon finden, der ohne alle weitere Zusätze auch nur zu ordinärem Geschirr zu verarbeiten wäre. Für die gemeine Töpferwaare sind es gewöhnlich zwei verschiedene Thonarten, ein magerer und ein fetter, die man nach erfahrungsmäßigen Sätzen annähernd zusammenmischt. In solchen Fällen kommt es natürlich nur auf Approximationen an, und man wird sich nie viel Sorge um die Einhaltung genauer Vorschriften machen. Ganz anders ist es aber bei der Verfertigung von feinem Geschirr, bei der Porzellanfabrikation z., wo Alles von einer fast absolut genauen Erreichung einer einmal sich erprobt habenden Mischung ankommt. Man könnte die Rohstoffe in dem Verhältniß abwägen, wie sie zur Fabrik geliefert werden. Dieses hätte dann aber den Uebelstand, daß man von dem stets variirenden Wassergehalt abhängig wäre, es wäre ganz unthunlich bei solchen Stoffen, die erst durch Schlammern u. s. w. von fremden Beimischungen befreit werden müssen. Deshalb wendet man jetzt ganz allgemein das Abmessen des Schlammes an, in dem Zustande, wie er aus den Mühlen kommt, und regulirt die Mischungsverhältnisse nach Volumtheilen des Schlammes. Um auf diese Weise mit Sicherheit operiren zu können, muß in dem Schlamm aber jedesmal dasselbe Verhältniß zwischen festen Stoffen und Wasser bestehen. Dies erreicht man dadurch, daß man dem fertig gemahlene Schlamm in der Mühle so viel Wasser zusetzt, daß ein bestimmtes Volum desselben einem gewissen Gewicht entspricht. Als Volumeneinheit kann man jedes

beliebige Maßgefäß wählen, mit welchem man eine Probe des Schlammes aus der Mühle nimmt, ihn wägt und dann so viel Wasser zugiebt, bis dasselbe Maß das richtige Gewicht erreicht hat. In englischen Fabriken wendet man als Volumeinheit das landesübliche Hohlmaß, die Pinte, an, welche genau 20 Unzen Wasser faßt. Eine Pinte Schlamm wird um so viel mehr als 20 Unzen wiegen, je concentrirter der Schlamm ist, und diese Concentration drückt man in Unzen Gewicht aus. Wollte man einen Schlamm darstellen, von dem eine Pinte 25 Unzen wiegt, und man fände bei der ersten Probenahme, daß sie 27 Unzen wiegt, so würde man durch allmähliges Zugeben von Wasser in der Mühle den Gehalt so weit herabbringen, daß bei der letzten Wägung die Pinte gerade das Gewicht von 25 Unzen hat. Diese Methode ist ungemein einfach und macht alle Analysen unnöthig, da man sicher ist, immer dieselbe Menge fester Bestandtheile in einem unveränderlichen Volum zu haben.

Hat man so jedem einzelnen Schlamm die richtige Zusammensetzung gegeben, so kann man die Vermischung vornehmen. Es dienen dazu gewöhnlich große flache Reservoirs, in welchen in verschiedenen Höhen Pföcke eingeschlagen sind, welche den Stand einer jeden einzelnen Schlammflüssigkeit zeigen. Man läßt von dem Schlamm A bis zur Höhe des ersten Pflocks, von dem Schlamm B bis zur Höhe des zweiten, von C bis zur Höhe des dritten Pflocks zufließen. Alles wird durch gelindes Umrühren wohl vermischt und dann nur möglichst kurze Zeit vor der weiteren Verarbeitung der Ruhe überlassen, weil sonst die spezifisch schwereren Theile einer Mischung allmählig Zeit finden würden, sich zu Boden zu setzen, wodurch die Masse ungleichförmig werden würde.

Der Mischapparat, welcher in englischen Steingutfabriken angewandt wird, ist in Fig. 1213 dargestellt. Die Rohmaterialien sind: Kaolin, ein blauer Thon aus Dorsetshire, Feuerstein und verwitterter Granit (cornish

Fig. 1213.



stone). Der Feuerstein und der Cornish-Stone werden auf Blockmühlen gemahlen und als Schlamm in die Behälter c und d gebracht. Der Kaolin und der blaue Thon werden im geschlämmten Zustande und wieder ausgetrocknet in den Handel gebracht, sie brauchen daher nur wieder mit Wasser angerührt zu werden. Dies geschieht in den Apparaten a und b, welche eine ganz ähnliche Construction wie die Blockmühlen haben. Der Kaolin wird in a bis zu einem Gewicht von 26 Unzen pro Pinte, der blaue Thon zu einem Gewicht von 24 Unzen pro Pinte gebracht. Der Feuersteinschlamm in c

wiegt $31\frac{1}{2}$ bis 32 Unzen, der Cornish-Stone in d 30 bis $31\frac{1}{2}$ Unzen. Der Thonschlamm wird in die beiden Kästen e und f je bis zu der Höhe, welche ein für alle Mal an den Maßstäben s bezeichnet ist, gebracht und dann durch Deffnen von Schiebern durch Rinnen in die Cisterne g abgelassen. Durch ähnliche Rinnen fließen der Feuerstein- und Cornishstoneschlamm aus den Behältern c und d, worin sie vorher gemessen sind, nach g ab und werden hier durch Umrühren mit dem übrigen Schlamm vermischt. Um die Mischung noch vollkommener zu machen und um zugleich alle fremdartigen, durch

Zufall in die Masse gekommenen Substanzen, wie Holz u. dergl., abzufondern, läßt man den Schlamm aus *g* durch eine kurze Rinne in den Trog *t* fließen, in dessen Boden drei Löcher *e'* befindlich sind, unter denen drei runde Siebe von Seidenhaartuch durch den Rahmen *p* gehalten werden. Der Rahmen *p* steht durch die Stange *d'* mit einem Excentrik in Verbindung, welches durch eine Kriebwelle mit der Dampfmaschine in Verbindung steht. Durch die Bewegung des Excentriks wird die Stange *d'* und durch sie der Rahmen *p* mit den Sieben fortwährend hin- und hergezogen und dadurch die Filtration des Schlammes beschleunigt. Der gefiebte Schlamm fällt in das Reservoir *h* und wird aus diesem durch eine Pumpe *j* durch eine unterirdische Röhrenleitung in die Rinne *k* geschafft, von wo er auf einen zweiten noch feineren Siebapparat *e'* fällt und sich endlich in dem Behälter *i* sammelt, um durch die Pumpe *m* seinem fernern Bestimmungsorte zugetrieben zu werden.

Austrocknen des Schlammes. Der Schlamm ist in dem Zustande, wie er aus dem Mischapparat hervorgeht, mit so viel Wasser vermischt, daß er sich noch nicht zu Geschirren verarbeiten läßt. Der Ueberschuß an Wasser muß ihm entzogen werden und dies geschieht auf mehrfach verschiedene Weisen. Nämlich durch Abtrocknen an der Luft, durch Absorption, durch Abdampfen, durch Pressen.

Das Abtrocknen des Schlammes an der Luft kann wohl mit Vortheil nur in warmen Gegenden ausgeführt werden, da es sonst zu lange Zeit erfordern würde. Man bringt ihn in große flache hölzerne Kästen, die der freien Mittagssonne ausgesetzt sind und bei Regenwetter mit hölzernen Deckeln verschlossen werden. Der Schlamm verbleibt darin so lange, bis er hinreichende Consistenz gewonnen hat, um sich verarbeiten zu lassen. Das große Areal, welches zur Unterbringung dieser Behälter erforderlich ist, sowie die fortwährenden Reparaturen, welche durch die Fäulniß der Holztheile nothwendig werden, machen diese Methode des Trocknens in allen größeren Fabriken unmöglich.

Die Verdichtung des Schlammes durch Absorption des Wassers geschieht, indem man ihn in größere Kästen von scharf getrocknetem Gips bringt. Die sehr starken porösen Wände saugen das Wasser mit großer Begierde ein und lassen nach kurzer Zeit eine genügend austrocknete Masse zurück. Das Wasser wird am raschesten am Boden des Gipskastens absorbiert, weil hier die größte Fläche des porösen Materials mit dem Schlamm in Berührung ist. Es lagert sich in Folge dessen eine Schicht sehr compacter Masse am Boden ab, die das Wasser des noch darüber stehenden Schlammes nur langsam durchläßt. Wollte man abwarten, bis auch der obere Theil genügend dicht geworden ist, so würde die am Boden befindliche Masse so fest werden, daß sie später nicht gut zu verarbeiten sein würde. Um dies zu vermeiden, hebt man nach einiger Zeit die am Boden befindliche dichtere Schicht in die Höhe und läßt den darüber stehenden Schlamm mit dem Gipsboden in Berührung kommen, und erreicht so eine vollkommen gleichmäßige Austrocknung der Masse und kann später

den ganzen Klumpen mit Leichtigkeit aus dem Kasten heben.

Diese Methode, obgleich sie ein sehr gutes Resultat giebt, ist doch nur in kleinen Fabriken anzuwenden, weil sie viel Platz und Ausgaben für Arbeitslöhne erfordert.

Die Verdampfung durch künstliche Wärme ist sehr kostspielig, da sie einen großen Aufwand von Brennmaterial bedingt. Sie wird aber, da nur auf diese Weise in kurzer Zeit große Massen von Material zu beschaffen sind, in allen größeren Etablissements angewandt, und zwar namentlich in Steingutfabriken. Die Porzellanmasse wird dagegen stets durch Pressung verdichtet, weil sie durch das Verdampfen ihre Plasticität mehr oder weniger verliert.

Da es bei der Verdampfung wesentlich ist, möglichst an Brennmaterial zu sparen, so sucht man die Hitze dadurch auszunutzen, daß man die Pfannen, worin die Masse einkocht, möglichst flach und schmal macht und ihnen dagegen eine möglichst große Länge giebt. Sie sind gewöhnlich 14 Zoll tief, 4 Fuß breit und haben eine Länge von 80 bis 100 Fuß und mehr. Die Pfannen sind stets aus Steinen gemauert, da Eisen der Rostbildung wegen nicht anwendbar ist. Die dazu dienenden Steine macht man möglichst lang und stellt sie auf die hohe Kante auf flach gewölbte Gurtbögen, unter denen der Feuerraum befindlich ist. Je länger die Steine sind, um so weniger Stützpunkte brauchen sie, wodurch an Constructionskosten und Brennmaterial gespart wird. Nur in seltenen Fällen läßt man die Pfanne aus einem Raum bestehen, sondern theilt sie gewöhnlich durch Zwischenwände in drei bis vier kleinere Pfannen, die dann aber durch dasselbe Feuer geheizt werden. In den vom Feuer entfernteren Theilen wird der Schlamm nur gelinde erwärmt. Dieses, sowie die Ruhe, in der er sich befindet, veranlaßt leicht eine Abscheidung der schwereren Theile am Boden und also eine Entmischung der Masse. Dagegen in dem Theile der Pfanne, welcher unmittelbar über der Feuerung liegt, ist der Brei in fortwährendem Aufwallen begriffen, wodurch eine innige Mischung herbeigeführt wird. Erst nachdem die Masse eine solche Consistenz gewonnen hat, daß keine Abscheidung mehr möglich ist, darf man das Feuer mäßigen. Bei getheilten Pfannen wird die Masse in der dem Feuer unmittelbar ausgesetzten Pfanne zuerst die erforderliche Consistenz erlangen. Diese wird dann entleert und aus der zweiten Pfanne wieder gefüllt, während der Inhalt der dritten Abtheilung in die zweite geschafft und die dritte mit frischem Schlamm beschickt wird. Durch dieses wiederholte Umfüllen wird einer Ablagerung der schwereren Theile mit Sicherheit vorgebeugt.

Zum Heizen der Abdampfpfannen wird man sich stets des billigsten Brennmaterials bedienen und hat darnach die Feuerungsanlage einzurichten. Braunkohlen sind bei Treppenrosten sehr gut dazu zu gebrauchen. In solchen Fabriken, wo man mit liegenden Brennöfen arbeitet, könnte man vortheilhaft die nutzlos entweichende Hitze zum Abdampfen des Schlammes verwerten, wenn man die Einrichtung so trafe, daß die Feuerzüge von mehreren Oefen unter der Pfanne mündeten, damit der Betrieb ein continuirlicher wird.

Dem Auspressen des Schlammes stellt sich meistens das Hinderniß entgegen, daß die Masse an den Wänden der Pressfäcke so verdichtet wird, daß sie nur schwierig das Wasser aus dem Innern entweichen läßt. Man hat daher bis vor Kurzem das Pressen nur bei der verhältnißmäßig sehr magern Porzellanmasse ausgeführt. In neuerer Zeit ist es jedoch gelungen, auch plastischere Massen zu pressen, indem man die Thonschicht sehr dünn machte und ihr eine große Oberfläche gab. Von den verschiedenen Systemen hat man zu unterscheiden: das Auspressen mittelst Schraub- oder Hebelpressen, mittelst Luftdruck und mittelst Druckpumpen. Die beiden ersten Methoden für Porzellan-, die letzte für Stein- gutmasse.

Die Schraubenpresse hat den Nachtheil, daß ihre Wirkung nachläßt in dem Maße, als das Wasser abfließt und die Masse dichter wird, so daß stets Arbeiter beschäftigt sein müssen, die Presse von Neuem anzuziehen. Die Hebelpresse, welche durch die Belastung des längern Hebelarmes wirkt, übt einen gleichmäßigen Druck aus, der durch das Abfließen des Wassers nicht verringert wird. Das einzige Hinderniß, welches ihr entgegensteht, ist, daß sie ein sehr starkes Fundament für den Stützpunkt des Hebels bedarf. Dieses bewog Brongniart, in der Manufaktur zu Sevres den Schraubenpressen den Vorzug zu geben. Die dortigen Pressen üben einen Druck von 8000 Kilogr. aus, sie werden von zwei Arbeitern bedient und fassen je 40 Pressfäcke mit 6 Kilogr. Masse. Dabei werden die Pressen alle 4 Stunden neu beschickt und liefern in 12 Stunden 600 bis 700 Kilogr. Masse.

Bei jeder Art von Pressung befreit man den Schlamm zuvörderst durch Abseigenlassen so weit als irgend möglich vom Wasser und bringt erst den dickern Brei in die Pressfäcke. Die letzteren sind aus starkem Hanfgarn angefertigt und werden vor dem ersten Gebrauch in siedendes Del getaucht, wodurch ein Auffaugen des Wassers verhindert und die Zerstörung durch Fäulniß sehr verzögert wird. Die Säcke halten durchschnittlich 300 Pressungen aus.

Die Pressung oder vielmehr die Filtration mittelst Luftdruck wurde von Allnaud eingeführt und hat sich in Porzellanfabriken sehr gut bewährt. Der dazu dienende Apparat ist in Fig. 1214 dargestellt. Er besteht aus folgenden Theilen:

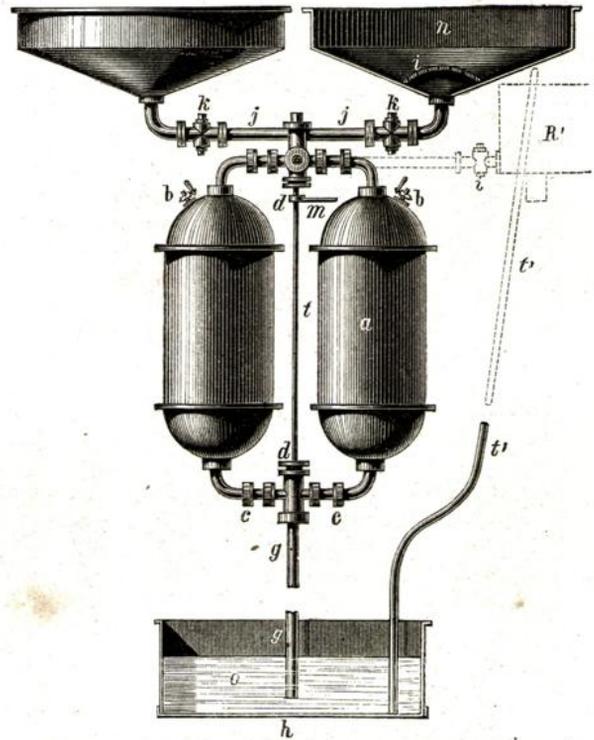
1) Aus zwei Cylindern von starkem Eisenblech *aa*, an deren oberem Theil Luftschläne *bb* angebracht sind. Die Cylinder stehen durch die gebogenen Röhren *cc* mit zwei großen Zweiweghähnen *dd* in Verbindung. Die Stellung der beiden Hähne wird gleichzeitig durch die eiserne Stange *t* mittelst des Hebels *m* regulirt.

Der obere Hahn *d* dient dazu, jeden Cylinder abwechselnd mit einem Rohre in Verbindung zu bringen, durch welches Wasser aus dem Reservoir *R'* fließt; außerdem stellt er die Verbindung mit dem Filter her, auf welchem der Thonschlamm befindlich ist. Auf diese Weise communicirt immer einer der Cylinder mit dem Wasserreservoir und einer mit einem Filter.

Der untere Hahn *d* dient dazu, die Cylinder nach einander zu entleeren. Das Wasser fließt aus ihnen

durch das 11 Meter lange Rohr *g* in das Reservoir *h*. Die Hähne werden so gestellt, daß der Cylinder, welcher gefüllt wird, unten geschlossen ist, und daß der Cylind-

Fig. 1214.



der, aus welchem das Wasser abfließt, und welcher also den luftverdünnten Raum herstellt, allein mit den Filtern in Verbindung steht.

2) Aus vier großen runden Trichtern *nn* aus Gußeisen, von denen in unserer Zeichnung nur zwei gegeben sind. Sie haben einen Durchmesser von 1,5 Meter. Sie sind unter sich und mit dem die Luftverdünnung bewirkenden Cylinder durch ein gemeinschaftliches Rohr verbunden, von dem vier Arme *j* ausgehen, die jeder einen Hahn *k* tragen, um beliebig das eine oder das andere Filter in Thätigkeit zu bringen.

An einer beliebigen Stelle des gemeinschaftlichen Rohres ist ein Manometer angebracht, welches den Grad der Luftverdünnung unter den Filtern anzeigt.

Ueber der Mündung *i* jedes Trichters befindet sich ein rundes durchlöcheretes Eisen und auf diesem ruht eine Schicht grober Kiesel, welche den ganzen conischen Theil der Trichter ausfüllt. Ueber dieser Schicht ist ein großes dickes Filztuch ausgebreitet. Das Filztuch wird an den Wänden des Trichters mit einem Wulst fester Porzellanmasse befestigt und über den Filz legt man ein großes Tuch von Sackleinen, welches bis über die Ränder der Trichter reicht.

Wenn die sämmtlichen Trichter mit Schlamm gefüllt sind, wird der eine der Cylinder *a* durch Öffnen des Hahnes *i* aus dem Reservoir *R'* mit Wasser gefüllt, wobei die Luft durch den Hahn *b* entweicht. Sobald

das Wasser aus dem Lufthahn ausfließt, schließt man diesen Hahn und verändert die Stellung der Hähne *dd* durch einen Druck auf den Hebel *m*. Das Wasser fließt dann durch das Rohr *g* ab und erzeugt so einen luftverdünnten Raum, dessen Grad durch das Manometer angezeigt wird, unter den Filtern. Während dieser Zeit füllt sich der zweite Cylinder mit Wasser. Sobald das Quecksilber im Manometer eine Abnahme der Luftverdünnung anzeigt, wechselt man die Stellung der Hähne *d* von Neuem und läßt das Wasser aus dem zweiten Cylinder ausfließen, um den ersten von Neuem mit Wasser zu füllen.

Nach drei bis vier Operationen, die sich in 40 bis 45 Minuten ausführen lassen, ist die Masse hinreichend verdichtet. Ihr Wassergehalt, der vorher circa 50 Proc. betrug, wird auf ein Fünftel reducirt und die Masse erlangt einen hohen Grad von Plasticität. Die Schicht der verdichteten Masse, welche sich unmittelbar über den Filtern ablagert, bietet dem Durchgange des Wassers um so größern Widerstand, je dicker sie ist. Die Arbeit wird um so mehr beschleunigt, mit je weniger Material man zur Zeit arbeitet. Eine Schicht flüssiger Masse von 15 bis 16 Centimeter Höhe, die sich auf 6 bis 7 Centimeter Höhe reducirt, läßt sich in 45 Minuten entwässern.

Wenngleich bei dieser Methode der luftverdünnte Raum die schnelle Filtration bewirkt, so haben wir diese Methode doch mit Recht oben als eine Pressung durch den Luftdruck bezeichnet, da das ganze Gewicht der Atmosphäre auf der Thonschicht ruht und so das Wasser aus ihr herauspreßt. Dieser Druck wird um so erheblicher sein, je länger das Abflußrohr des Wassers und um je geringer der Luftgehalt des Wassers ist, da das Wasser in dem luftverdünnten Raume die in ihm gelöste Luft abgibt und so eine Verringerung des Volums herbeiführt. Es ist aus diesem Grunde zweckmäßig, immer wieder dasselbe einmal von Luft befreite Wasser anzuwenden. Man wird dazu gezwungen sein, wenn man an Wassermangel laborirt, im andern Falle ist es jedoch fraglich, ob nicht die Druckpumpen, welche das Wasser aus dem untern Reservoir wieder in die Höhe treiben müssen, zu hohe Kosten veranlassen.

Ganz dasselbe Princip wurde von de Caen angewandt. Sein Apparat unterscheidet sich nur von dem beschriebenen dadurch, daß er nicht zur Erzeugung des luftverdünnten Raums Wasser, sondern Wasserdampf anwendet, den er, nachdem der Dampf die Maschine getrieben hat, in die Cylinder einströmen und sich darin verdichten läßt. De Caen wendet seinen Apparat zur Verdichtung der Masse bei der Fabrikation der feinen Fayence an.

Eine dritte Art der Pressung, durch Druckpumpen, wird in englischen Fayencefabriken mit Erfolg angewandt. Der dazu dienende Apparat, nach Needham

und Kite's Patent, ist in Fig. 1215 in äußerer Ansicht dargestellt. Er bildet eine aus starkem Holz angefertigte länglich viereckige Masse, die aus einer Reihe von zusammengestellten flachen Behältern *aa* besteht und durch eiserne Anker und Verschraubungen *bb* zusammengehalten wird. Die Behälter sind starke hölzerne Bohlen, in welche auf beiden Seiten eine flache kastenartige Vertiefung und in dieser viele $\frac{1}{2}$ Zoll tiefe Rinnen *dd* eingeschnitten sind, wie Fig. 1216 zeigt. Diese Rinnen sind sämmtlich mit einander an beiden Seiten durch eine Querrinne verbunden, welche das abgepreßte Wasser durch die Oeffnungen *cc* abfließen läßt. Je zwei solcher Bohlen, die man neben einander stellt, bilden einen Behälter, in welchem der Schlamm gepreßt wird. Der Presssack *f* wird an kleine Haken *g*

Fig. 1215.

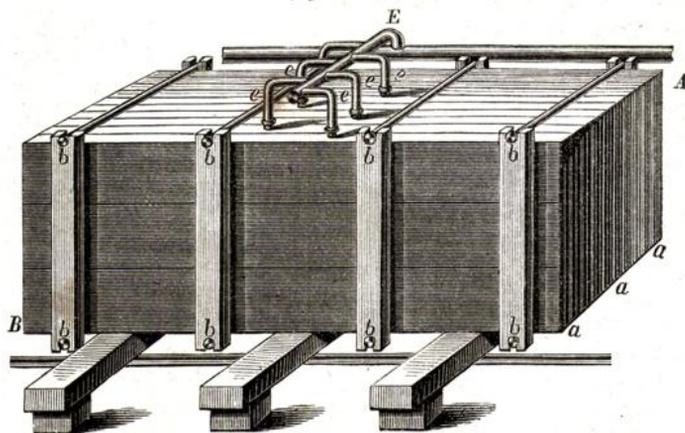
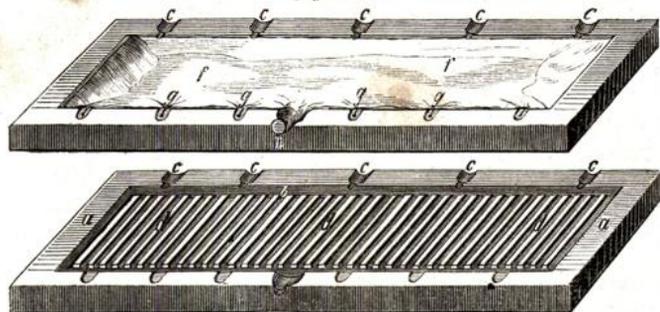


Fig. 1216.



aufgehängt und mit der kurzen Röhre *n* verbunden, welche dann an die Zweigröhren *ee* angeschraubt wird. Der Schlamm wird durch eine starke Druckpumpe aus dem Reservoir in das Hauptrohr *E* getrieben und vertheilt sich aus diesem durch die Zweigröhren *e* in die Presssäcke, wo durch den durch die Pumpe ausgeübten starken Druck auf den flüssigen Schlamm rasch das Wasser abfließt und die Masse in festem, sehr plastischem Zustande zurückbleibt. Jede Operation dauert je nach der Beschaffenheit der Masse 1 bis $2\frac{1}{2}$ Stunden, das Füllen und Entleeren des Apparats 1 Stunde. Die Maschine kann, in der Größe wie sie von den Patentträgern ausgeführt wird, bis 80 Centner gepreßte Masse pro Tag liefern. Die Dauerhaftigkeit der Presssäcke

soll bedeutend erhöht werden, wenn man sie in einer Lösung von 1 Th. Alaun auf 300 Th. Wasser trinkt.

Die ausgepreßte Masse ist in sich noch nicht gleichförmig genug, um sich verarbeiten zu lassen, indem, wie oben erwähnt, die Austrocknung nie ganz gleichmäßig geschieht. Um die trockneren mit den feuchteren Theilen vollständig zu mischen, um Luftbläschen zu entfernen und um die Plasticität zu erhöhen, nimmt man noch verschiedene Operationen vor, die auch zum Theil wenigstens bei der Anwendung von rohem, nicht geschlämmtem Thon in der Fabrikation des gewöhnlichen Töpfergeschirrs und der Ziegel ausgeführt werden. Es ist dies das Kneten, Schlagen, Schneiden, Aufdrehen und Faulen der Masse.

Das Kneten geschieht entweder mit den Händen oder den Füßen, meistens jedoch auf letztere Weise. Ein Arbeiter bringt die Masse oder den rohen Thon auf einen hölzernen Fußboden, breitet ihn so aus, daß eine runde, 3 bis 4 Zoll hohe Schicht entsteht, und stellt sich in der Mitte auf. Indem er hier den Thon mit seinen Hacken eindrückt, geht er, immer einen Fuß neben den andern setzend, vom Mittelpunkte aus in spiralförmigen Linien allmähig bis zum äußern Rande, dreht sich darauf herum und geht wieder dem Mittelpunkte zu, wobei er die Füße so setzt, daß seine Hacken immer auf die Stelle kommen, an der beim ersten Kneten der vordere Theil des Fußes befindlich war. Bei ungeschlämmtem Thon werden alle Steinchen sich sofort durch das Gefühl zu erkennen geben und können leicht beseitigt werden.

Die geknetete Masse wird zu Ballen von 30 bis 40 Pfd. Gewicht zusammengelegt und durch Schlagen mit einem kurzen, an einem Handgriff befestigten Brett möglichst verdichtet. Manchmal sucht man denselben Zweck dadurch zu erreichen, daß man die Ballen in mehrere Stücke theilt und diese mit möglichst großer Gewalt gegen ein schräges starkes Brett oder auf eine Gipsplatte wirft.

Will man eine Mischung verschiedener ungeschlämmter Thonarten herstellen, so knetet und schlägt man jede Sorte für sich, bildet darauf aus abwechselnden dünnen Schichten der beiden Sorten einen cylindrischen Haufen von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß Höhe und schneidet dann mit einem etwas gebogenen Messer, welches an beiden Seiten mit einem Handgriff versehen ist, von oben nach unten dünne Späne von dem Thonhaufen, wobei alle Steine, welche beim Kneten nicht bemerkt sind, sorgfältig ausgelesen werden. Die sämtlichen Späne werden von Neuem geknetet und geschlagen, bis sie ganz gleichförmig erscheinen und keine verschieden gefärbten Streifen mehr wahrzunehmen sind.

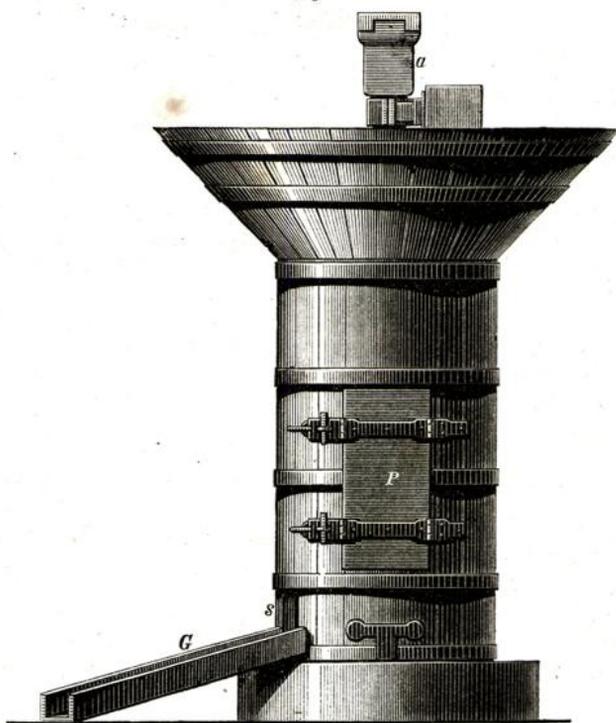
Bei geschlämmten Thonen ist das Schneiden vom Haufen überflüssig. Statt desselben wendet man bei sehr feinen Massen das Aufdrehen oder Formen an. Die Thonballen werden einzeln auf der Scheibe zu ro-

hen Cylindern geformt, welche zu Spänen geschnitten und von Neuem geknetet werden. Durch diese Behandlung wird natürlich die höchste Homogenität erreicht, sie wird aber durch die viele Arbeit zu theuer und ist nur bei feinen Porzellanmassen anwendbar.

Die viele Handarbeit macht diese Vorbereitungen der Masse sehr kostspielig; man hat daher, und zum Theil mit Erfolg, sie durch Maschinenkraft auszuführen gesucht. Diese sind vollkommen anwendbar bei allen geschlämmten Massen. Bei rohem Thon bieten sie nur den Uebelstand, daß sie wohl eine gleichförmige Mischung bewirken, aber keine Reinigung der Masse, Auslesen von Steinen u. dergl. möglich machen. Die am häufigsten dazu angewandte Maschine, die Thonknetmühle, ist in Fig. 1217 in äußerer Ansicht und in Fig. 1218 im Durchschnitt dargestellt.

Sie besteht aus einem cylindrischen, aus Dauben zusammengefügt und durch eiserne Keifen zusammengehaltenen Faße, welches oben zur Aufnahme des Thons oder der Masse trichterförmig erweitert ist, und in welchem eine vieredrige hölzerne Welle *a*, die unten einen eisernen, in einer Büchse ruhenden Zapfen hat, sich dreht. Auf derselben sind mehrere eiserne Arme angebracht, welche je 3 dreiseitig zugespitzte Messer *c* tragen. Die Messer und Arme sind entweder aus einem Stück gegossen, oder ausgeschmiedet und durch Schweißen verbunden. Die Arme sind am andern Ende gleichförmig erweitert, deren beide Zacken so weit von einan-

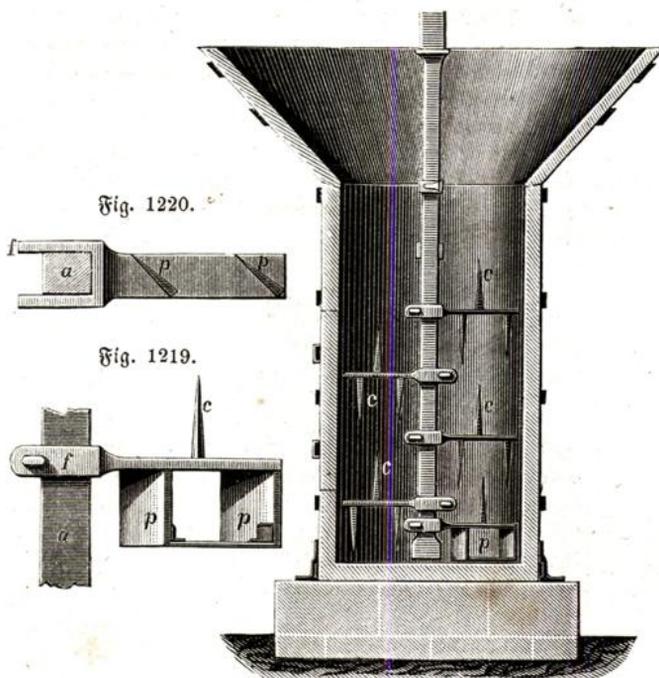
Fig. 1217.



der absteigen, daß sie gerade die Welle umfassen. Durch zwei Ausschnitte in diesen Gabeln werden Keile getrieben und so die Arme dauerhaft auf der Welle befestigt. Der unterste Arm trägt zwei breite, in schräger Rich-

tung gestellte Messer *p*, die durch eine den Boden berührende Stange verbunden sind. Sie sind in Fig. 1219 im größern Maßstabe und in Fig. 1220 im horizontalen Durchschnitt gezeichnet, worin *f* die Befestigung

Fig. 1218.



der Arme an der Welle deutlicher angeht. Die beiden unteren Messer dienen dazu, den Boden rein zu erhalten und namentlich die Masse der Doffnung *s* zuzuschieben, von wo sie durch die Rinne *G* entfernt wird. Die größere, durch eine Thür verschlossene Doffnung *P* dient zur Reinigung der Mühle und zur Vornahme von kleineren Reparaturen.

Die Anordnung der Messer, wie sie hier gezeichnet ist, ist bei einer geschlämmten, also weichen Masse sehr anwendbar. Wenn die Mühle aber zur Bearbeitung von ziemlich trockenem, zähem Thon dienen soll, so thut man besser, einfache Klingen einzusetzen, die etwas gegen den Horizont geneigt und so um die Welle vertheilt sind, daß sie eine Art Schraubengang bilden. Sie durchschneiden dann nicht allein den Thon, sondern drücken ihn auch gleichmäßig abwärts. Durch eine Vermehrung der Anzahl der Messer und durch ihre größere Annäherung hat man es in seiner Gewalt, zugleich eine Verdichtung herbeizuführen.

Der höchste Grad der Gleichmäßigkeit und Plastizität der Massen wird durch langes Liegen im feuchten Zustande, durch das Altern oder Faulen erreicht. Es ist eine allgemein anerkannte Erfahrung, daß die Massen sich um so besser verarbeiten lassen, daß die daraus gesformten Stücke sich weniger leicht verwerfen beim Trocknen und Brennen, je länger die feuchte Masse gelagert hat. Die Chinesen erkennen diese vortheilhafte Veränderung so sehr an, daß sie in vielen Fabriken die

Massen fast hundert Jahre lagern lassen, ehe sie sie verarbeiten.

Die Veränderungen, welche beim Faulen der Masse vorgehen, sind wissenschaftlich schwierig zu erklären. Man weiß, daß die weißen Ballen der Porzellanmasse nach kurzer Zeit dabei im Innern eine schwarze Farbe annehmen, einen deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff ausstoßen, daß die Fäulniß um so rascher herbeigeführt wird und kräftiger verläuft, je mehr organische Substanzen das Wasser, welches zur Zubereitung der Masse diente, enthielt, während reines Wasser die Fäulniß sehr verzögert. An der Luft verschwindet die schwarze Farbe in wenig Stunden. Brongniart brachte solche schwarze Masse in eine mit Sauerstoffgas gefüllte, mit Quecksilber abgesperrte Glocke und fand, daß das Sauerstoffgas in Kohlensäure verwandelt wurde, wodurch die Färbung durch kohlige organische Substanzen bewirkt wird. Nach Salvétat ist es dagegen Schwefel-eisen, welches die Masse färbt.

Um die Fäulniß rascher einzuleiten, pflegen manche Fabrikanten ihre Masse mit Sumpfwasser anzumachen, andere setzen sogar Mistjauche hinzu.

Brongniart verwahrte frische Masse zwei Jahre lang unter Wasser, bei Abschluß der Luft und fand, daß sie dadurch durchaus nicht verändert wurde. Als er dagegen 2 Th. frische Masse mit 1 Th. der Späne, welche beim Abdrehen abfallen,

vermischte, erhielt er eine Masse, welche dieselben Eigenschaften von gefaulter hatte. Durch den Zusatz der Späne, also einer Masse, welche eine vielfache mechanische Bearbeitung erhalten hätte, war eine künstliche Fäulung erreicht worden. Daraus glaubt Brongniart schließen zu können, daß der wesentliche Einfluß des Faulens auf einer durch die Zerlegung der organischen Substanz bewirkten, größern gegenseitigen Annäherung und mechanischen Vertheilung der kleinsten Theile der Masse beruhe.

Nach Salvétat wird der während der Fäulniß bemerkbare Schwefelwasserstoffgeruch durch eine Reduktion des stets im Thone enthaltenen Gipses zu Schwefelcalcium und dessen Zerlegung durch die Kohlensäure der Luft bewirkt, und die verbesserten Eigenschaften der Masse, ihre höhere Plastizität, ihre geringere Schmelzbarkeit durch eine fortschreitende Verwitterung des in derselben enthaltenen Feldspaths.

Das Formen. Die zubereitete Masse, auf deren richtige Beschaffenheit, je nach der Art der daraus darzustellenden Geschirre, mehr oder weniger Sorgfalt verwandt ist, kann nun in die mannigfachsten Formen, deren das Bedürfnis des Lebens und der Luxus erfordert, gebracht werden. Die Kunst des Formens wird zum Theil nach allgemein gültigen Grundsätzen, die auf alle Arten von Masse anwendbar sind, zum Theil nach besonderen, nur für einzelne Fälle gültigen Vorschriften ausgeführt. Mit ersteren haben wir uns hier nur zu

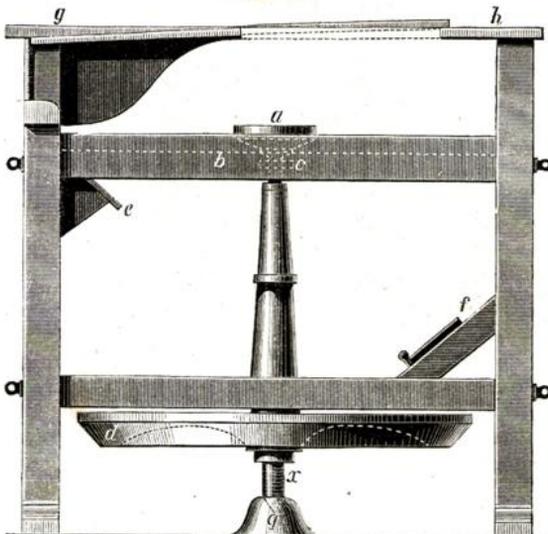
beschäftigen. So verschiedene Formen der Former auch hervorbringt, so läßt sich seine ganze Arbeit doch in vier Operationen, das Drehen auf der Scheibe, das Formen in Formen und Schablonen, das Sieben in Formen und die Vorkendigung, welche Anbringung von Verzierungen, feinere Ausarbeitung u. einschließt, eintheilen.

Das Drehen. Das Instrument, dessen man sich seit den ältesten Zeiten in der Töpferei bediente, ist die Drehscheibe.

Die Drehscheibe besteht im Wesentlichen aus einer flachen Scheibe von Holz, Thon oder Gips, von solchem Durchmesser, daß der Boden des größten Arbeitsstückes Raum darauf findet. Sie ist in horizontaler Richtung so auf einer vertical stehenden Welle befestigt, daß sie durch die Drehung der Welle stets um ihren Mittelpunkt gedreht wird. Die einzigen Verschiedenheiten in der Construction betreffen den Bewegungsmechanismus der Welle, und hiernach hat man zu unterscheiden: Scheiben, die vom Arbeiter selbst, von einem Gehülfen oder durch Dampfkraft gedreht werden.

Die gewöhnlichste Form der Scheibe ist in Fig. 1221 dargestellt. *a* ist die eigentliche Scheibe, die auf der Welle *cx* befestigt ist. Die Welle ruht bei *g* entweder in einer eisernen Büchse oder in einer Höhlung, die in einen mit Gips auf dem Boden festgekitteten Quarzblock eingearbeitet ist. An ihrem untern Theile trägt sie eine schwere hölzerne Scheibe *d*, welche die ihr durch den Fußtritt des Arbeiters erteilte drehende Bewegung auf die Welle *c* überträgt und so die Scheibe *a* in Umdrehung versetzt. Die Welle *c* wird durch einen aus zwei Hälften bestehenden Ring, der an einem Querbalken festgeschoben ist, in ihrer richtigen Stellung erhalten und kann sich daher nur um ihre eigene Axe drehen.

Fig. 1221.



Die Scheibe *d* wirkt als Schwungrad und wird bei ihrem bedeutenden Gewicht, in der ihr einmal erteilten

Bewegung lange Zeit gleichmäßig beharren, während die Bewegung durch einen neuen kräftigern Stoß beliebig verstärkt oder durch ein Andrücken mit dem Fuß verringert oder ganz aufgehoben werden kann. Der Arbeiter sitzt auf dem schrägen Brette *e*, nimmt die Welle *c* zwischen seine beiden Beine und stemmt die Füße, wenn er ihrer nicht zum Antreiben der Scheibe bedarf, gegen das Brett *f*. Zu seiner linken Seite ist ein Tisch *g*, auf den er die fertigen Gegenstände stellt, an seiner Rechten ein Tisch, auf dem die zu verarbeitende Masse liegt, angebracht. Die schräge Lage des Sitzbrettes hat für den nicht daran Gewöhnten einiges Unbequeme und man findet daher sehr häufig gerade Sitzbretter, sie erteilt jedoch naturgemäß dem Körper große Stabilität.

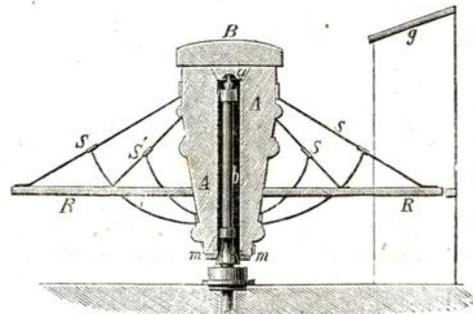
Fig. 1222.



Die ganze Vorrichtung ist in Fig. 1222 mit dem arbeitenden Töpfer gezeichnet. *a* ist das Sitzbrett, *b* das Fußbrett, *c* die Frettscheibe, *d* die Drehscheibe, *e* das Arbeitsstück, *f* sein Thonvorrath, der auf einem feuchten Tuche liegt.

Eine andere Construction der Scheibe ist in Fig. 1223 gegeben. Sie unterscheidet sich wesentlich dadurch

Fig. 1223.



von der vorhergehenden, daß die Scheibe mit dem Schwungrade nicht auf der Welle befestigt ist, sondern auf einer feststehenden Welle aufgehängt ist, ähnlich wie der Magnet im Compaß, so daß bei der verringerten

Reibung weit weniger Kraftaufwand erforderlich ist, um die Bewegung hervorzubringen.

A ist eine hohle hölzerne Säule, auf der oben die Scheibe *B* befestigt ist. In die Säule ist die eiserne, nach unten halbkugelförmig ausgehöhlte Büchse *a* eingelassen und unten wird die Deffnung der Säule durch einen Metallring so weit geschlossen, daß die kegelförmige Erweiterung der feststehenden Welle *b* nur gerade ohne Reibung hindurchgeht. Die eiserne Welle *b* ist oben spitz und auf ihr ruht in der Büchse *a* die Säule mit der Scheibe und dem Schwungrade *R*, welches durch eiserne Schienen *SS'* an der Säule befestigt ist. Bei dieser Art der Aufhängung ist fast gar keine Reibung zu überwinden und jede Schwankung der Scheibe

wird durch den Ring *m* vermieden. Der auf dem Brette *g* sitzende Arbeiter braucht nur mit einem Stabe, den er gegen das Rad *R* gelinde andrückt, einige rasche Kreise zu beschreiben, um die Scheibe in Gang zu bringen, wobei die Bewegung durch das Schwungrad lange Zeit gleichmäßig erhalten wird. Durch ganz gelindes Antreiben mit dem Fuße kann man dann die Bewegung beliebig verstärken oder verringern.

Die zweite Art der Drehscheiben, bei welcher die Bewegung durch einen Gehülfsen besorgt wird, kommt ganz mit der ersten Scheibe überein, nur daß das Tret- rad wegfällt. *a* Fig. 1224 ist die in dem Arbeitstisch *D* befindliche Drehscheibe, welche auf der Welle oder Spindel *b* sitzt. *d* ist eine an der Spindel befestigte

Fig. 1224.

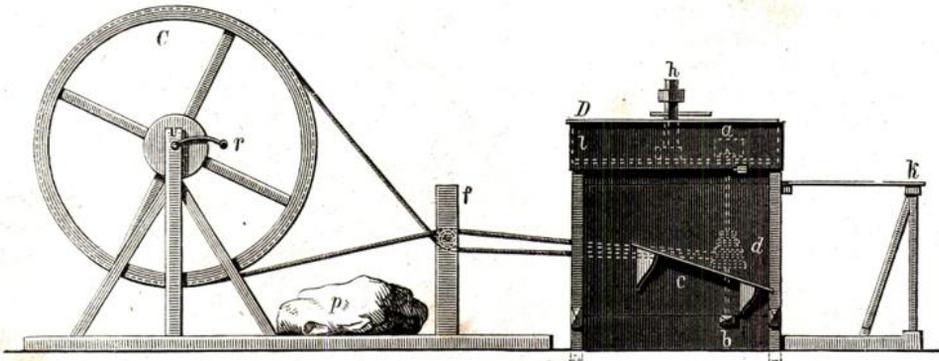
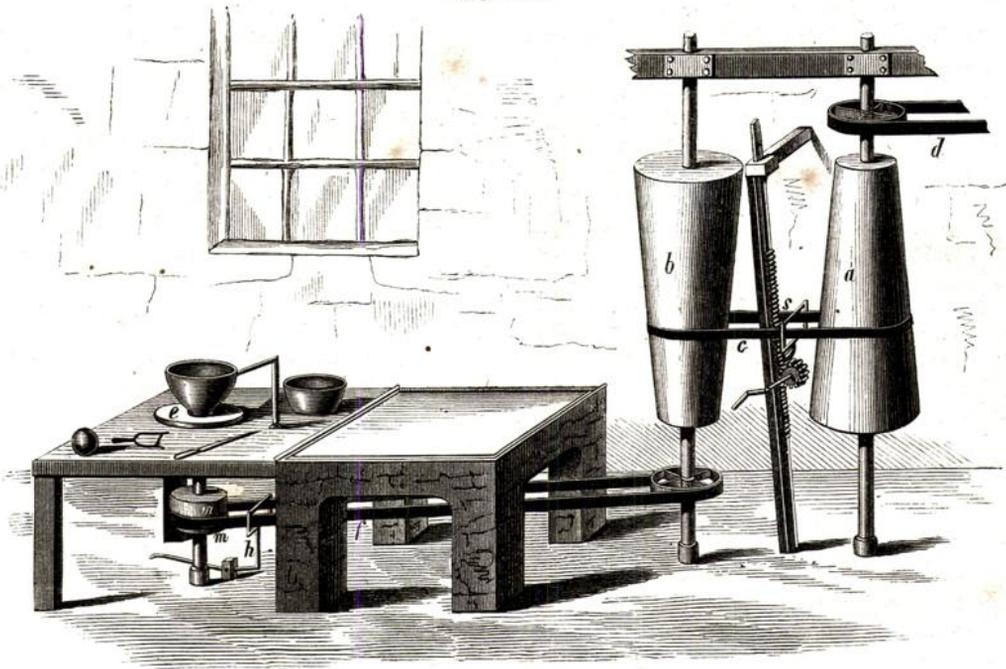


Fig. 1225.



Rolle, um welche sich eine Schnur ohne Ende schlingt. Die Bewegung wird durch das Schwungrad *C* und die Kurbel *r* hervorgebracht, indem die Schnur, welche um dieses Rad geschlungen ist, zuerst um die Rolle *f* läuft

und dann um die Rolle *d* geht. Je nach der Geschwindigkeit, mit welcher der Gehülfsen die Kurbel *r* dreht, wird die Drehscheibe *a* schneller oder langsamer umlaufen. *h* ist der Sitzplatz des Arbeiters, *c* sein Fußbrett. *h* ist

ein Maßstab, der an einem Stativ verschiebbar ist und dazu dient, um dem Arbeiter die Dimensionen des zu formenden Geschirres anzudeuten.

Bei der dritten Art, wo die Scheibe durch Maschinenkraft in Bewegung gesetzt wird, wird eine conische Trommel, a Fig. 1225, durch eine Riemenscheibe und den mit der Hauptwelle der Transmission in Verbindung stehenden Riemen *d* in Umdrehung versetzt und die Drehung auf eine ähnliche Trommel *b* mittelst des Riemens *c* übertragen. Dieser Riemen geht durch einen Rahmen, der mittelst eines kleinen Triebes auf der in schräger Richtung stehenden Zahnstange *s* beliebig auf- und abwärts zu verschieben ist. Durch die Verschiebung, welche durch einen Knaben durch Drehung einer Kurbel nach den Anordnungen des Arbeiters geschieht, wird der Riemen *c* mehr oder weniger gespannt und dadurch die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel *b* größer oder geringer. Auf der Spindel, welche die Trommel *b* trägt, sitzt unten eine Riemenscheibe, von der der Riemen *f* sich um eine, auf der Spindel der Drehscheibe *e* befestigte Riemenscheibe *m* schlingt. Soll die Drehscheibe zum Stillstand gebracht werden, so braucht nur der auf der Bank sitzende Arbeiter mit dem Fuße auf den Hebel *h* zu treten, wodurch der Riemen mittelst des an dem Hebel befestigten Rahmens um die Leerscheibe *n* geschlungen wird und diese um die Spindel dreht, ohne jene zu tragen.

Bei den Scheiben, welche ihre Bewegung durch einen Gehülfsen oder durch eine Maschine empfangen, ist es erstes Erforderniß, daß der Arbeiter sich mit seinen Gehülfsen genau zu verständigen weiß und daß seine Anordnungen augenblicklich vollzogen werden, da sonst bei aller Geschicklichkeit des Formers doch keine vollkommene Arbeit geleistet werden kann. Diese Scheiben sind daher auch namentlich nur da mit Vortheil anzuwenden, wo derselbe Arbeiter und derselbe Gehülfe fast stets nur dieselbe Art von Gegenständen zu liefern haben, wie z. B. in Geschirrfabriken von Fayence u. dgl. Der gewöhnliche Töpfer, welcher fast täglich verschiedene Formen erzeugen muß, sowie der Porzellanfabrikant, welcher Gegenstände von höchster künstlerischer Vollendung verfertigt, wird sich daher nur der Scheibe bedienen, welche vom Arbeiter selbst mit dem Fuße gedreht wird.

Das Formen auf der Scheibe geschieht meistens ganz aus freier Hand, fast ohne Anwendung irgend eines Hilfsmittels. Die Dimensionen der Höhe und Weite des zu formenden Gegenstandes werden manchmal durch ein verschiebbares Lineal gegeben, meistens bedient sich aber der Töpfer dazu nur eines Stäbchens, an welchem Höhe und Weite durch zwei eingekerbte Schnitte angedeutet sind, oder verläßt sich ganz auf sein Augenmaß. Ein Ballen der feuchten Masse, dessen Größe sich nach dem zu formenden Gegenstand richten muß, wird durch ziemlich heftiges Aufschlagen auf der Scheibe befestigt, worauf diese in Bewegung gesetzt wird. Der Töpfer beseuchtet dann beide Hände mit einem dünnen Schlamm der Masse, legt sie fest um den rotirenden Haufen und drückt gelinde in schräger Richtung von unten nach oben, wodurch der Ballen eine conische Gestalt annimmt. Durch Eindrücken zuerst eines, dann beider Daumen und ge-

lindes Auseinanderziehen der beiden Hände wird der erste Anfang zu der Aushöhlung des Gegenstandes gemacht. Durch gleichzeitiges Abwärtsdrücken der Daumen bildet man einen runden Wulst, aus dem später die Seitenwände werden, während man theils mit den beiden Daumen, theils mit dem Zeigefinger der rechten Hand so viel von dem Ballen in diesen Wulst hineinarbeitet, bis der Boden seine richtige Stärke und seinen Durchmesser erlangt hat. Aus dem ringförmigen Wulst, der um den Boden vertheilt ist, muß nun das Gefäß vollendet werden. Anfangs, so lange es noch bedeutende Stärke hat, umspannt man ihn mit Daumen und Zeigefinger beider Hände, wobei man die Finger jeder Hand gelinde zusammendrückt und allmählig die Hände in die Höhe zieht. Dadurch wird die Stärke des Wulstes vermindert und in die Höhe getrieben. Sobald die Höhe bedeutender als die Länge des Daumens wird, hält man den Zeigefinger der rechten Hand in verticaler Richtung gegen das Innere der rotirenden Masse und drückt die linke Hand horizontal gegen die rechte Hand, so daß die Masse zwischen beiden rotirt. Ist dabei der Druck der beiden Hände ganz gleichmäßig, so wird die Masse cylindrisch in die Höhe steigen, wird von innen nach außen gedrückt, so tritt eine Erweiterung ein, wird von außen nach innen gedrückt, so wird die Form sich verengen. Durch eine richtige Combination dieser Bewegungen und durch ein ganz allmähliges Ansteigen beider Hände wird die Form von unten nach oben sich allmählig entwickeln. Sehr wesentlich ist es dabei erstens, daß der Druck immer gleichmäßig sei, denn würde z. B. bei einem vasenförmigen Gefäß am untern Theile auch nur für einen Augenblick zu stark von außen nach innen gedrückt, so würde entweder eine ganz um das Gefäß laufende Einschnürung oder eine ungleichmäßige Vertiefung entstehen; würde am obern Theil, wo durch eine Verengung der Hals gebildet werden soll, zu stark von innen nach außen gedrückt werden, so würde ein runder Wulst oder eine Beule die Folge davon sein; zweitens, daß das Ansteigen der Hände absolut gleichmäßig sei und im Verhältnis zu der Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe stehe, denn nur dadurch ist es möglich, eine gleichmäßige Wandstärke zu erlangen. Würde die rechte Hand zu rasch in die Höhe geführt, so könnte man zwar durch Ausgleichung mit der linken Hand die äußere Oberfläche vollkommen eben herstellen und einen dem Anschein nach tadellosen Gegenstand von der Scheibe abheben, beim Trocknen und jedenfalls beim Brennen würde aber in Folge des ungleichmäßigen Schwindens der verschieden starken Wände eine vollständige Verwerfung der Form eintreten, so daß die Henkel schief, die Oeffnung oval oder verzerrt, die ganze Gestalt krumm erscheinen würde. In den meisten Fällen wird man schon beim Trocknen solche Schraubengänge hervortreten sehen und kann dann wenigstens noch die Masse retten, ohne mehr als die mangelhafte Arbeit verschwendet zu haben. In dieser Hinsicht bieten namentlich sehr fette Massen Schwierigkeiten, da diese, obnein dem Schwinden sehr ausgesetzt, solche Fehler doppelt stark hervortreten lassen.

Bei der Fabrikation des gewöhnlichen Töpfergeschirres werden alle kleineren Werkstücke auf der

Scheibe und aus einem Stück façonnirt, jedoch mit Ausnahme von Stielen, Henkeln etc., die später angefügt werden. Ganz große Gegenstände, wie z. B. die aus Steinzeug angefertigten großen Ballons zur Condensation der Salzsäure etc., werden aus zwei Hälften in der Mitte der Höhe zusammengesetzt, indem zwei Segmente eines ovalen Körpers gebildet werden, deren Höhe aber nicht größer sein kann, als es die Länge des Armes zuläßt. Die beiden Theile werden, nachdem sie durch schwaches Trocknen genug Stabilität erlangt haben, auf den Berührungskanten mit etwas Thonbrei bestrichen und damit aneinandergeklebt. Die Oeffnungen für Hälse etc. werden erst später ausgehoben und die Hälse aufgesetzt.

Nach Vollendung des Arbeitsstücks legt man einen dünnen Messingdraht rings um den Boden, nahe an die Scheibe, läßt letztere sich drehen und zieht den Draht gelinde an sich, um das Arbeitsstück von der Scheibe zu trennen. Alle kleineren Arbeitsstücke kann man dann unmittelbar abnehmen und zum Trocknen auf Bretter stellen, die sich an der Decke des Locals befinden. Größere, namentlich weitbauchige Gegenstände würden aber durch das Abnehmen leicht leiden und zusammengedrückt werden. Deshalb ist eine Vorkehrung getroffen, um den obern Theil der Scheibe abschrauben zu können, worauf man die Stücke erst so weit trocken läßt, bis sie ein Umsetzen vertragen. Für jedes einzelne Stück muß man dann natürlich eine besondere Scheibenplatte haben.

Die einzelnen Manipulationen beim Drehen sind ungemein schwer genau zu beschreiben, da die im Geringsten veränderte Stellung der Hand, eine veränderte Drehungsgeschwindigkeit sofort eine ganz andere Form hervorbringen und da die Kunst des Töpfers gerade darin besteht, diese scheinbar so geringfügigen Handgriffe so anzuwenden, daß er nach seinem Willen entweder den unscheinbarsten Küchentopf oder einen durch künstlerische Wollendung der Form werthvollen Gegenstand schaffen kann.

Das Formen. Dieses ist eine der complicirtesten, schwierigsten und wichtigsten Operationen der ganzen Töpferkunst. Sie wird auf alle Arten von, aus plastischem Material dargestellten Gegenständen, von den Mauersteinen bis zu den Statuen angewandt. Dabei sind, trotz der großen Verschiedenheiten der Massen und der Producte, die Grundzüge des Verfahrens fast genau gleich.

Das Formen unterscheidet sich dadurch vom Aufdrehen, daß es eine Form oder Unterlage erfordert, auf welche oder in welche die Masse gelegt wird, um danach ihre Gestalt zu erhalten.

Zum Formen ist erforderlich: ein Modell und eine Form, und diese besteht entweder aus einem oder aus mehreren Stücken. Beim Formen selbst ist zu unterscheiden: die Zubereitung der Masse, das eigentliche Formen und das Entleeren der Formen. Wir werden die verschiedenen Hülfsmittel und Operationen in Folgendem näher betrachten.

Das Modell. Da man im Stande ist, jede beliebige Form in plastischem Material auszuführen, so braucht man in der Töpferkunst keine besonderen Modelle. Manche Formen bieten jedoch größere Schwierigkeiten

wie andere. Man vermeidet daher bei der Anfertigung des Modells so viel wie möglich alle scharfen und spitzen Winkel; man vermeidet es, eine zu große Verdünnung in gebogenen Theilen anzuwenden; ebenso vermeidet man alle zu massiven Theile, oder verschafft sich wenigstens die Möglichkeit, sie auszuhöhlen zu können. Sehr hervorspringende Theile, wie z. B. an Statuen ausgebreitete Arme, ein gehobener Pferdefuß etc. behalten selten beim Brennen ihre richtige Stellung, trotzdem daß man sie durch Stützen so viel wie möglich zu befestigen sucht. Bei den beim Brennen nicht erweichenden Massen veranlaßt das Schwinden, welches man nicht gleichmäßig über eine Gruppe von Figuren vertheilen kann, leicht eine Verzerrung der einzelnen Figuren und ihrer Theile, und bei den erweichenden Massen kommt die Störung, welche durch die Erweichung hervorgerufen wird, noch zu den Uebelständen des Schwindens hinzu. Auch ist es namentlich schwer, eine scharfe gerade Linie hervorzubringen, da diese leicht durch das Schwinden leidet. Dieses sind die Hauptvorsichtsmassregeln, die man bei der Anfertigung der für den Töpfer bestimmten Modelle zu berücksichtigen hat.

Zur Anfertigung der Modelle eignet sich Thon nicht gut, weil er bei den späteren Vielfältigungen sich erweichen und somit die Schärfe der Contouren, die im Thon ohnehin schwer hervorzubringen sind, leiden würde. Modelle von Wachs sind zu wenig dauerhaft, wenn danach eine größere Anzahl von Formen gemacht werden soll. Zur Anfertigung der Modelle für Figuren oder Verzierungen wählt man meistens Metallguß, Zinn oder Bronze. Für die meisten übrigen Modelle wählt man Gips, der, um ihm größere Härte zu ertheilen, mit einem trocknenden Oele getränkt wird.

Bei der schwierigen Anfertigung der Modelle ist es schon wesentlich, leicht im Stande zu sein, diese möglichst viel zu benutzen, mithin eine möglichst große Zahl von zu gebrauchenden Formen damit darzustellen. Wie dieses geschieht, wollen wir an dem einfachsten Beispiel, an dem Modell eines Tellers zeigen. In Fig. 1226 ist A das aus Gips angefertigte Modell des innern Theils

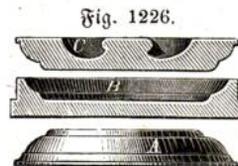


Fig. 1226.

des Tellers, worauf also alle später vertieft erscheinen sollenden Theile erhaben sind. Das Modell wird mit Leinölfirnis getränkt und vollkommen getrocknet. Von diesem Modell nimmt man 50 Gipsabgüsse B, die, nachdem sie ebenfalls mit Firnis getränkt sind, die Matrizen für die eigentlichen Formen C sind. Da jede Matrize 50 Abgüsse verträgt, so kann man mit einem Gipsmodell 2500 Formen herstellen. Bei dem Abgießen in Gips ist zu bemerken, daß der Gips sich beim Erhärten um sehr nahezu $\frac{1}{100}$ seiner linearen Größe ausdehnt. Da nun die Formen erst durch den zweiten Guß erhalten werden, so muß man das Modell um $\frac{2}{100}$ kleiner machen, als der zu formende Gegenstand sein soll.

Bei dem Formen solcher Gegenstände, die sehr häufig gebraucht werden, wie z. B. Henkel für Tassen etc., geht man in der Vielfältigung des Modells noch viel weiter. Von dem ursprünglichen Modell, welches eben-

falls von Gips sein mag, macht man 50 Abgüsse in Gips, so daß man Matrizen erhält, welche aus zwei Theilen bestehen, von denen jeder Theil die Hälfte des Modells vertieft enthält, der eine rechts, der andere links. Von jeder der 50 so gewonnenen Matrizen macht man wieder 50 Abgüsse, die die vertieften Theile erhalten darstellen. Auf diese Weise hat man also 2500 Modelle. Nach jedem derselben kann man wieder 50 Formen machen, und wenn man annimmt, daß jede Form nur 30 Mal gebraucht wird, so kann man nach einem Modell 3,750000 Henkel bilden, — eine Zahl, die wohl nie erreicht wird, weil der Geschmack andere Formen erfordern wird, ehe die Modelle sämmtlich verbraucht sind.

Die Formen. Die Formen müssen unter allen Umständen aus einem Material angefertigt sein, welches die Feuchtigkeit rasch absorbiert. Diese Eigenschaft haben nur zwei Substanzen, der Gips und die gebrannte Thonmasse. Der Gips hat die Annehmlichkeit, daß er sich weit leichter bearbeiten läßt und stets Abdrücke von derselben Form, ohne Verzerrungen giebt, während die Thonmasse, aus welcher die Form dargestellt wird, stets beim Trocknen und Brennen schwindet, sich leicht verwirft &c. Aus diesem Grunde wendet man jetzt fast ganz allgemein die Gipsformen an. Bei diesen ist zu berücksichtigen, was schon oben gesagt ist, daß der Gips beim Erhärten sich ausdehnt und daß somit das Modell um ein Entsprechendes kleiner ausgeführt werden muß, als die Form werden soll. Das Umgekehrte findet bei der Anfertigung der Formen aus Thon Statt. Der Thon schwindet, daher muß die Größe des Modells so berechnet werden, daß die Schwindung ausgeglichen wird.

Wenn es die Gestalt des Modells zuläßt, wird man die Formen aus einem oder aus zwei Stücken anfertigen, sehr häufig ist dieses aber wegen hervorspringender Theile, die nicht aus geschlossenen Formen zu bringen sein würden, nicht möglich, man ist dann gezwungen, die Form aus mehreren beweglichen Stücken zusammenzusetzen, die so an einander passen, daß sie sich zusammen in einen Gipskasten einsetzen lassen und so eine geschlossene Form bilden. Bei der Anfertigung dieser Theile ist zu berücksichtigen:

Man hat zu vermeiden, daß in einem Theil der Form nicht solche hervorragende Theile enthalten sind, welche das gleichmäßige Schwinden verhindern würden, sondern muß stets eine Schnittfläche der Form über einen solchen Theil legen.

Die Theile der Form müssen so gearbeitet sein, daß sie dicht an einander anschließen, damit von der Masse nichts oder doch nur möglichst wenig in die Zwischenräume eindringt, wodurch sonst die Schönheit des Gegenstandes leiden und bedeutende Ausbesserungen nöthig würden.

Man sollte die Masse in den Formen nie in lange und enge Höhlungen eindringen lassen.

Bei den Theilungen der Formen hat man stets darauf zu sehen, daß die Nähte möglichst an solche Stellen fallen, welche das Aussehen der fertigen Gegenstände möglichst wenig beeinträchtigen, da man die Stellen der Nähte kaum ganz durch Ausbesserungen verdecken kann.

Das eigentliche Formen geschieht entweder mit der Hand oder mit Maschinen. Die meisten Gegenstände werden mit der Hand geformt, indem die plastische Masse mit mehr oder weniger Kraft in die Formen eingedrückt wird. Die einfachste Operation des Formens ist wohl die Darstellung der Mauersteine. Als Form dient dabei ein hölzerner Rahmen von der den Steinen entsprechenden Größe, der flach auf einen Tisch gelegt wird. Wenn man mit einer sehr weichen Masse arbeitet, so befeuchtet man ihn sowie den Tisch mit Wasser, bei einer zähen trocknen Masse bestäubt man beide mit Ziegelmehl. Die Masse wird dann im ersten Falle einfach eingedrückt und das Ueberflüssige abgestrichen, im letztern Falle wird sie zuerst mit der ganzen Kraft der Hände förmlich in die Form gepreßt und schließlich mit einem Brette heftig geschlagen, um sie gleichmäßig in alle Vertiefungen zu treiben.

Complicirtere Verhältnisse treten bei dem Formen der Porzellan- und Fayencemasse ein, und hierbei muß man unterscheiden: das Formen, welches frei aus der Hand geschieht, und das Formen auf der Drehkeibe. In beiden Fällen muß man für einen hohen Grad der Plasticität der Masse sorgen, weil diese sonst nicht gleichmäßig in alle Theile der Form eindringen würde. Ist die Masse an sich nicht plastisch genug, so ertheilt man ihr diese Eigenschaft auf künstliche Weise, durch Zusatz von etwas arabischem Gummi oder Mehlkleister.

Zum Formen aus freier Hand bringt man die Masse zuerst entweder in Ballen oder in dünne Scheiben, Lappen, je nach der Größe oder der Gestalt des Gegenstandes. Um z. B. Henkel zu Tassen, Terrinen &c. zu formen, wendet man kleine Ballen an. Die beiden Hälften der Gipsform, von denen jede die Hälfte des Henkels im Längendurchschnitt enthält, werden nach einander mit dem Ballen gefüllt, dann auf einander gelegt und stark zusammengedrückt. Die Thonmasse füllt dabei alle Vertiefungen aus, ein kleiner Ueberschuß dringt in die Nähte der beiden Formentheile und beide Hälften sind dauerhaft verbunden.

Das Formen mit Lappen wird namentlich da angewandt, wo dünne Wände herzustellen sind. Die Lappen erhält man durch Auswalzen von Ballen. Dazu bedient man sich am besten eines genau geebneten Tisches mit einer Marmor- oder sonstigen Steinplatte, über welche ein stark angefeuchtetes Tuch oder ein gegerbtes Hirschfell gelegt wird. Auf dieses Fell bringt man den Ballen und legt an beide Seiten des Tisches eine Anzahl von dünnen Holzleisten über einander, so daß diese fast die Höhe des Ballens erreichen. Das Auswalzen geschieht, indem man ein Kollholz an beiden Enden auf die Leisten stützt und dann unter gelindem Druck damit hin- und hergeht. Sobald der Ballen bis zur Höhe des ersten Leistenpaares zusammengedrückt ist, nimmt man dieses weg, rollt weiter aus, entfernt das zweite Leistenpaar &c., bis der Ballen in einen Lappen von der Dicke des letzten Leistenpaares verwandelt ist.

Um aus einem solchen Lappen z. B. den obern Theil einer Saucenschale zu formen, bedient man sich der in Fig. 1227 dargestellten Form. Der Kern der Form *b* wird ganz schwach angefeuchtet und verkehrt herumgelegt, wie die Zeichnung angeht. Man

nimmt darauf einen Thonlappen von entsprechender Größe, legt ihn über den Kern und sucht ihn durch

durch die Form, die innere Oberfläche durch die Bearbeitung und Ebnung mit dem Schwamm gewonnen werden.

Fig. 1227.

Fig. 1228.

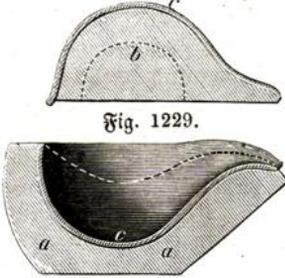
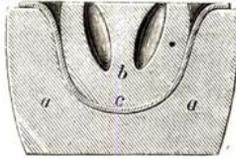


Fig. 1229.

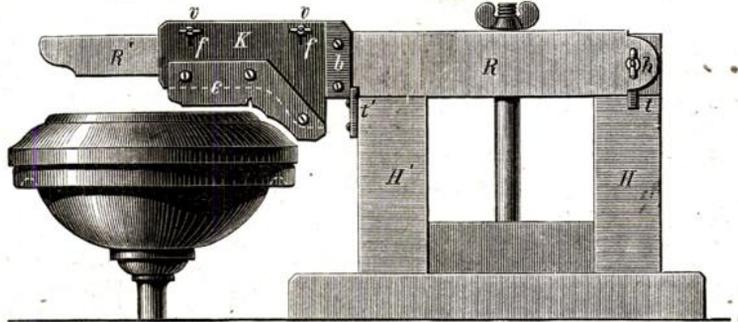


Drücken mit einem Schwamm möglichst gleichförmig darüber zu vertheilen, so daß er sich überall anschmiegt. Darauf bringt man den Kern mit dem Lappen *c* in die sehr trockne Gipsform *a*, welche in Fig. 1228 im Querschnitt dargestellt ist, löst den Lappen da, wo Ausschweifungen angebracht werden sollen, von dem Kern *ab* und streicht ihn mit einem Schwamm gegen die Form. Da die Form sehr trocken ist, so wird sie das Wasser aus dem Lappen rasch aufsaugen und dadurch eine Ablösung vom Kern herbeiführen, so daß man letztern herausheben kann, wie in Fig. 1229, während der geförmte Gegenstand so lange an der Form haften bleibt, bis letztere ihm so viel Wasser entzogen hat, daß der Wassergehalt an den Berührungsstellen gleich wird, worauf sich der Gegenstand von der Form trennen läßt.

Das Formen auf der Drehscheibe ist natürlich nur bei runden Gegenständen möglich. Auch hier kommen verschiedene Methoden zur Anwendung. Will man auf diese Weise z. B. eine größere Tasse formen, so sucht man die Gestalt derselben zuerst ganz aus freier Hand wie beim gewöhnlichen Arbeiten auf der Scheibe darzustellen, wie Fig. 1230 *A* zeigt. *g* ist der obere Theil der

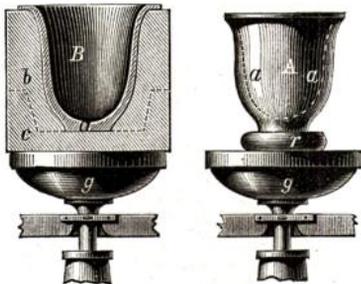
Nach einer andern Methode formt man die innere Oberfläche mit einem Lappen über einen Gipskern und stellt die äußeren feinen Contouren durch Abdrehen mit einer Schablone her. Die dazu dienende Vorrichtung ist in Fig. 1231 gezeichnet. Genau im Mittelpunkt der zu diesem Zweck dienenden Scheibe ist eine Schraube angebracht, welche in eine im Mittelpunkt der Gipsform befindliche Mutter eingreift. Die Form, welche die innere Oberfläche des Arbeitsstücks, hier z. B. eines Tellers, liefert, wird mit dieser Schraube dauerhaft auf der Scheibe befestigt und bleibt darauf, so lange sie überhaupt zu benutzen ist. Man formt dann auf einer besondern Scheibe einen Thonlappen von der entsprechenden

Fig. 1231.



Größe und drückt ihn mit dem Schwamm gegen die Form. Das so vorgerichtete Arbeitsstück ist in unserer Zeichnung dargestellt und ohne weitere Beschreibung verständlich. Es bleibt nur noch übrig, die äußeren Theile mit der Schablone *c* zu vollenden. Es dient dazu ein hölzerner Rahmen *HH'*, an dessen oberem Theil ein um den Punkt *h* drehbares Eisen *RR'* befestigt ist. Zwei Haken *tt'* sind an den Rahmen angeschraubt und dienen als Stützpunkte für das Eisen, wenn es gegen die Scheibe herabgelassen ist. An dem eisernen Arme *R* ist der Schablonenhalter *K* mit Stell-schrauben befestigt und zwar so, daß er dieselbe Lage behält, so lange man mit derselben Form arbeitet. Da die Formen nicht immer genau dieselbe Stärke haben, so ist eine Veränderung der Stellung des Schablonenhalters nöthig, um stets dem Arbeitsstück dieselbe Wandstärke zu geben. Die Schablone *c* wird durch ein Eisenblech verlängert und dieses hat oben zwei Schlitze *ff*, durch welche zwei Schrauben *vv* gehen, die es fest gegen den Halter *K* andrücken. Der Halter ist so gestellt, daß die Schablone gerade den auf der Gipsform befindlichen Thonlappen berührt, wenn man das Blech so weit in die Höhe zieht, als es die Länge der Schlitze *ff* erlaubt. Setzt man dann die Scheibe in Bewegung, so wird die Schablone die überflüssige Masse wegnehmen und den Anfang zu den Contouren geben. Nach und nach läßt man die Schablone in den Schlitzen herabgleiten, bis sie zuletzt an dem richtigen durch das Ende der Schlitze angegebenen Punkt angekommen ist und das Arbeitsstück vollendet hat. Darauf dreht man den eisernen Arm *RR'*

Fig. 1230.



Scheibe, *r* eine Unterlage, *a* das so weit vollendete Arbeitsstück. Alsdann bringt man es in die aus zwei Theilen *b*, *c* bestehende, ebenfalls auf die Scheibe gestellte Form Fig. 1230 *B*, versetzt die Scheibe in Drehung und drückt nun mit einem Schwamme die inneren Wände der Tasse gegen die Form, so daß die äußeren Contouren

um den Punkt *h* zurück und kann den fertigen Teller von der Gipsform abnehmen. Eine Bewegung des Arms *R* während der Arbeit wird durch eine starke Schraube *r* unmöglich gemacht.

Sämmtliche Formen werden nach längerem Gebrauch so in ihrer Masse mit Feuchtigkeit gesättigt, daß sie dem Thon das Wasser nicht mehr, oder doch sehr langsam, entziehen würden, man muß sie, falls sie sonst noch brauchbar sind, dann längere Zeit zum Trocknen stehen lassen. Ein anderer Umstand, der viel unangenehmer ist, ist das allmähliche Verschmieren der Formen. Durch den Druck, welchem die Masse in der Form ausgesetzt wird, dringt stets etwas davon in die Poren ein und verstopft diese, wodurch nicht allein die Absorption des Wassers aufgehoben wird, sondern wodurch auch immer etwas von der Masse zurückgehalten wird, so daß der geformte Gegenstand keine glatte Oberfläche bekommt. Diesem Verschmieren ist schwer abzuhelfen, bei runden Formen nimmt man die obere Schicht auf der Drehbank fort, da, wo dies nicht thunlich ist, sucht man durch Waschen und Bürsten die anhängenden Stoffe so viel wie möglich zu entfernen.

Das Entleeren der Formen ist in den meisten Fällen eine einfache Operation. Nach kürzerem oder längerem Verweilen in der Form, je nach der Wandstärke des Gegenstandes, hat die Masse an den Gips so viel Wasser abgegeben, daß sie fest genug geworden ist, um sich nicht mehr leicht zu entformen. Je länger man die Masse in der Form verweilen lassen kann, um so besser ist es, da die Absorption des Wassers immer fortgeht und der Gegenstand entsprechend mehr Festigkeit erhält. Bei solchen Formen, die nur aus zwei Stücken, wie bei der Anfertigung von Tassenhenkeln *z.*, bestehen, braucht man nur den obern Theil abzuheben und mit einem Stückchen weicher Masse auf den geformten Gegenstand zu tupfen, um ihn herauszuheben. Formen, die aus mehreren, in einem Gipskasten eingeschlossenen Stücken bestehen, werden zuerst aus dem Kasten genommen und dann ein Theil der Form nach dem andern entfernt.

Die aus den Formen genommenen Stücke zeigen an allen Stellen, wo zwei Theile der Form zusammenstießen, Nähte oder kleine Streifen von Masse, welche in die Zwischenräume der Formtheile gedrückt wurden. Diese sind um so bedeutender, je weniger genau die Formen gearbeitet waren. Ihre Beseitigung werden wir später bei dem Nachbessern der geformten Stücke beschreiben.

Die Entfernung des von der Form nicht aufgenommenen Wassers muß durch sehr langsames, vorsichtiges Austrocknen geschehen. Nur dadurch ist zu vermeiden, daß die Gegenstände durch ungleichmäßiges Schwinden ihre Form verlieren oder Sprünge bekommen.

Formen mit Maschinen. Das bisher beschriebene Verfahren des Formens hat das Eigenthümliche, daß durch das poröse Material, aus welchem die Formen dargestellt wurden, zugleich der Masse Wasser entzogen und diese dadurch verdichtet wurde. Der heftige Druck, welchen man mit Maschinen ausüben muß, um ein rasches Arbeiten herbeizuführen, würde aber in kurzer Zeit die aus Gips oder gebranntem Thon angefertigten

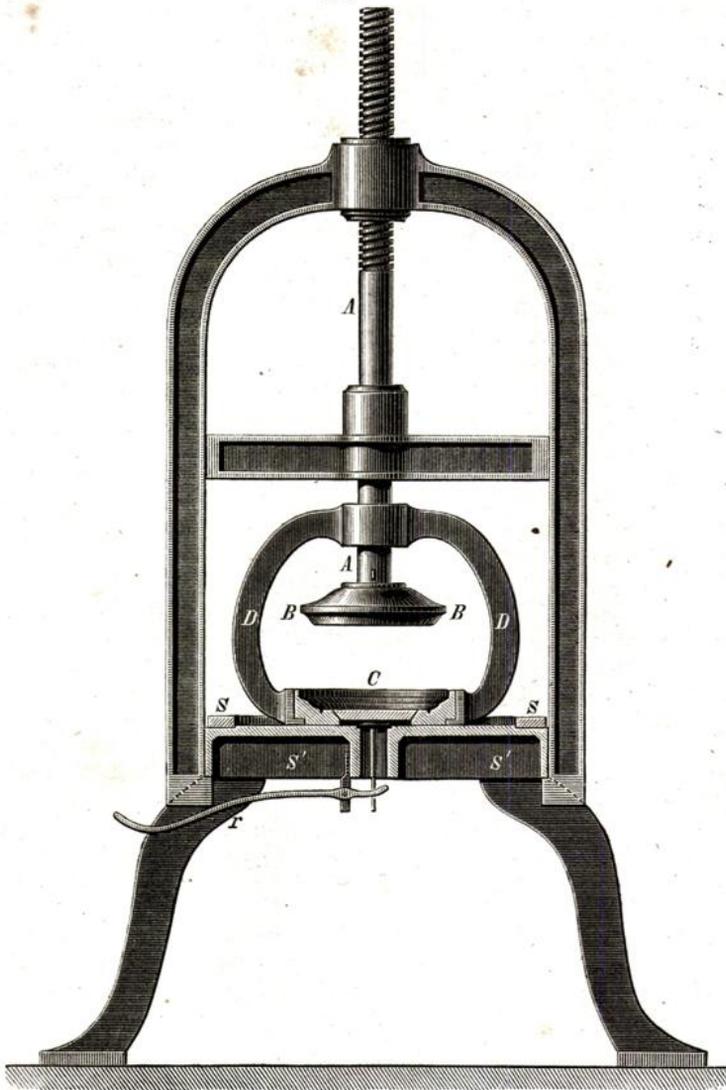
Formen verderben, so daß man beim Arbeiten mit Maschinen auf die Anwendung von Metallformen angewiesen ist. Dies ist ein Uebelstand, der den Gebrauch von Maschinen für solche Fabrikationen, die eine wenig plastische Masse verarbeiten, wie beim ächten Porzellan, fast unbrauchbar macht. Und selbst wenn es bei sehr vorsichtigem Pressen gelingt, anscheinend tadelfreie Gegenstände zu erhalten, so tritt beim spätern Brennen noch der Uebelstand ein, daß die meisten Geschirre sich im Ofen verwerfen und durchschnittlich einen Verlust von 87 Proc. herbeiführen. Diesen Umständen ist es zuzuschreiben, daß das Formen mit Maschinen oder das Pressen bis jetzt in der Porzellanfabrikation noch keinen Eingang gefunden hat oder doch nur bei sehr kleinen Gegenständen, wie bei Porzellanknöpfen *z.* angewandt ist. Im ausgedehntesten Maßstabe wird das Pressen bei der Fabrikation ganz ordinärer Thonwaaren, bei denen es nicht auf Schärfe der Contouren ankommt, wie bei den Drainröhren *z.*, benutzt; die dazu gebrauchten Maschinen werden wir später beschreiben. Aber auch in der Fayencefabrikation, bei steifen plastischen Massen kann man mit Vortheil Pressen anwenden.

Eine Presse der einfachsten Construction zum Formen von Tellern ist in Fig. 1232 dargestellt. Es ist eine Schraubenpresse, deren Spindel *A* am untern Theil den Kern der Form *B* trägt und die durch ein in dem Bügel *D* angebrachtes Futter genau in verticaler Richtung erhalten wird. Der innere Theil der Form *C* ist auf dem eisernen Tisch *SS'* befestigt, seine Lage wird durch einen an dem Bügel *D* angelegten Ring angezeigt. Der Boden der Form ist nach oben zu beweglich, er schließt aber so dicht in einen Falz, daß er nicht nach unten herausgedrückt werden kann. Oben an der Schraubenspindel *A* ist ein in der Figur nicht gezeichneter Balancier angebracht, der beim Anziehen der Schraube einen raschen kräftigen, oder wenn man will langsamen Druck ausübt.

Der aus weicher Masse geformte Teller, der, wie erwähnt, beim Pressen keine Verdichtung der Masse durch Abgabe von Wasser erfährt, würde nicht aus der Form *C* herauszuheben sein, wenn nicht eine besondere Vorkehrung dazu geschaffen wäre. Zu diesem Zweck legt man ein dünnes Messingblech, welches so gepreßt ist, daß es sich genau an die Contour des innern Theils der Form anschmiegt, in die Form *C*, auf dieses kommt ein Thonlappen, der dann durch den Stempel *B* in alle Vertiefungen der Blechform eingetrieben wird. Nachdem der Stempel wieder in die Höhe gezogen ist, drückt man auf den Hebel *r*, hebt dadurch den Boden der Form und mit diesem die Blechform mit dem fertigen Teller in die Höhe, so daß man ihn aus der feststehenden Form *C* herausnehmen kann.

Würde man den Lappen ohne Weiteres in die Form bringen, so würde der fertige Teller entweder an dem Stempel oder in der Blechform hängen bleiben, ohne daß man im Stande wäre, ihn, ohne ihn zu zerstören, abzunehmen. Um dies zu vermeiden, befeuchtet man den Stempel und die Form vor dem Pressen mit Terpentinöl, welches die Adhäsion des Thons an das Metall aufhebt.

Fig. 1232.



Zum Pressen von ovalen, tiefen, oder mit Reliefverzierungen versehenen Gegenständen, wie von Tassen, Töpfen u. c., muß man eine complicirtere Maschine anwenden. Es kommt dabei dasselbe Princip zur Anwendung wie bei der vorigen Presse. Der Stempel formt die innere Oberfläche. Die äußeren Contouren werden in einer aus mehreren Theilen bestehenden, sich öffnenden Form gepreßt, in welcher die in Relief zu erscheinenden Zeichnungen vertieft eingearbeitet sind. Nachdem der Stempel den Lappen in die Form gedrückt hat und wieder in die Höhe gegangen ist, öffnet sich die Form und man kann den fertigen Gegenstand auf einer Platte, die durch einen ähnlichen Mechanismus wie die Blechform der vorigen Maschine gehoben wird, aus der Form nehmen. Bei dieser Art der Presse ist ganz dasselbe Princip zur Anwendung gebracht, wie bei dem zum Rändern der Münzen dienenden Apparate.

Wie groß die Vorzüge einer gut construirten Presse sind, geht daraus hervor, daß ein Arbeiter mit zwei

Gehülften in 10 Arbeitsstunden 3000 Dessertteller formen kann.

Das Formen durch Guß. Die große Absorptionskraft, welche der Gips zum Wasser hat, macht es möglich, eine große Anzahl von Gegenständen durch Gießen einer schlammigen Masse in Gipsformen zu erhalten, wobei das Wasser so rasch aufgenommen wird, daß sich nach kaum einer Minute eine Schicht dieser Masse in der Form abgelagert hat, von der man das nicht Verdichtete durch Abgießen trennt. Es muß jedoch bemerkt werden, daß der Guß nur mit sehr gleichförmiger, magerer Masse, wie in der Porzellanfabrikation, ausgeführt werden kann. Bei allen sehr plastischen Massen, wie die verschiedenen Fayencen, Steinzeug u. c., ist diese Methode nicht anwendbar, weil die zu fette Masse rasch einen so dichten Ueberzug in der Form absetzen würde, daß die Aufsaugung des Wassers ganz aufhören würde, ehe der Ueberzug die gewünschte Wandstärke erlangt hätte. Es ist dabei jedoch noch mehr wie bei jeder andern Art des Formens für eine vollkommene Gleichförmigkeit der Masse, aus welcher der Schlamm dargestellt wird, zu sorgen und man nimmt dazu nur eine sehr gut gestebte und mit Abfällen vom Abdrehen vermischte Masse. In der Porzellanfabrikation wird der Guß immer mehr angewandt, man stellt damit die kleinsten, zierlichsten Gegenstände, wie die dünnen chinesischen Tassen, Eierschalen, die dünnen Tiegel für chemische Laboratorien, wie auch ganze Service, Porzellanplatten,

Säulen, Tischbeine u. c. her.

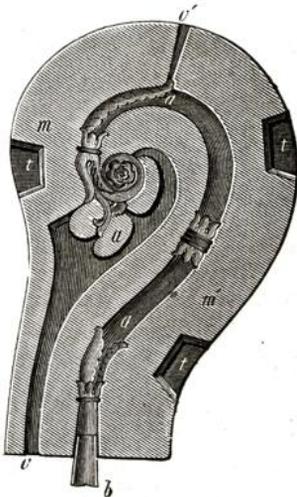
Bei der Mannigfaltigkeit der herzustellen Formen müssen beim Gießen die Manipulationen vielfältig abgeändert und eine große Zahl verschiedener Vorsichtsmaßregeln angewandt werden, die sich zum größten Theil nur in der Praxis erlernen lassen. Wir können hier das Verfahren nur durch wenige Beispiele andeuten.

Die dünnen Tiegel, Tassen u. c. werden in einer aus zwei Theilen zusammenlegbaren Gipsform, deren Höhlung der äußern Oberfläche entspricht, gegossen. Man füllt die Form mit dem sehr sorgfältig bereiteten dünnen Schlamm von Masse, welcher vorher durch mehrere feine Siebe gelassen ist, um ihn von Luftbläschen und etwa vorhandenen gröbereren Theilen zu befreien, läßt den Schlamm einige Minuten in der Form verweilen und gießt dann aus, wobei man die an den äußeren Rändern der Form anhängenden Theile sofort mit einem Messer entfernt, weil diese beim Erhärten das

Schwinden des in der Form befindlichen Gegenstandes beeinträchtigen würden. Nach einiger Zeit nimmt man die beiden Hälften der Form auseinander und kann dann das Arbeitsstück vorsichtig herausheben. Beim Auseinandernehmen der Form ist die größte Vorsicht erforderlich und es muß damit länger gezögert werden, wie beim gewöhnlichen Formen, weil hier viel mehr Wasser aufzunehmen ist, wie bei plastischen Massen. Würde man die Formen zu früh öffnen, so würde die Masse noch nicht hinlänglich verdichtet sein und der Gegenstand zerstört werden. Die Füße von Tassen, Henkel *z.* werden für sich gegossen und in noch feuchtem Zustande durch ganz sanftes Andrücken mit einander verbunden. Um dieses ausführen zu können, darf man aber auch mit dem Entleeren der Formen nicht zu lange zögern, weil die Masse sonst so fest werden würde, daß die Theile nicht mehr an einander kleben. Es ist daher vor Allem wesentlich, zwischen zu frühem und zu spätem Entleeren die richtige Mitte zu halten.

Zum Gießen eines reich verzierten Henkels für Milchkannen *z.* dient die Form Fig. 1233. Sie besteht aus zwei horizontal liegenden Hälften, deren Berührungsfläche gerade durch den Längenschnitt des Henkels geht,

Fig. 1233.



wobei also jede Hälfte der Form die Hälfte des Henkels vertieft enthält. *a* ist die Gestalt des Henkels, *b* die Abflußöffnung für den nicht verdichteten Schlamm, *v''* Öffnungen, aus denen die in der Form enthaltene Luft entweichen kann und die ebenfalls mit Schlamm gefüllt werden, *mm'* ist die Wandstärke der Form, *tt* sind Ausschnitte, nach welchen die beiden Hälften der Form auf einander gepaßt werden. Die Eingießöffnung ist in der obern Hälfte der Form. Beide Hälften der Form werden auf einander gelegt und mit einer hölzernen Klammer mit einander verbunden. Man verstopft darauf die Öffnung *b* und gießt so viel Schlamm ein, bis dieser in vollem Strahl aus den Luströhren abfließt, worauf man auch diese verschließt und einige Minuten wartet, um die Verdichtung eintreten zu lassen. Darauf kehrt man die Form um, so daß die Öffnung *b* abwärts gerichtet ist, öffnet zuerst die Luftlöcher und dann die

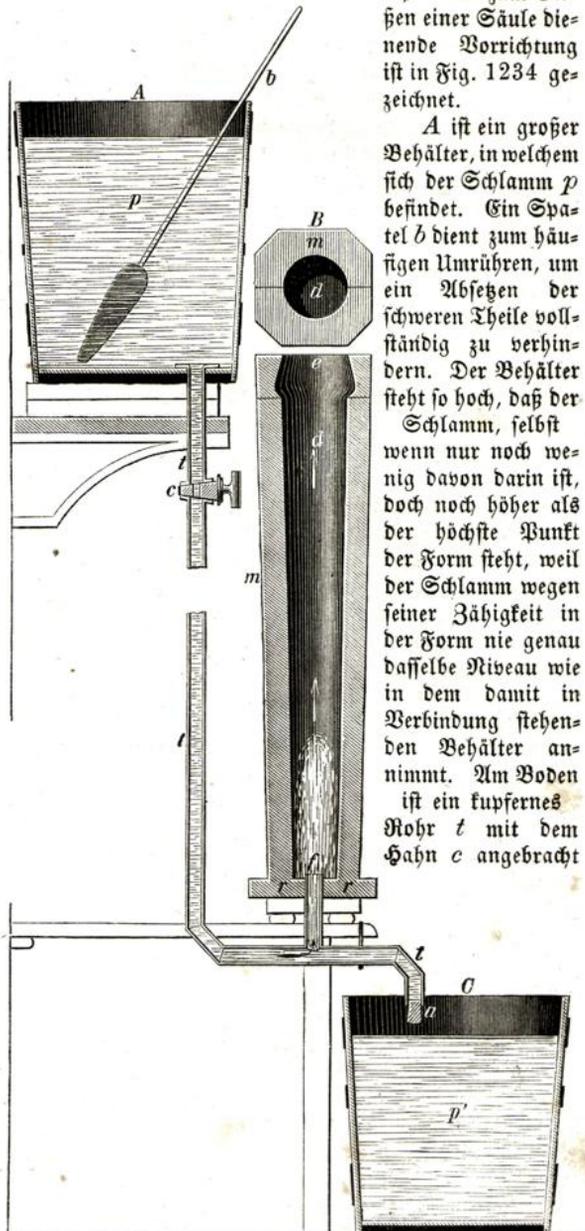
Öffnung *b*, um den nicht verdichteten Schlamm ausfließen zu lassen.

Eben so gut, wie bei den hier beschriebenen kleinen dünnwandigen Gegenständen, läßt sich das Gießen auch bei großen cylindrischen oder geschweiften Formen, *z.* B. Säulen, Tischbeinen *z.*, ausführen, nur muß man dann eine Vorkehrung treffen, um zu vermeiden, daß der Schlamm beim Eingießen umherspritzt, wobei Luftblasen eingeschlossen und die Oberfläche des fertigen Gegenstandes verunziert werden würde. Man erreicht dieses, indem man den Schlamm in gleichförmigem Strome von unten

in die Form treten läßt. Die zum Gießen einer Säule dienende Vorrichtung ist in Fig. 1234 gezeichnet.

A ist ein großer Behälter, in welchem sich der Schlamm *p* befindet. Ein Spatel *b* dient zum häufigen Umrühren, um ein Absetzen der schweren Theile vollständig zu verhindern. Der Behälter steht so hoch, daß der Schlamm, selbst wenn nur noch wenig davon darin ist, doch noch höher als der höchste Punkt der Form steht, weil der Schlamm wegen seiner Zähigkeit in der Form nie genau dasselbe Niveau wie in dem damit in Verbindung stehenden Behälter annimmt. Am Boden ist ein kupfernes Rohr *t* mit dem Sahn *c* angebracht

Fig. 1234.



und an dieses ist unten ein kurzes aufrechtstehendes Rohr *f* angelöthet, durch welches der Schlamm in das Innere

der Form *B* bringt. Das Ende des Rohrs *t* mündet über einem Behälter *C* und ist während des Gießens mit einem Stopfen *a* verschlossen. Die Gipsform *B* besteht aus zwei Stücken, wie der Horizontaldurchschnitt zeigt. Wenn die Form auf dem Rohr *f* luftdicht befestigt und das Rohr bei *a* verstopft ist, öffnet man den Hahn *e* und läßt den Schlamm rasch die ganze Form erfüllen, worauf man den Hahn wieder schließt. Nach 4 bis 5 Minuten läßt man den nicht verdichteten Schlamm aus *a* abfließen. Die Schicht von fester Masse, welche sich während der Zeit in der Form abgelagert hat, ist nothwendigerweise sehr dünn. Will man sie verstärken, so läßt man die Form so lange stehen, bis der erste Uebergug hinreichende Festigkeit erlangt hat, füllt dann zum zweiten Mal, läßt wieder abfließen u. s. f., bis genug Masse abgelagert ist, um nach dem Trocknen und Brennen dem Gegenstande eine genügende Festigkeit zu ertheilen. Da zwischen jedem neuen Anfüllen längere Zeit vergeht, so wird dem ersten Ueberguge so viel Wasser durch den Gips entzogen, daß dieser selbst absorbirend auf den dünnen Schlamm wirkt und dadurch die Verdichtung der neuen Schicht herbeiführt. Würde man zu rasch nach einander die wiederholten Eingüsse machen, so würden die ersten Schichten noch nicht hinreichende Festigkeit erlangt haben und wieder abgespült werden.

Ein Uebelstand beim Gießen hoher Gegenstände ist, daß die festen Theile des Schlammes das Bestreben haben, zu Boden zu sinken, wodurch der untere Theil gewöhnlich stärker ausfällt, wie der obere. Bei solchen Sachen, wo eine genau gleiche Wandstärke Erforderniß ist, wie z. B. bei Porzellankörnern zum chemischen Gebrauch, verhütet man dieses dadurch, daß man die Form bei jedesmaligem Gusse umdreht, so daß der Theil, welcher das erste Mal nach oben gerichtet war, beim zweiten Guss nach unten gekehrt wird.

Vollendung der Arbeitsstücke. Das gewöhnliche Töpfergeschirr wird auf der Scheibe gleich ganz fertig gemacht, Henkel, Ausgüsse u. dgl. werden aus derselben Masse, meist von einem Gehülfen angefertigt und sofort angefezt. Bei allen feineren Geschirren ist jedoch dann noch mancherlei zu thun. Die auf der Scheibe gedrehten Stücke sind meistens zu dickwandig, die Contouren sind nicht scharf genug, es fehlt ihnen die feinere Ausführung. Die in Gipsformen dargestellten Stücke haben noch ihre Formnähte. Es sind mancherlei Mängel auszubessern, Verzierungen anzubringen, Henkel, Füße und Ausgüsse zu befestigen, Durchbrechungen einzuschneiden, kurz, es sind noch alle die Arbeiten zu leisten, welche von mehr künstlerischer Hand ausgeführt werden müssen und die gerade den äußern Unterschied zwischen den gemeinen Töpferwaaren und den feineren Thongeschirren bilden. Da dieser Gegenstand nur durch die persönliche Geschicklichkeit des Arbeiters erreicht wird, so können wir hier die vielen dabei in Betracht kommenden Operationen nur ganz flüchtig andeuten.

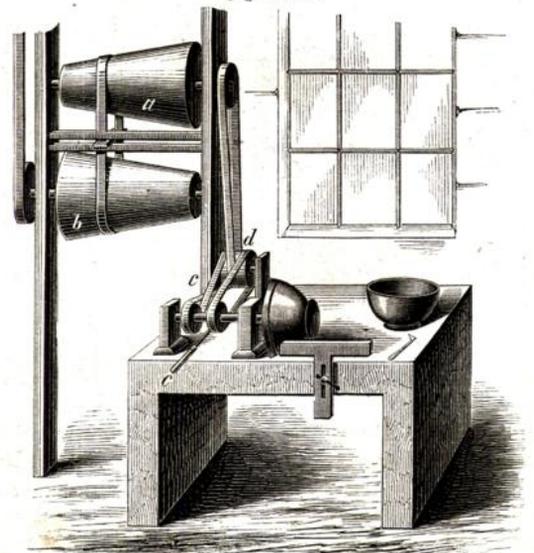
In dem Zustande, wie die Gegenstände von der Scheibe oder aus den Formen geliefert werden, sind sie zu weich, um sich abdrehen zu lassen. Man läßt sie daher zuerst austrocknen, wobei man sie lose auf Unterlagen von Gips legt, die ungefähr dieselbe Gestalt wie die Arbeitsstücke haben, um dadurch ein Zusammen sinken

von sehr weichen Massen zu verhindern. Das Austrocknen geschieht entweder an freier Luft, in vor Zug und directem Sonnenschein geschützten Localitäten, oder in sehr schwach geheizten Räumen. Man läßt meist etwas weiter austrocknen, als erforderlich ist, und bringt die Stücke dann auf einige Zeit in einen sehr feuchten Keller, wo sie wieder Wasser auffaugen. Es wird dadurch der Vortheil einer ganz gleichmäßigen Trocknung erreicht. Der Grad der Trockenheit ist sehr wesentlich, die Masse soll durchaus nicht mehr schmierig, aber auch nicht so trocken sein, daß sie beim Schaben mit einem Messer trocknes Pulver giebt, sie ist gerade hinreichend trocken, wenn sich beim Abdrehen mit dem Eisen zusammenhängende Späne davon ablösen lassen.

Das Abdrehen geschieht entweder auf der gewöhnlichen Töpferscheibe, auf deren Spindel dann ein Gipsfutter von der Form des Gegenstandes aufgeschraubt wird, oder auf einer Drehbank von ganz ähnlicher Construction, wie sie der gewöhnliche Drechsler gebraucht. Der Unterschied ist also der, daß man im erstern Falle die Axe des Arbeitsstücks vertical, im zweiten Falle horizontal legt. Die weit größeren Bequemlichkeiten der letztern Methode haben ihre fast allgemeine Einführung bewirkt.

Die gewöhnliche, mit dem Fuß getretene Drehbank ist so bekannt, daß sie wohl keiner Beschreibung bedarf. Eine durch Dampfkraft getriebene Drehbank ist in Fig. 1235 gezeichnet. Der Bewegungsmechanismus ist derselbe wie bei der gewöhnlichen Töpferscheibe (Fig. 1225).

Fig. 1235.



Die conische Trommel *b* wird durch die Maschine in Umdrehung versetzt und überträgt die Bewegung durch einen verstellbaren Riemen ohne Ende auf die Trommel *a*, die auf ihrer Axe eine Riemenscheibe trägt. Mittelfst der Stange *c*, die den von dieser Scheibe ausgehenden Riemen am untern Ende umfaßt, kann man ihn nach Belieben auf die Scheibe *d* oder *e* führen. Die Scheibe *d* trägt einen geraden Riemen und wird daher die Bewegung auf die auf der Spindel der Drehbank

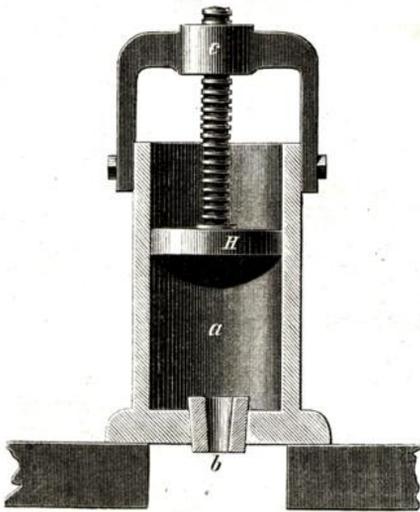
figende Scheibe in derselben Richtung überführen, wie sie ihr ertheilt wird. Der Riemen der Scheibe *e* ist dagegen verschlungen und bewirkt dadurch eine entgegengesetzte Bewegung. Der Arbeiter hat es daher durch einen einfachen Druck auf die Stange *c* in der Hand, augenblicklich sein Arbeitsstück vorwärts oder rückwärts drehen zu lassen.

Die zum Abdrehen gebrauchten Werkzeuge sind höchst einfach. Es sind Streifen von Bandeisen von verschiedener Breite, die in verschiedenen Winkeln oder in geschweifter Form abgeschliffen sind.

Beim Abdrehen werden zugleich manche vertiefte Verzierungen angebracht, wie kleine kreisförmige Rinnen oder Guillochirungen. Die ersteren werden mit einem Eisen von der Form der Rinnen hergestellt, die zweiten meistens mit Nadeln, auf deren Umkreis die Form der Vertiefungen durch kleine Zacken u. ausgeschnitten ist. Alle erhabenen kreisförmigen Verzierungen werden mit geraden oder gebogenen Eisen gearbeitet, indem ein ihrer Höhe entsprechender Theil der Wände fortgenommen wird.

Die Henkel werden entweder aus Wulsten aus freier Hand, oder wenn Verzierungen daran angebracht sind, in Gipsformen, oder endlich in Pressen geformt. Die zu letzterem Zweck dienende Presse zeigt Fig. 1236. *a* ist ein eiserner Cylinder von 12 Zoll Höhe und 6 Zoll

Fig. 1236.



Durchmesser, in dessen Boden ein conisches Metallstück *b* eingesetzt ist, dessen Mündung die Form des Querschnitts des Henkels hat. Am oberen Theil des Cylinders ist ein starker eiserner Bügel *c* befestigt, durch den die Schraubenspindel mit der Pressplatte *H* geht. Der Cylinder wird sorgfältig, so daß keine Luftblasen zwischen den einzelnen Schichten bleiben, mit Masse gefüllt und dann durch die Pressplatte *H* ein starker Druck ausgeübt, wodurch die Masse aus der Oeffnung *b* als ein langer Streifen von der Gestalt des Querschnitts des Henkels herausgepreßt wird. Dieser wird zu Stücken von der erforderlichen Länge geschnitten, mit der Hand zu der richtigen Form gebogen und dann getrocknet.

Die Hälse von Theetöpfen u. werden, wenn sie nicht gegossen werden, in aus zwei Hälften bestehenden Gips-

formen aus dünnen Massenlappen geformt, indem man ein entsprechend großes Stück zuerst in die eine Hälfte der geöffneten Form so niederdrückt, daß die äußeren Verzierungen durch die Form gebildet werden, und dann die andere Seite in der entsprechenden Formhälfte bildet. Durch Schließen der beiden Formhälften verbinden sich die darin enthaltenen Lappen und bilden nach dem Trocknen den hohlen Hals, dessen Mündungen nur noch mit einem Messer etwas beschnitten zu werden brauchen.

Das Ansetzen der Henkel und Hälse erfolgt immer erst, nachdem beide Theile eine gewisse Trockenheit erreicht haben, die aber auch hier ein gewisses Maß nicht überschreiten darf. Sehr wesentlich ist dabei, daß beide zu verbindenden Theile genau an einander passen, daß also der Henkel an den beiden Berührungstellen genau in der Form des Topfes, an den er angefügt werden soll, ausgeschnitten werde. Man hält alsdann den Henkel genau an die Stelle, wo er angefügt werden soll, bezeichnet diese durch Ritzen mit einem Stift und macht diese Stelle, wie auch den Henkel, durch Kreuz- und Querlinien rauh, damit sich mehrere Berührungspunkte bilden. Darauf nimmt man von derselben Masse, aus der die Geschirre bestehen, die mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt ist, trägt davon mit einem Pinsel auf die rauh gemachte Stelle und drückt fast gleichzeitig den Henkel gelinde dagegen. Die Massetheilchen lagern sich dann in den Unebenheiten ab, während das Wasser von der verhältnißmäßig trocknen Thonsubstanz rasch absorbiert wird. Diese Verbindung ist so dauerhaft, daß sie, wenn sie richtig ausgeführt ist, kein Ablösen des angefitteten Theils befürchten läßt. Nach dem Trocknen bricht eher der Henkel oder das Geschirr, als daß man beide gewaltsam von einander trennen könnte. Diese Verbindung gelingt aber nur dann, wenn beide Theile und namentlich das Geschirr, den richtigen Grad der Trockenheit haben. Sind sie zu trocken, so wird das Wasser des Massenbreies rascher absorbiert, als man den Henkel ansetzen kann, und man versucht dann vergebens, ihn an eine fast trockne Fläche anzufügen. Sind sie dagegen zu feucht, so erfolgt die Absorption des Wassers zu langsam und die Verbindung ist nicht fest genug, um das Gewicht des Henkels zu tragen. Beim Henkeln ist ferner darauf Rücksicht zu nehmen, daß das Schwinden im Feuer nicht ganz gleichmäßig geschieht, sondern daß alle Gefäße dabei eine etwas spiralförmige Bewegung um ihre Ase machen. Würde man daher die Henkel genau vertical ansetzen, so würden sie nach dem Brennen etwas schief stehen, man setzt sie, um dieses zu vermeiden, so weit schief an, daß sie durch das Schwinden gerade in die richtige Stellung kommen, ein Punkt, den man jedoch nur durch genaue Kenntniß seiner Masse und durch längere Erfahrung erreicht.

Verzierungen werden, wenn sie vertieft erscheinen sollen, mit Stempeln in die halbgetrocknete Masse eingedrückt, erhabene Verzierungen werden, wenn sie nicht gleich in der Form angebracht werden können, als kleine Medaillons u. für sich geformt und nach dem Trocknen angeklebt. Künstlicherere Verzierungen werden mit Grabstichel und Vossirinstrumenten ausgearbeitet. Sehr geschmackvolle Verzierungen hat man in neuerer Zeit da-

durch hervorgebracht, daß man auf den mit Chromoxyd in der Masse grün gefärbten Gegenstand mit dem Pinsel an den zu verzierenden Stellen farblose Masse in Form eines dicklichen Breies auftrug. Diese Stellen können dann entweder mit dem Pinsel hinreichend ausgearbeitet oder mit Bossirinstrumenten nachgebeffert werden. Die Verzierungen erscheinen dann nach dem Brennen erhaben und weiß auf grünem Grunde.

Ausbesserungen sollten eigentlich nur an den in Formen dargestellten Stücken erforderlich sein und die Wegschaffung der Räfte betreffen. Sehr häufig findet man jedoch auch schon beim Abdrehen Fehlstellen, entstanden durch in der Masse eingeschlossene Luftbläschen. Diese füllt man sorgfältig mit Masse aus, ohne jedoch dabei zu starken Druck anzuwenden, weil dadurch die eingesetzte Masse zu sehr comprimirt und eine verschiedene Schwindung erleiden würde. Die so ausgebefferte Stelle wird auf der Drehbank völlig geebnet.

Das Fortnehmen der Formnähte darf nur durch Abschneiden mit einem scharfen Messer geschehen, wobei man so genau wie möglich eine Ebene nach der Oberfläche des Stückes vornimmt. Etwa zurückbleibende Unebenheiten dürfen nicht durch Andrücken ausgeglichen werden, denn wenn man sie auch dadurch vollständig und leicht verschwinden lassen könnte, so würden sie doch stets nach dem Brennen wieder hervortreten. Auf dieselbe Weise muß der Ueberschuß von Brei, der stets beim Ansetzen der Henkel und Verzierungen aus den Fugen hervorbringt, nach dem Trocknen beseitigt werden.

Die Glasur. Nachdem die im Vorhergehenden beschriebenen Operationen beendet sind, sind die Arbeitsstücke in Allem, was ihre Form betrifft, vollendet. Würde man sie dann nach dem Formen unmittelbar dem Feuer aussetzen, so würde man allerdings harte, feste Geschirre erhalten, die jedoch porös und glanzlos wären, die Feuchtigkeit mit Begierde aufsaugen und dadurch für die meisten Zwecke unbrauchbar sein würden. Um dieses zu vermeiden, überzieht man sie entweder gleich nach dem Formen und Trocknen, oder nachdem sie einmal stärker oder schwächer gebrannt sind, mit einer in höherer Hitze schmelzenden Masse, die entweder für sich oder mit den Bestandtheilen des Thons eine glasartige Verbindung bildet.

Das Aussehen der bekanntesten Sorten der Töpfergeschirre deutet schon darauf hin, daß es eine sehr große Anzahl verschiedener Arten von Glasuren geben müsse, doch lassen sich diese nach ihrer Zusammensetzung in wenige Gruppen bringen. Von diesen hat man zu unterscheiden:

Durchsichtige Glasuren, im Wesentlichen aus einem Bleiglas bestehend (gewöhnliches Töpfergeschirr, feine Fayence etc.), leicht schmelzbar.

Durchsichtige Glasuren, im Wesentlichen aus einem alkalisch-erdigen Glas bestehend (ächtes Porzellan), schwer schmelzbar.

Undurchsichtige Glasuren, im Wesentlichen ein alkalisch-erdiges Bleiglas, welches durch Zinnoxyd oder phosphorsauren Kalk undurchsichtig gemacht ist.

Gefärbte Glasuren, aus einer erdigen oder bleiischen, durchsichtigen oder undurchsichtigen Substanz

bestehend, der durch einen Zusatz von Metalloxyden (Eisen-, Kupfer-, Mangan-, Kobalt-, Chromoxyd etc.) eine bestimmte Farbe ertheilt wird.

Die Glasuren haben nicht allein den oben angeführten Zweck, sondern sie dienen auch in vielen Fällen, um die eigentliche Farbe der Masse, aus welcher die Geschirre angefertigt sind, zu verdecken. Eine sich gelb oder grau brennende Masse wird durch eine weiße undurchsichtige Glasur an Weiße dem Porzellan ähnlich; durch Zusatz eines färbenden Metalloxyds kann mit derselben Glasur jede beliebige Farbe hervorgebracht werden. Will man die Anwendung der theuren zinnhaltigen Glasuren vermeiden und doch dem Geschirr ein anderes Ansehen wie das seiner Masse geben, so überzieht man es häufig mit einer sehr dünnen Schicht eines weißen oder gefärbten Thons und bedeckt diese erst mit einer durchsichtigen Glasur. Das letztere geschieht sehr häufig beim gewöhnlichen Töpfergeschirr.

Von welcher Art die Glasur auch sei, so muß sie doch stets so beschaffen sein, daß sie beim Schmelzen sich ganz gleichförmig auf der Oberfläche des Stückes ausbreitet. Dieses tritt aber nur dann ein, wenn die Zusammensetzung der Glasur zu der Masse passend ist, so ist z. B. ein gewisser Kalkgehalt der Masse erforderlich, damit die gewöhnliche Fayence die undurchsichtige zinnhaltige Glasur annimmt. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so zieht die Glasur sich beim Schmelzen zu einzelnen großen Tropfen zusammen, die nur einen Theil der Oberfläche bedecken, während der übrige Theil unglasirt bleibt, oder die Glasur löst sich nach dem Erkalten in kleinen Schuppen ab.

Auf der andern Seite darf die Glasur aber auch nicht so beschaffen sein, daß ihre Bestandtheile eine zu große Affinität zu denen der Masse haben, weil dann vollständiges Aufsaugen der Glasur zu befürchten ist.

Außerdem muß der Schmelzpunkt der Glasur der Masse angepaßt sein und beim Brennen muß die Temperatur des Ofens diesem Schmelzpunkt entsprechend sein. Wenn die Glasur zu schwer schmelzbar ist, so bildet sie nach dem Erkalten keine gleichmäßig glasige Oberfläche, sondern ist durch kleine Höhlungen und Punkte verunzert. Derselbe Nachtheil wird aber auch durch ein ungenügendes Feuern beim Einbrennen einer richtig zusammengesetzten Glasur herbeigeführt. Bei einer zu leicht schmelzbaren Glasur tritt das Gegentheil ein, sie schmilzt, ehe die Masse gaar gebrannt ist, und fließt entweder ab oder wird von der porösen Masse aufgesogen, wodurch die fertigen Geschirre rau und glanzlos erscheinen. Dasselbe kann aber auch bei sonst richtiger Zusammensetzung durch zu starkes Feuer geschehen.

Eine dritte Bedingung zur Gewinnung einer guten Glasur ist, daß die Glasur sich beim Erhitzen in demselben Maße ausdehne und beim Erkalten denselben Schwindungsgrad habe, wie die Masse. Wenn dieses nicht stattfindet, so werden die Geschirre nach dem Erkalten voll von kleinen Sprüngen sein, oder werden nach sehr kurzer Zeit beim Gebrauch diese Sprünge bekommen. Diese Sprünge entstehen aber nicht allein durch verschiedene Ausdehnung der Glasur und Masse, sondern auch, wenn die Glasur in einer zu dicken Schicht aufgetragen ist, und namentlich ist dieses der Fall bei Geschirren

mit sehr dichter Glasur und beim Porzellan, wo sich die Sprünge der Glasur sogar leicht auf die Masse fortpflanzen, so daß diese beim geringsten Stoß zertrümmert wird. Ein und derselbe Fehler der Glasur kann durch sehr verschiedene Ursachen herbeigeführt werden, deren Kenntniß unbedingt wichtig ist.

Sprünge oder Haarrisse entstehen durch ungleiche Ausdehnung der Glasur und Masse, durch zu große Schmelzbarkeit, durch zu starke Dicke, durch zu schwaches Feuer.

Kleine Löcher und Bläschen durch zu geringe Schmelzbarkeit, durch zu schwaches Feuer, durch zu wenig Affinität zwischen Glasur und Masse.

Eine tropfenförmige Ansammlung der Glasur durch eine zu große Dichte der Masse, die sich scheinbar von der geschmolzenen Glasur nicht benezen läßt, von Staub, der auf dem Geschirre beim Glasiren abgelagert war, von fettigen Substanzen, die die Oberfläche der Geschirre verunreinigten.

Das Abfließen der Glasur durch zu große Schmelzbarkeit, durch zu starke Dicke, durch zu viel Feuer.

Das Aufsaugen durch zu poröse Beschaffenheit der Masse, durch im Feuer zu flüssige Glasur, durch zu starkes Feuer. Die Masse der Kapseln, in welchen die Geschirre gebrannt werden und unglasirte Geschirre, welche sich in der Nähe der glasirten befinden, können unter Umständen eine Verflüchtigung von Bestandtheilen der Glasur herbeiführen, wodurch die Geschirre ganz dasselbe Ansehen erhalten, als sei die Glasur aufgefogen worden.

Das Abblättern, welches sich ebenso, wie die Sprünge und Haarrisse, manchmal erst nach längerer Zeit beim Gebrauch bemerkbar macht, kommt wohl nur bei den zinnhaltigen Glasirungen vor und rührt von der geringen Affinität des Blei- und Zinnoxyd-Silicats der Glasur zu der zu thonreichen Masse der Fayence her.

Manchmal zeigt die Glasur eine Masse kleiner schwarzer Pünktchen. Diesem Fehler, der sich zwar selten, aber doch bei jeder Art von Glasur zeigt, kann manchmal durch ein wiederholtes Brennen bei niedriger Temperatur abgeholfen werden. Die Ursache desselben kann man bis jetzt nicht genau erklären.

Bei der großen Masse der zu glasirenden Gegenstände muß das Auftragen der Glasur nothwendigerweise sich leicht und rasch ausführen lassen und schließt dadurch die Anwendung des Pinsels, wie beim Firnissen des Lackirers, von selbst aus. Man wendet dabei je nach Umständen vier verschiedene Methoden an und man trägt demnach die Glasur auf: durch Eintauchen, durch Beguß, durch Bestäuben, durch Verflüchtigung.

Das Eintauchen läßt sich nur bei Massen anwenden, die hinreichend porös sind, um das Wasser, in welchem die Glasur vertheilt ist, mit Begierde aufzusaugen, und dabei eine genügende Festigkeit haben, um durch das Eintauchen nicht zu erweichen. Um ihnen diese Beschaffenheit zu ertheilen, setzt man sie in den meisten Fällen vor dem Glasiren einem schwachen Feuer aus; nur bei solchen Gegenständen, bei denen es nicht darauf ankommt, ob die Umrisse der Form etwas leiden, kann man das Eintauchen nach scharfem Austrocknen vornehmen.

Die Bestandtheile der Glasur werden gemischt und mit Wasser in einer Glasurmühle auf das Feinste gemahlen. Die Glasurmühle hat im Wesentlichen genau

dieselbe Construction, wie die zum Mahlen der harten Bestandtheile der Masse (s. Fig. 1208), doch sie wird nur in kleinerem Maßstabe ausgeführt, und wenn es sich nicht um großen fabrikmäßigen Betrieb handelt, durch Menschenhände in Bewegung gesetzt. Nach dem Mahlen fügt man so viel Wasser hinzu, daß sich eine ganz dünne Flüssigkeit bildet, in der man ein Absegen der festen Theile durch sehr häufiges Umrühren verhütet. Ein Zusatz von Essig zum Wasser verhindert das Absegen ebenfalls sehr wirksam.

Der zu glasirende Gegenstand wird rasch mit Vorsicht und Geschicklichkeit in die flüssige Glasur getaucht und absorbiert dabei das Wasser, während die in dem Wasser vertheilten Stoffe wie auf einem Filter gleichmäßig vertheilt auf der Oberfläche zurückbleiben. Durch dieses einfache Verfahren wird der Gegenstand mit einer beliebig starken Glasurschicht überzogen, je nachdem man das Quantum der in dem Wasser vertheilten Bestandtheile der Glasur regulirt und je nachdem man den Gegenstand längere oder kürzere Zeit darin verweilen ließ. Die Glasurschicht fällt ferner vollkommen gleichmäßig aus, wenn man einen Theil des Stücks nicht länger eingetaucht hielt wie den andern.

Die Stärke der Glasurschicht hängt fast ausschließlich von der Zeitdauer des Eintauchens ab und wird daher auf allen in der Masse stärkeren oder schwächeren Theilen der Arbeitsstücke gleichmäßig sein. Doch darf man diese Folgerung nicht bis zum Extrem treiben, denn die Absorption des Wassers kann nur so lange dauern, bis die Masse vollständig mit Wasser gesättigt ist. Daß dieses bei dünnwandigen Geschirren rascher als bei starken eintreten wird, ist selbstverständlich. Um daher dünnwandige Stücke mit einer starken Glasur zu überziehen, muß man die Glasur verdicken, d. h. mehr feste Bestandtheile zu verhältnißmäßig wenigem Wasser fügen. Läßt man ein Geschirre so lange in der flüssigen Glasur, bis die Masse ganz mit Wasser gesättigt ist, so hört die Absorption, welche die festen Theile an der Oberfläche zurückhält, auf und die schon anhaftende Glasur wird wieder abgespült.

Die Ränder der Geschirre nehmen im Allgemeinen weniger Glasur auf wie die Mitte, die Stellen, wo sie von den Fingern des Arbeiters gehalten wurden, bleiben ganz frei von Glasur. Hier muß man mit dem Pinsel nachhelfen und dieses ist eine schwierige, viel Geschick erfordernde Operation.

An allen den Theilen, an welchen keine Glasur bleiben darf, wie unten an den Füßen u., nimmt man sie gleich im feuchten Zustande durch Abstreichen mit einer Messerklinge oder durch Abwischen mit einem Schwamme weg.

Da die Masse an allen Stellen, wo sie irgend mit fettigen Substanzen in Berührung gewesen ist, keine Glasur annimmt, so kann man diese Eigenschaft benutzen, um gewisse Stellen nach dem Brennen matt erscheinen zu lassen. Man trägt dann vor dem Eintauchen in die flüssige Glasur mit einem Pinsel Del, oder am besten ein Gemisch von geschmolzenem Talg und Wachs auf, welches beim Brennen vollständig zerstört wird und an den Stellen eine matte Zeichnung auf glänzendem Grunde erscheinen läßt. Will man endlich eine Stelle weniger glänzend

erscheinen lassen, wie die übrige Oberfläche, so überfährt man diese Stellen eben vor dem Eintauchen mit einem mit Wasser befeuchteten Pinsel. Das Aufsaugungsvermögen der Masse wird dadurch verringert und somit weniger Glasur zurückgehalten.

Der Beguß. Wenn die Masse so weit gebrannt ist, daß sie kaum mehr Wasser aufsaugt, kann man die Glasur nicht mehr durch Eintauchen auftragen, man muß dann die Methode des Begießens anwenden.

Zu dem Ende macht man die Glasur weit concentrirter, indem man die Bestandtheile derselben nach dem Malen nur mit so viel Wasser anrührt, daß eine ziemlich dicke Sahne entsteht. Hiervon nimmt man eine kleinere Quantität mit einer Schöpfkelle oder dergl. und gießt sie entweder in den flachen Teller oder auf die runden Außenwände und sucht durch Schwenken und Drehen die Glasur möglichst gleichförmig zu vertheilen. Alles Ueberflüssige wird darauf durch eine stoßförmige Bewegung abgeschleudert. Alle übrigen Operationen sind dieselben wie beim Eintauchen.

Beim **Bestäuben** bringt man die feingemahlene Glasur im trocknen Zustande auf die Geschirre. Es wird nur bei ganz ordinärer Töpferwaare angewandt, die nur einmal gebrannt wird und zu weich ist, um ein Eintauchen oder Begießen vertragen zu können. Die Glasur besteht dann meistens aus feingemahlener Bleiglätte. Dieses Verfahren ist der Gesundheit der Arbeiter im höchsten Grade nachtheilig, weil es nicht zu vermeiden ist, daß sie von dem Staub des giftigen Bleioxyds einathmen.

Das Auftragen der Glasur durch **Verflüchtigung** besteht darin, daß man den Ofen oder die Kapsel, worin die Geschirre gebrannt werden, mit dem Dampf eines flüchtigen Körpers erfüllt, der bei starker Glühigkei mit der äußern Schicht der Masse verbindet und damit ein Glas bildet. Man hat es dabei in seiner Gewalt, entweder die sämmtlichen Geschirre eines Brandes, oder nur einzelne in Kapseln eingeschlossene auf diese Weise zu glasiren. Für den erstern Fall bedient man sich nur des Kochsalzes. Gegen Ende des Brandes, wenn der Ofen seine höchste Temperatur erreicht hat, hört man auf zu feuern, schließt den Schornstein und alle Luftlöcher rasch, nachdem man durch dieselben und ins Feuer eine gewisse Menge Kochsalz geworfen hat. Das Kochsalz zerlegt sich dabei unter Mitwirkung des in den Verbrennungsproducten stets enthaltenen Wasserdampfes in Natron und Salzsäure, von denen das erstere sich mit den Bestandtheilen der Masse zu einem festen harten erdigen Glase verbindet, während die Salzsäure entweicht. Diese Methode des Glasirens gelingt um so besser, je reicher die Masse an Kieselsäure ist, sie hat nur den Nachtheil, daß die Glasur selten ganz gleichförmig ausfällt, indem die Seiten der Geschirre, welche am meisten mit dem Salzdampf in Berührung kommen, am besten glasirt werden, während die anderen Seiten häufig nur eine sehr schwache Glasur erhalten. Die Salzglasur wird nur beim Steinzeug angewandt.

Die zweite Art dieses Glasirens besteht darin, daß man die Glasur in die Kapseln, worin die Geschirre enthalten sind, bringt. Man bedient sich dazu des Bleioxyds, des Kupferoxyds und der Vorsäure. Diese werden

bei sehr hoher Temperatur in Dampf verwandelt, der sich auf der Oberfläche der glühenden Gefäße verdichtet und mit den Bestandtheilen Glas bildet. Die inneren Wände der Kapseln absorbiren die Dämpfe in demselben und noch höherem Maße wie die Geschirre, und in Folge dessen kann man dieselben Kapseln mehrere Male anwenden, ohne frische Glasur hinein zu thun, da sie einen Theil derselben an die unglasirten Geschirre abgeben. Diese Methode hat den Vortheil, daß dabei die Geschirre nur ein Minimum von der Glasur erhalten und wie davon angehaucht werden und keine Verunzierungen erleiden, wie beim Eintauchen oder Begießen mit der dickflüssigen Glasur nicht zu vermeiden ist.

Beim **Einbrennen** der Glasuren muß man zweierlei berücksichtigen, den Schmelzpunkt der Glasur und die zum Gaarbrennen der Masse nöthige Temperatur, und darnach müssen die dabei anzuwendenden Verfahrensarten modificirt werden. Die Glasur wird entweder dieselbe Hitze zum Schmelzen, wie die Masse zum Gaarbrennen erfordern, und zwar wird dies bei verhältnißmäßig niedriger Temperatur, wie beim gewöhnlichen Töpfergeschirr, oder bei sehr hoher Temperatur, wie beim Porzellan, geschehen. Oder die Glasur schmilzt bei niedrigerer Temperatur, während die Masse zum Brennen einen höhern Hitzegrad erfordert, wie bei den verschiedenen Fayencen, dem weichen Porzellan und einigen Steinzeugarten. Im erstern Falle kann daher das Brennen der Masse und das Einbrennen der Glasur in einer Operation ausgeführt werden. Aus Zweckmäßigkeitsgründen, die oben beim Auftragen der Glasur erwähnt sind, wird man aber auch diese Massen in den meisten Fällen vor dem Glasiren schwach brennen. Dazu bedient man sich keines besondern Ofens, sondern einer Abtheilung des Brennofens, worin sie durch die sonst verlorene Hitze gebrannt werden. Die Fayencen u. müssen dagegen im ersten Feuer die Haupthitze erhalten und müssen vollständig gaar gebrannt sein, ehe man sie glasirt. Die Glasur wird dann entweder in einem besondern Ofen, oder in demselben Ofen, in welchem die Masse gebrannt ist, aber bei weit geringerer Hitze eingebrannt.

Das Brennen der Masse. Nur durch starkes Erhitzen erlangt der Thon oder die thonige Masse die Eigenschaft, hart, weniger porös, überhaupt brauchbar zu werden. Es werden daher alle aus Thon angefertigten Gegenstände gebrannt. Nur ganz einzelne Ausnahmen finden wir hiervon jetzt noch bei Völkern, deren Kenntniß der Töpferei, wie ihre ganze Civilisation noch auf der Stufe des Barbarismus steht. Es gehören dahin die von den Bewohnern Südamerika's und Mittelafrika's angefertigten Thongeschirre, die nur an der Sonne oder künstlich nicht einmal bis zur Verflüchtigung des gebundenen Wassers getrocknet werden und nur zur Aufbewahrung trockner Gegenstände, Getreide u. dergl. dienen. Im Alterthum wurden dagegen viele Thonwaren gar nicht gebrannt, so z. B. die Mauersteine, aus denen Wälle von noch heute bestehenden Städten in Indien und Aßen erbaut wurden, viele Urnen und Vasen, die sich in römischen Gräbern fanden.

Die jetzt in den verschiedenen Ländern und Gegenden gebräuchlichen Brennöfen variiren in ihrer Form sehr.

Wir finden auf der einen Seite die Construction so, daß sie zur unnützigsten Verschwendung an Brennmaterial führen muß, auf der andern Seite ist mit bewunderungswürdiger Sorgfalt die Construction so berechnet, daß die Wärme, so weit es irgend thunlich ist, ausgenutzt wird. Einer der größten Uebelstände, an denen speciell unsere deutsche Thonwaarenindustrie leidet, ist, daß wir eine Masse von Töpfern, aber sehr wenig Thonwaarenfabriken haben. Die Töpfer, von denen es in jedem Städtchen wo möglich mehrere giebt, können bei ihrem geringen Absatz nur einen kleinen Ofen betreiben. Der Fabrikant brennt in einem großen Ofen im Verhältniß zum cubischen Inhalt weit mehr Geschirre, als der Töpfer im kleinen Ofen. Da nun selbst unter den günstigsten Umständen wenigstens eben so viel der Wärme von den Mauern des Ofens absorbiert wird, als zum Brennen der Masse erforderlich ist, und wohl eben so viel Wärme unbenutzt entweicht, so ist es sicher, daß man in einem großen Ofen, der im Verhältniß zu seinem cubischen Inhalt weit weniger Mauerwerk erfordert, als ein kleiner Ofen, unendlich viel weniger Brennmaterial gebraucht. Es ist allerdings in Betracht zu ziehen, daß die in größten Massen producirten, ganz ordinären Geschirre bei ihrem billigen Preise keine hohen Transportkosten ertragen, und da es uns sehr an billigen Verkehrsmitteln fehlt, nicht beliebig weit versandt werden können. Die englische Industrie ist darin durch die zahlreichen natürlichen Wasserstraßen und Canäle, die das ganze Land wie ein Netz durchziehen, weit glücklicher gestellt. Trotzdem könnte aber eine größere Centralisation auch bei uns stattfinden, wenn mehr intelligente Kräfte sich dieses so interessanten Industriezweigs mit größeren Capitalanlagen bemächtigen wollten.

Sämmtliche Constructions der verschiedenen Vorrichtungen zum Brennen lassen sich in drei Hauptgruppen zusammenfassen. Diese sind:

A. Meilerartige Haufen, nur zum Brennen von Mauersteinen anwendbar, in denen die Steine mit abwechselnden Schichten von Brennmaterial aufgehäuft und durch seitlich angebrachte Oeffnungen in Brand gesetzt und geseuert werden. Die Haufen werden

a) nur aus lufttrocknen Steinen aufgeführt und äußerlich mit einer Lehmsschicht bekleidet, oder

b) mit massiven, permanenten Mauern, in denen Zug- und Schürböcher angebracht sind, umgeben.

B. Liegende Flammöfen mit getrenntem Feuer- und Brennraum, dabei liegt

a) die Feuerung unter dem Brennraum, dessen Boden durchbrochen ist, die Flamme entweicht durch in dem flachen, den Brennraum überspannenden Gewölbe angebrachte Oeffnungen;

b) die Feuerung neben oder vor dem Brennraum, die Flamme entweicht durch einen, an dem der Feuerung gegenüberliegenden Ende des Ofens angebrachten Schornstein.

C. Stehende Flammöfen und von diesen hat man zu unterscheiden:

a) einfache, mit einer seitlich angebrachten Feuerung und einem Brennraum;

b) einfache mit einer Feuerung und mehreren Brennräumen;

c) einfache mit mehreren Feuerungen und einem Brennraum;

d) zusammengesetzte mit mehreren Feuerungen und zwei bis vier Brennräumen.

Die nähere Beschreibung und Zeichnungen der einzelnen Oefen werden wir später bei der Behandlung der verschiedenen Arten der Thonwaaren, bei denen sie speciell angewandt werden, geben.

Das Einsetzen der Geschirre in den Ofen.

Das verschiedene Verhalten der Masse im Feuer macht es nöthig, fast für jeden besondern Zweig der Töpferei verschiedene Vorkehrungen beim Einsetzen zu treffen. Es ist dies erklärlich, wenn man bedenkt, welche Unterschiede zwischen dem roh gebrannten Mauerstein und dem feinen Tafelservice aus Porzellan bestehen. Je nach den verschiedenen Arten der Geschirre hat man beim Einsetzen folgende Momente zu beachten:

a) Man hat eine ganz ordinaire Masse, ohne Glasur, auf eine geringe Beschädigung der Form und auf Farbe braucht keine Rücksicht genommen zu werden (Backsteine, Ziegel u.);

b) ordinaire Masse mit bleiischer Glasur, bei sehr geringem Feuer gaar zu brennen (ordinaires Töpfergeschirr);

c) unschmelzbare Masse, entweder ohne Glasur, oder Glasur mit schwach bleiischen Zusätzen, oder Salzglastur durch Anflug (ordinaires Steinzeug);

d) eine genaue Erhaltung der Form ist wesentlich, Verunreinigungen durch Rauch, Asche u. dürfen nicht vorkommen, Masse ohne Glasur, erfordert starke Hitze, ohne dabei zu erweichen (die verschiedenen Fayencen beim Bisquitbrennen);

e) wie bei d nach dem Auftragen der Glasur, die Hitze ist geringer, aber die Stücke würden durch das Schmelzen der Glasur zusammenkleben, wenn keine Vorkehrungen getroffen wären, dies zu verhindern (Glattbrennen der Fayence);

f) die bei sehr starker Hitze erweichende Masse wird vor dem Auftragen der Masse nur so weit erhitzt, als sie ohne zu erweichen ertragen kann (Verglühn des Porzellans);

g) die mit der Glasur versehene Masse erfordert einen sehr hohen Hitzgrad, wobei sie anfängt zu erweichen (Glattbrennen des Porzellans).

Die von a—c werden meistens ohne alle weitere Vorkehrung so in den Ofen eingesetzt, daß sie möglichst dicht stehen, ohne jedoch den Zug zu hemmen. Die unglasierten Geschirre lassen sich nach dem Brennen dgm leicht ausnehmen, bei denen, die mit Glasur versehen sind, wird überall da, wo zwei Stücke einander berührten, ein Zusammenkleben stattfinden. Es ist daher in letzterem Falle eine der wichtigsten Aufgaben des Töpfers, die Geschirre so zu stellen, daß zwar möglichst viele davon in den Ofen zu bringen sind, dabei aber die nicht zu vermeidenden Berührungstellen möglichst einzuschränken. Die durch die Glasur an einander geklebten Stücke sind zwar, wenn das Einsetzen mit Vorsicht geschah und das Feuer nicht übertrieben wurde, leicht mit einem Messer zu trennen, indem man dieses in die Fugen einführt, es bleibt aber immer eine deutlich sichtbare

Stelle da zurück, wo diese Verfertigung stattfand. Bei ganz ordinären Geschirren ist dies unwesentlich. Bei besseren Geschirren ist es jedoch zu vermeiden und man stellt dann nur immer ein Stück neben das andere, trennt jedoch jede einzelne Schicht von der darüber befindlichen durch ein System von Thonplatten, welche gewissermaßen so viel Etagen im Ofen bilden, als Schichten von Geschirren über einander gesetzt werden müssen. Die Thonplatten sind von mäßiger Größe, viereckig und an den vier Ecken bogenförmig ausgeschnitten, so daß zwischen vier gegen einander gelegten Platten immer eine kreisförmige Oeffnung bleibt, um der Flamme Raum zu geben. Diese bogenförmigen Ausschnitte werden unnöthig, wenn man die Platten achteckig macht, wo dann zwischen vier gegen einander gelegten Platten immer eine viereckige Oeffnung bleibt. Durch thönerne Säulen von entsprechender Höhe werden die Platten so weit von einander entfernt gehalten, daß alle Geschirre frei zwischen ihnen stehen, ohne die Platten mit einem andern Theile als dem nicht glasirten Boden zu berühren.

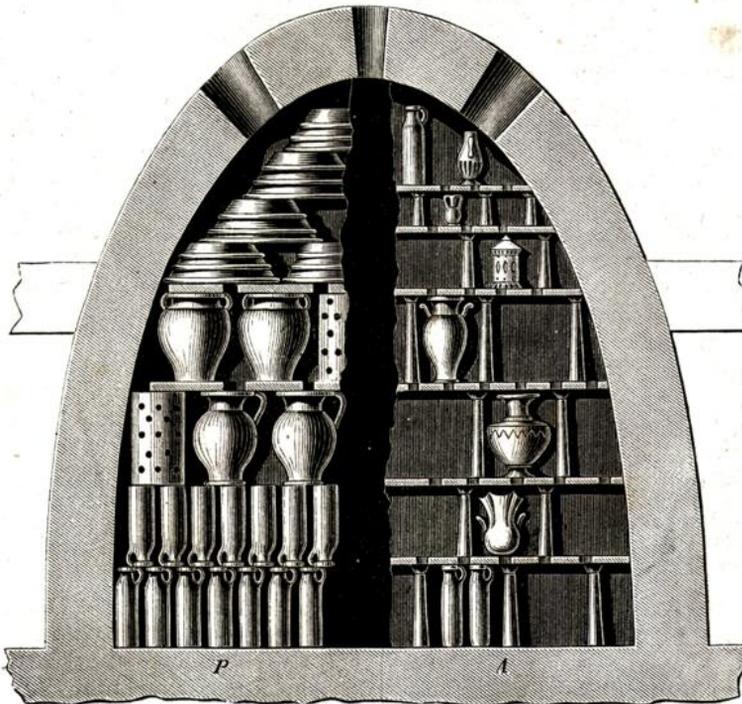
Beim Einsetzen ohne Platten ruht das ganze Gewicht der oberen Schichten auf den unteren; man muß daher dann die stärksten Stücke in die unteren Schichten bringen und die schwächeren nach oben, weil ohne diese Vorsicht die unteren zerdrückt werden würden und das Ganze zusammenstürzen müßte. Es ergibt sich schon daraus, daß die Höhe der Stapel nur eine beschränkte sein kann und daß demnach diese Art des Einsetzens sich auf liegende Brennösen beschränken muß. Wendet man

tragen. Fig. 1237 ist ein Querschnitt eines liegenden Steinzeugofens, in welchem an der einen Seite P die Geschirre ohne weitem Schutz, an der andern Seite A zwischen Platten und Säulen eingesezt sind.

Alle feineren Geschirre müssen, theils um ihre Farbe, theils um ihre Form zu erhalten, im Ofen geschützt werden. Man setzt sie zu dem Zweck in andere nach dem Füllen zu verschließende Gefäße, die von einer noch feuerbeständigeren Masse, als die darin zu brennenden Geschirre, gefertigt sein müssen. Diese Gefäße nennt man Kapseln. Ihre Form ist sehr verschiedenartig, stets jedoch so, daß eine Anzahl von Kapseln, über einander gesetzt, eine runde, ovale oder viereckige Säule bilden. Am meisten werden cylindrische Kapseln angewandt, der Boden der obern bildet dann zugleich den Deckel für die darunter stehende Kapsel. Ihr Boden besteht manchmal aus einer festen Platte, manchmal enthält er in der Mitte eine größere oder kleinere Oeffnung. Häufig fehlt der Boden ganz und es wird aus ringförmigen Kapseln eine hohle Säule gebildet, von denen nur die unterste einen Boden hat. Häufig läuft rings um die ringförmige Kapsel ein nach innen vorspringender Wulst, um Einsätze in die Kapsel einhängen zu können.

Die Zusammensetzung der Masse, aus der die Kapseln angefertigt werden, muß sich nach der Beschaffenheit der darin zu brennenden Geschirre richten und ist daher bei jeder Art verschieden. Sie muß aber sehr mager sein, um beim Brennen wenig zu schwinden, namentlich aber um häufigem Temperaturwechsel widerstehen zu können,

Fig. 1237.



Platten an, so ruht auf den Geschirren gar kein Gewicht, dieses wird ganz von den thönernen Säulen ge-

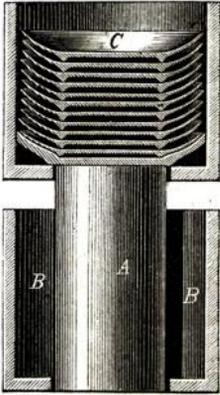
schädlich auf die Glasur einwirken, weil sie bei dem Streben des Thons, sich mit dem Kali oder Bleioryd

ohne zu zerspringen, damit man dieselben Kapseln häufig gebrauchen kann. Man fertigt sie daher in den meisten Fällen aus plastischem Thon mit einem möglichst großen Zusatz von gröblich gemahlenem Chamotte von Kapselmasse an. Der dazu zu gebrauchende Thon darf keine Sand- oder Kalkkörnchen enthalten, weil diese beim Brennen oft verknistern oder doch sich so ausdehnen, daß sie von der Oberfläche der Kapseln abspringen und auf die darin enthaltenen Geschirre fallen, wodurch die Glasur derselben verdorben wird. Um diese zu entfernen, muß der Thon sorgfältig geschlämmt werden. Bei einem übertriebenen Zusatz von Chamotte kann die Masse so mager werden, daß sie von selbst kleine Körnchen fallen läßt; es darf daher auch hierin ein gewisses Maß nicht überschritten werden. Für solche Geschirre, die mit ihrer Glasur gebrannt werden, wendet man gewöhnlich glasirte Kapseln an, um dadurch so viel sicherer das Abfallen von Körnern zu vermeiden und zu verhindern, daß die Wände der Kapseln

der Glasur zu verbinden, eine Verflüchtigung derselben herbeiführen würden.

Das Einsetzen aller Geschirre, deren Masse bei dem Temperaturgrade, welchem sie im Ofen ausgesetzt werden soll, nicht erweicht und die noch nicht mit Glasur bedeckt sind, also Porzellan beim ersten Brande u., ist sehr einfach. Für Teller z. B. wählt man eine runde Kapsel, die im Boden eine weite Oeffnung hat, *B* (Fig. 1238). Mittelfst dieser Oeffnung schiebt man sie über den cylindrischen Block *A*, der etwas höher als die Kapsel ist. Auf den Block kommt zunächst eine Unterlage von Kapselmasse und in diese ein Stoß Teller *C*. Der Boden der Unterlage ist so

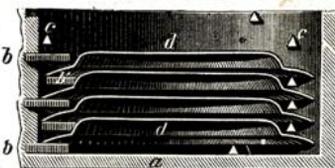
Fig. 1238.



groß, daß er die Oeffnung der Kapsel vollständig verschließt, wenn diese in die Höhe gezogen wird. Da die Unterlage die Teller trägt, so sind diese dann in der Kapsel eingeschlossen und können so in den Ofen geschafft werden. Bei dieser Art des Einsetzens in die Kapsel wird gar kein Raum verloren, da die Ränder der Teller bis dicht an die Kapselwände reichen. Eine Kapsel mit dichtem Boden müßte man wenigstens um so viel weiter machen, als erforderlich ist, um die Teller mit der Hand bis auf den Boden bringen und sie wieder herausnehmen zu können. Beim Entleeren dieser Kapseln wird wieder ebenso verfahren; man setzt sie auf den Holzblock, läßt die Kapsel daran herabgleiten und kann dann die ganz frei stehenden Teller abnehmen.

Würde man Geschirre aus nicht erweichender Masse, die aber mit Glasur bedeckt sind, auf dieselbe Weise einsetzen, so würden sie beim Schmelzen der Glasur unfehlbar sämtlich zusammengekittet werden. Um dieses zu vermeiden, sorgt man dafür, daß jeder einzelne Teller fast frei in der Luft schwebt und andere Geschirre nur von Untersätzen möglichst wenig berührt werden. Fig. 1239 wird das dabei angewandte Verfahren veranschaulichen. *a* ist die unten geschlossene Kapsel, in deren Seitenwände dreieckige Löcher *c* eingestochen sind, durch welche dreieckige Stifte *b* eingeschoben werden können. Drei solcher Stifte, die mit ihrer spitzen Kante nach oben gerichtet sind, tragen

Fig. 1239.

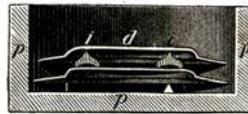


jedesmal einen umgekehrten Teller *d* und berühren ihn also nur an drei Punkten des Randes. Indem man die Löcher in der Kapselwand möglichst nahe über einander stellt, kann man eine große Anzahl Teller einsetzen. Es ist dabei jedoch nicht zu vermeiden, daß so viel

Raum verloren wird, als die Stärke der Stifte und die nöthige Entfernung derselben von den darunter befindlichen Rändern beträgt. Nachdem man am Boden der Kapsel drei Stifte horizontal eingeschoben hat, legt man auf diese den untersten Teller; dicht über dem Rande kommen wieder drei Stifte und auf diese der zweite Teller u. s. f., bis die ganze Kapsel gefüllt ist.

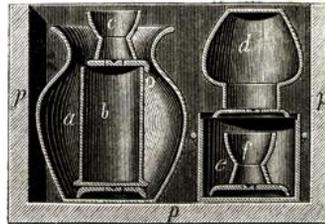
Hier werden die Berührungsstellen durch Linien gebildet, die um so länger werden, je flacher die Ränder der Teller sind. Um diese Berührungsstellen noch zu verkleinern, hat man eine andere Methode des Einsetzens. Man läßt die Teller nicht mehr am Rande, sondern am Boden von drei scharfen Spizen tragen, wie Fig. 1240

Fig. 1240.



p ist die Kapsel, *i* sind die Spizen, welche die Teller *d* trennen. Hohlwaaren werden, so weit es ihre Gestalt zuläßt, in einander geschachtelt und durch abgeschliffene Unterlagen, die ebenfalls nur drei möglichst spitze Füße haben, von einander getrennt. Von den Geschirren *abcdef* (Fig. 1241) stehen *a* und *e* mit ihrem

Fig. 1241.



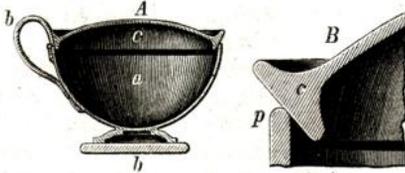
Boden auf dem Boden der Kapsel *p*, in *a* steht *b* und auf diesem *c*; *c* ist von *b* und *b* von *a* durch eine Unterlage *o* getrennt, ebenso ist *f* auf einer Unterlage in *e* eingesetzt und der Hals der Wase *d* ruht auf einer Unterlage auf *e*.

Beim Einsetzen der beim Brennen erweichenden und mit Glasur bedeckten Geschirre, also dem echten Porzellan beim Glattbrennen, hat man noch weit größere Vorsichtsmaßregeln zu treffen. Jedes einzelne Stück muß vom andern vollkommen getrennt sein, jeder Boden muß auf einer geschliffenen Unterlage ruhen, alle stark hervorspringenden Theile müssen durch Stützen gehalten werden, damit beim Schwinden im Feuer keine Verzerrung stattfindet. Ueberall da, wo eine Berührung mit Unterlagen und Stützen stattfindet, nimmt man nicht allein die Glasur fort, sondern bringt außerdem einen dünnen Ueberzug von nicht schmelzbarer Masse, feinem Sand oder Kaolin an, um das Zusammenkleben zu verhüten. Die von ihrer Glasur so entblößten Stellen erscheinen nach dem Brennen matt; um dieses zu vermeiden, schleift man sie an diesen Stellen auf der Polirmaschine und bringt dort Vergoldung an, die später in der Muffel eingebrannt wird.

Fig. 1242 *A* zeigt die Art, wie man durch die deckelförmige Stütze *c* das Verwerfen des Randes der Tasse *a* verhindert, die Unterlage *b* trägt die Tasse und verhindert zugleich das Verziehen des Fußes. In Fig. 1242 *B* ist ein Theil der Deckelstütze in größerem Maßstabe

gezeichnet; sie ist, wie daraus deutlich zu sehen ist, an der Stelle, wo sie den Rand der Tasse *p* berührt, ringsherum abgeschragt. Beim Schwinden wird sie daher

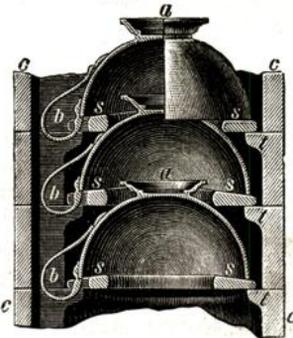
Fig. 1242.



etwas in die Tasse hinabgleiten und so den Rand immer rund erhalten.

Um Raum zu ersparen, pflegt man sehr häufig die Tassen umgekehrt, mit dem Boden nach oben gerichtet, einzusetzen, da man dann den Boden der untern Tasse in den Bauch der obern hineinragen lassen kann. Fig.

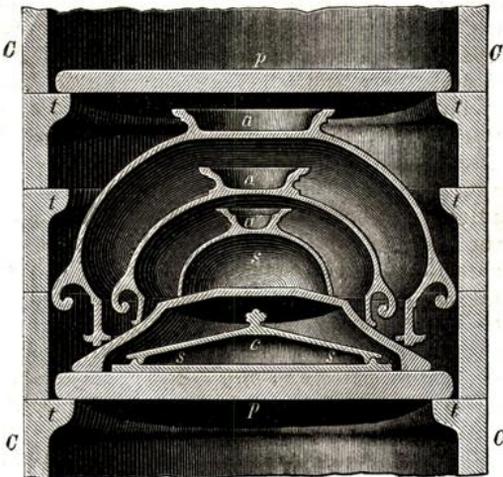
Fig. 1243.



1243 giebt diese Art des Einsetzens. Die Kapseln *c* sind ringförmig, ohne Boden und tragen oben eine Leiste *t*, auf welcher die Unterlage *s* ruht. Die letztere hat in der Mitte einen weiten runden Ausschnitt, durch welchen der Fuß *a* der Tassen geht, und außerdem an der Seite einen länglichen Ausschnitt, der den Henkel *b* aufnimmt.

Große Geschirre, wie Suppenterrinen u. dergl., werden ebenfalls mit der Oeffnung nach unten auf eine conische Stütze eingesetzt, welche die Verzerrung verhindert. Fig. 1244 zeigt eine mit Terrinen von verschiedener Größe gefüllte Kapsel. Um die nöthige Höhe zu

Fig. 1244.

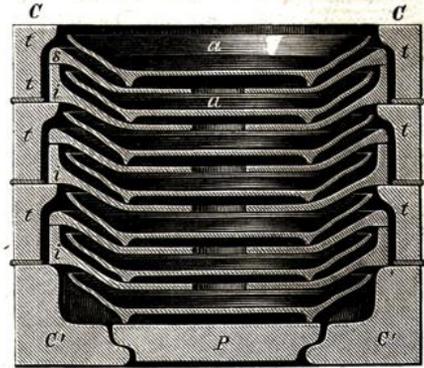


bekommen, setzt man mehrere ringförmige Kapseln über einander, legt auf die Randleiste *t* der untern eine massive Platte und auf diese zunächst die geschliffene Unter-

lage *s*, welche ringsherum eine Leiste hat, die so hoch ist, daß sie gerade um den Falz des großen Deckels *c* greift und diesen somit stützt. Ueber den Deckel stülpt man die große Unterlage *S*, die so geformt ist, daß die Ränder der drei Terrinen *a'a'a* darauf ruhen können.

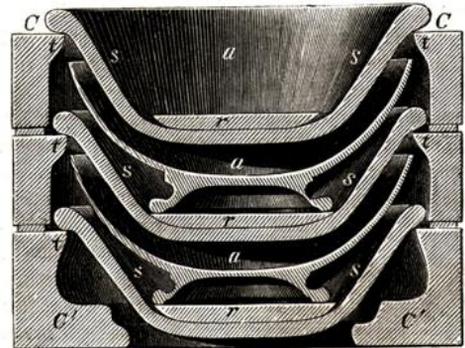
Teller u. dergl. müssen jeder eine eigene Kapsel erhalten. Um aber auch hier an Raum zu sparen, hat man eine sehr sinnreiche Vorkehrung getroffen, die in Fig. 1245 dargestellt ist. Auf die Unterlage *P* in der

Fig. 1245.



untersten Kapsel stellt man zunächst einen Teller, darauf legt man auf die Leiste der Kapsel eine zweite Unterlage *i*, die so geformt ist, daß sie mit ihrem untern Theile bis in die Wölbung des untersten Tellers hinabreicht; in diese kommt der zweite Teller und auf den Rand der Unterlage ein Deckel *s*, der zugleich als Unterlage für den dritten Teller dient. In der zweiten ringförmigen Kapsel *t* sind somit zwei Teller enthalten, ebenso werden die dritte, vierte Kapsel und alle übrigen gefüllt. Ganz ähnlich verfährt man bei Salatschalen u. dergl., die so hoch sind, daß jede einzelne zwei Kapseln füllen würde. Die Schalen *a* (Fig. 1246)

Fig. 1246.



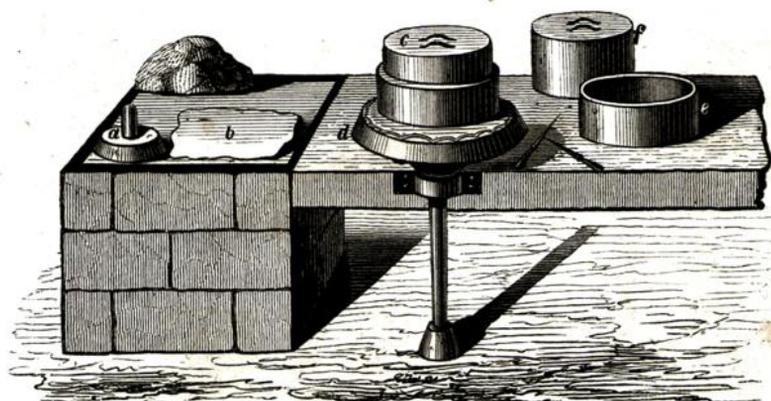
stehen auf ihren Unterlagen *r* in entsprechend geformten Behältern *s*, die auf den Leisten *t* der Kapseln *C* so hängen, daß ihr Boden bis in die Mitte der unteren Schalen hinabreicht.

Die Kapseln selbst werden, sobald sie eine geschweifte Form haben, über Gipsformen auf der Drehscheibe aus Lappen geformt und mit der Schablone abgedreht. Die einfachen cylindrischen oder ovalen

Kapseln werden ebenfalls aus Lappen über einer Trommel geformt, wie Fig. 1247 zeigt. Die sorgfältig getretene und geknetete Masse wird auf einem Steintisch mit dem Schlägel *a* zu einem flachen Lappen *b* von der Stärke

des Stoßes auf der untersten Kapsel ruht, so darf man die Höhe nicht zu groß nehmen, damit die unteren Kapseln nicht zerdrückt werden. Je besser daher die Kapselmasse ist, um so höher kann man die Stöße machen.

Fig. 1247.



des Kapselbodens ausgetrieben und dieser auf die Handscheibe *d* gelegt. Auf denselben stellt man die hölzerne Trommel *c* und legt um diese einen Lappen von der Größe, daß seine Breite der Höhe, seine Länge dem Umfang der Kapsel entspricht. Durch sorgfältiges Andrücken werden zunächst die beiden Ränder des Lappens vereinigt und bilden dann einen runden oder ovalen Ring. Darauf nimmt man den überragenden Theil des Bodens in die Höhe und drückt ihn gegen die durch den Ring gebildeten Seitenwände, während man mit der linken Hand die Handscheibe bewegt, um der Rechten alle Theile zuzuführen. Diese Handscheiben, die sehr vielfach gebraucht werden, haben im Wesentlichen dieselbe Construction wie die Drehscheiben; sie haben oben eine Platte, die auf einer verticalen, drehbaren Spindel befestigt ist. — es fehlt natürlich die Tretscheibe. *e* ist die fertige Kapsel, *f* die Trommel, über welche sie geformt wurde. Nachdem die Kapseln angetrocknet sind, bringt man sie auf die Handscheibe zurück und sucht sie durch Schlagen möglichst zu verdichten, indem man ein Brett von der innern Form der Kapsel an einem Griff hineinhält und gegen die Wand drückt, während man von außen anhaltend gelinde Schläge mit einem hölzernen Hammer gegen die von dem Brette innen unterstützte Wand führt.

Beim Einsetzen der Kapseln in den Ofen legt man auf jeden einzelnen Rand einen runden Streifen Masse, der auf der Henklerlepreße geformt wird und aus plastischem Thon mit einem möglichst großen Zusatz von Sand besteht. Durch das Gewicht der zweiten Kapsel wird der Streifen platt gedrückt und bewirkt dadurch einen absolut dichten Schluß der Fugen, so daß kein Rauch in dieselben eindringen kann, ohne die Fugen bei der großen Magerkeit der Masse jedoch so zu verkitzen, daß nicht alle Kapseln nach dem Brennen leicht wieder zu trennen sein würden.

Die Kapseln werden so hoch über einander gesetzt, als es der Ofen und ihre Masse erlaubt. Jede Kapselreihe nennt man einen Stoß. Da das ganze Gewicht

durchbrochene Wand von Steinen vor den Gefirren aufzuführen. Es entsteht dadurch natürlich ein nicht unbedeutlicher Wärmeverlust. Dieser läßt sich in den meisten Fällen dadurch vermeiden, daß man vorn in den Ofen solche Gefirre bringt, die eine sehr starke Hitze erfordern, während in den hintern Theil leichter gaar zu brennende kommen. In den mehrschürigen Ofen ist die Temperatur gleichförmiger, weil die Hitze aus mehreren rings um den Umkreis des Ofens vertheilten Feuerungen in denselben einströmt. Aber auch hier sind die den Feuerstellen zunächst liegenden Theile weit heißer als der Mittelpunkt. Man benutz dieses häufig, um gleichzeitig in denselben Ofen verschiedenartige Massen zu brennen, von denen die, die am meisten Hitze bedürfen, in die Nähe der Feuerungen, die, die leichter brennen, entfernter davon gestellt werden. Kann man dieses nicht einrichten, so stellt man die Kapseln, welche verhältnißmäßig dickwandige Gefirre enthalten, wie Teller u. dergl., in den äußern Kreis und schützt diese noch an der dem Feuer zugekehrten Seite durch Bruchstücke von unbrauchbar gewordenen Kapseln, während alle hohlen Waaren, wie Tassen u., mehr in die Mitte des Ofens kommen.

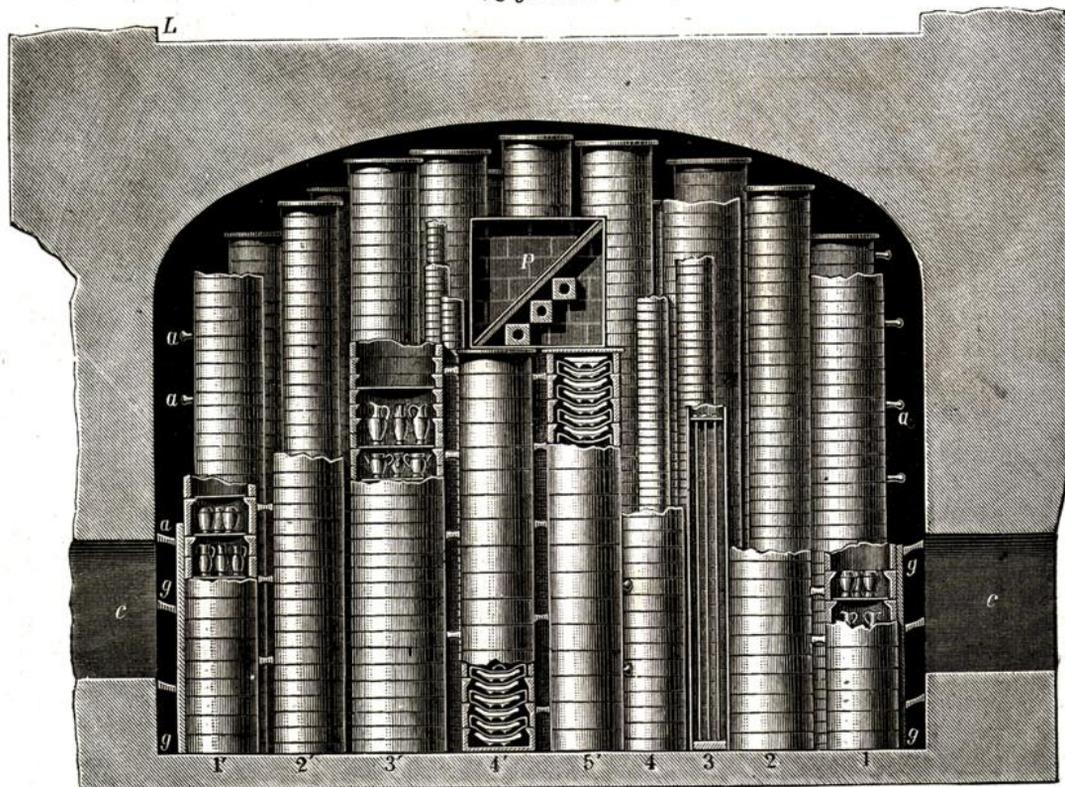
Der Boden des Ofens wird zuerst mit Sand oder grob gemahlenem Quarz bestreut, um ein Ankleben der untersten Kapseln zu verhüten, dann stellt man die einzelnen Kapseln lothrecht über einander. Dabei müssen die einzelnen Stöße immer so weit von einander entfernt gehalten werden, daß die Flamme sie überall frei umspülen kann. Von der richtigen Stellung der Stöße hängt ganz und gar das Gelingen des Brandes ab, denn sobald diese zu nahe oder auch nur an einzelnen Theilen des Ofens zu nahe stehen, so wird der Zug gehemmt und ein gleichförmiges Brennen wird unmöglich.

Die umstehende Fig. 1248 giebt eine Ansicht des mit Kapseln gefüllten Porzellanofens. Die einzelnen Stöße, von denen einige durchbrochen sind, um die darin enthaltenen Gegenstände zu zeigen, sind mit 1 bis 5 bezeichnet. In der Zeichnung sind nicht nach dem beschriebenen Verfahren die Teller u. s. w. in die Nähe

der Feuerungen *cc* gestellt; *gg* sind die Bruchstücke, welche die äußersten Kapseln gegen das zu starke Feuer schützen; *a* sind ebenfalls Kapselscherben, die mit plastischer Masse an die äußeren Wände der Kapseln ge-

fittet werden, um die einzelnen Stöße von einander getrennt zu halten und um dem Ganzen mehr Festigkeit zu ertheilen.

Fig. 1248.



Classification der Thonwaren. Der so sehr verschiedene Charakter der Thonwaren scheint eine genaue Classification schwierig zu machen, und doch ist eine solche dringendes Bedürfnis, wenn man die Fabrication beschreiben, wenn man die einzelnen Sorten kennen lernen will. Einer der ersten Versuche zu einer solchen systematischen Eintheilung wurde von Brongniart*) gemacht und diese, wenngleich von anderen Schriftstellern mehrfach modificirt, genügt doch für die meisten Zwecke vollkommen. Er theilt sie in drei große Classen und neun Abtheilungen, nämlich:

Erste Classe: Weiche, mit dem Messer rigbare, thonig-sandige, kalkhaltige Masse, im Porzellanofen schmelzend.

Erste Abtheilung: Schwach gebrannte Masse mit matter Oberfläche, ohne alle Glasur.

Beispiele: Backsteine, Baumaterialien der verschiedensten Art, Drainröhren etc.

Zweite Abtheilung: Schwacher Glanz (Lustre) durch ein alkalisch-erdiges Silicat. Der Glanz

ist entweder durch Poliren, oder durch etwas verstärktes Feuer, also durch anfangende Schmelzung hervorgebracht.

Beispiele: Antike Geschirre.

Dritte Abtheilung: Aehnliche oder dieselbe Masse wie in der ersten und zweiten Abtheilung, mit bleischer Glasur.

Beispiel: Gewöhnliche Töpfergeschirre.

Vierte Abtheilung: Emailirte Geschirre mit zinnoxydhaltiger Glasur.

Beispiel: Gemeine Fayence.

Zweite Classe: Harte, undurchsichtige, thonig-kieselige Masse, mit dem Messer nicht rigbar, unschmelzbar.

Fünfte Abtheilung: Farblose Masse mit bleischer Glasur.

Beispiel: Feine Fayence.

Sechste Abtheilung: Farbige Masse ohne künstliche Glasur oder mit einem erdig-alkalischen Silicat glastirt.

Beispiel: Steinzeug.

Dritte Classe: Harte, durchscheinende, Alkalien enthaltende, thonig-kieselige Masse, im stärksten Feuer erweichend.

*) Das vortreffliche Werk von Brongniart (Traité des arts céramiques, Ed. II. par Salvétat, Paris 1854) habe ich vielfach benutzt, ihm sind fast alle hier verwandten Zeichnungen entnommen. St.

Siebente Abtheilung: Kaolinhaltige Masse mit feldspathiger Glasur.

Beispiel: Gutes Porzellan.

Achte Abtheilung: Masse aus Kaolin, weißem Thon, Knochenerde, mit bleiischer, borsäurehaltiger Glasur.

Beispiel: Englisches weiches Porzellan.

Neunte Abtheilung: Masse aus einer Glasfritte mit Thonzusatz, mit bleiischer Glasur.

Beispiel: Französisches künstliches weiches Porzellan.

Wenngleich sich wohl in diesen neun Abtheilungen die meisten Thonwaaren unterbringen lassen, so bietet doch in manchen Fällen diese Classification einige Uebelstände dar. So sind z. B. die scharf gebrannten Bausteine der Holländer und Ostfriesen, die aus einem kalkhaltigen Thon gemacht sind und durch übertrieben starke Feuerung einen hohen Grad von Härte erlangt haben, kaum unterzubringen. Nach der Masse, aus der sie angefertigt sind, gehören sie entschieden in die erste oder zweite Abtheilung der ersten Classe; ihrem Härtegrade nach jedoch in die zweite Classe, während sie wieder dem Charakter dieser Classe, der unsmelzbaren Masse, nicht entsprechen. Ebenso kann man der Porzellanmasse, je nach der Temperatur, der man sie aussetzt, fast alle beliebigen Eigenschaften geben. Man kann daraus anfertigen:

- 1) weiche rigbare Geschirre, wenn man das Brennen nach dem schwachen Verglühen unterbricht;
- 2) feine Fayence, nach sehr starkem Verglühen;
- 3) Steinzeug, wenn die Erhitzung nicht stärker als bis zum Erweichen des Feldspath's getrieben wird;
- 4) Porzellan, wenn man sie dem schärfsten Feuer aussetzt.

Um diesen Uebelständen abzuhelpen, führte Salvétat eine neue Classification ein (Leçons des arts céramiques. Paris 1857). Er theilt zunächst alle Geschirre in einfache und zusammengesetzte; die ersteren umfassen alle nicht glasierten Thonwaaren, gleichviel ob sie fertiges oder unfertiges Product seien; es gehören daher alle verglühten oder einmal gebrannten Massen (Bisquit) vor dem Glasiren hierher. Unter zusammengesetzten Geschirren versteht er alle glasierten Waaren. Die Glasuren theilt er je nach dem Vorwalten eines Bestandtheils oder je nach dem Vorkommen eines sie charakterisirenden Bestandtheils in: alkalische, bleiische, zinnorydhaltige, erdige, borsäurehaltige. Die physikalischen Eigenschaften der Masse bilden die Abtheilungen und Unterabtheilungen.

Erste Classe: Einfache Geschirre.

Erste Abtheilung: Undurchsichtige Masse.

Erste Unterabtheilung: Weiche Masse.

- a) Kohlige, wasserhaltige Masse.
Ganz schwach gebrannte celtische Geschirre.
- b) Quarzige Masse.
Alte gallische und skandinavische Geschirre.
- c) Sandige Masse.
Backsteine, Terracotta.
- d) Mergelige Masse.
Terracotta, altrömische Geschirre.

e) Kalkhaltige Masse.
Ordinaire Fayence.

Zweite Unterabtheilung: Halbharte Masse.

- a) Kohlige Masse.
Alle durch Kohle (schwarz gefärbten) Geschirre.
- b) Thonige Masse.
Thonpfaffen.

Dritte Unterabtheilung: Harte Masse.

- a) Feuersteinhaltige Masse.
Das englische Flintware.
- b) Eisenhaltige Masse.
Ordinaires Steinzeug.
- c) Feldspathhaltige Masse.
Feines Steinzeug.

Zweite Abtheilung: Harte durchscheinende Masse.

- a) Kaolinhaltige Masse.
Porzellan.
- b) Phosphorsäurehaltige Masse.
Weiches englisches Porzellan.
- c) Gefrittete Masse.
Weiches französisches Porzellan.
- d) Thonig = feldspathige Masse.
Englische Sculpturmasse, Parian.
- e) Feldspathige Masse.
Eine besondere Art von Knöpfen aus der Fabrik von Baptesse.

Zweite Classe: Zusammengesetzte Geschirre.

Erste Abtheilung: Undurchsichtige Masse.

Erste Unterabtheilung: Weiche Masse.

- a) Quarzige Masse.
Glasur: Alkalisch.
Bleiisch.
Zinnorydhaltig.
Borsäurehaltig.
Alkalisch = erdig.
- b) Sandige Masse.
Glasur: Alkalisch.
Aegyptische Figuren.
Bleiisch.
Glasirte Ziegel.
Zinnorydhaltig.
Arabische Fayence.
Borsäurehaltig.
Persische Thonwaaren.
Alkalisch = erdig.
Fliesen in arabischen Moscheen.

- c) Mergelige Masse.
Glasur: Alkalisch.
Italienisch-griechische, römische Töpferien.
Bleiisch.
Gewöhnliches Töpfergeschirr.
Zinnorydhaltig.
Weiße Ofenkacheln.
Borsäurehaltig.
Fayencen aus der Fabrik Saargemündt.
Alkalisch = erdig.
Einzeln gewöhnliche Töpfergeschirre.

d) Kalkhaltige Masse.

- Glasur: Alkalisch.
Bleiisch.
Terracotta von Beauvais.
Zinnorydhaltig.
Gewöhnliche Fayence.

Vorsäurehaltig.
Alkalisch = erdig.

Zweite Unterabtheilung: Halbhartes Masse.

a) Thonige Masse.

Glasur: Alkalisch.

Mexicanische Vasen.

Bleiisch.

Fayence Henry II.

Zinnorydhaltig.

Gewisse Fayencesorten (Terre de pipe émaillé).

Vorsäurehaltig.

Fayence von Rubelles.

Alkalisch = erdig.

Scharf gebrannte Ziegel, Klinker.

b) Feuersteinhaltige Masse.

Glasur: Alkalisch.

Fayence der Gebr. Ellers.

Bleiisch.

Cream colour der Engländer.

Zinnorydhaltig.

Feine Fayence von Luneville.

Vorsäurehaltig.

Flintware der Engländer.

Alkalisch = erdig.

c) Eisenhaltige Masse.

Glasur: Alkalisch.

Gewöhnliches Steinzeug mit Salzglasur.

Bleiisch.

Gewöhnliches glasirtes Steinzeug.

Zinnorydhaltig.

Chinesisches u. japanisches Steinzeug.

Vorsäurehaltig.

Gewöhnliches englisches Steinzeug.

Alkalisch = erdig.

Gewöhnliches Steinzeug mit einem Bezug von schmelzbarem Thon, Buntlauer Geschirr.

d) Thonerdereiche Masse.

Glasur: Alkalisch.

Feines englisches Steinzeug.

Bleiisch.

Feines englisches Steinzeug.

Zinnorydhaltig.

Gewisse Arten von Chinesischem Steinzeug.

Vorsäurehaltig.

Feines englisches Steinzeug.

Alkalisch = erdig.

Feines Steinzeug, mit schmelzbarem Thon glasirt.

Zweite Abtheilung: Durchscheinende Masse.

a) Kaolinmasse,

Glasur: Alkalisch.

Bleiisch.

Gewisse Sorten von Chinesischem Porzellan.

Zinnorydhaltig.

Gewisse Sorten von Chinesischem Porzellan.

Vorsäurehaltig.

Gewisse Sorten von Porzellan von Sevres, Nachahmung Bernard Palissy's.

Alkalisch = erdig.

Alles echte Porzellan.

b) Phosphorsäurehaltige Masse.

Glasur: Alkalisch.

Bleiisch.

Weiches englisches Porzellan aus früheren Zeiten.

Zinnorydhaltig.

Vorsäurehaltig.

Weiches englisches Porzellan der neuern Zeit.

Alkalisch = erdig.

c) Gefrittete Masse.

Glasur: Alkalisch.

Perlisches Porzellan.

Bleiisch.

Früheres Porzellan von Sevres.

Zinnorydhaltig.

Porzellan von Chantilly (1735).

Vorsäurehaltig.

Weiches Porzellan von Tournay.

Alkalisch = erdig.

d) Thonig-feldspathige Masse.

Glasur: Alkalisch.

Bleiisch.

Glasirtes Barian.

Zinnorydhaltig.

Vorsäurehaltig.

Englisches Barian.

Alkalisch = erdig.

Glänzendes englisches Barian.

Wenngleich die Eintheilung nach Salvétat viele Vortheile bietet, indem nicht allein alle Gattungen der bekannten Thonwaaren, sondern auch manche bis jetzt noch nicht eingeführte Modificationen darin untergebracht werden können, so wollen wir doch im Folgenden die Classification nach Brongniart zu Grunde legen und werden darin alles Nöthige einzureihen suchen. Wir müssen uns darauf beschränken, nur die wichtigsten Zweige der Töpferei hier zu beschreiben, und alle außer-europäischen und nur geschichtlich interessanten Fabrikationsmethoden übergehen. Ebenso werden wir, um eine endlose Zerstückelung des Materials zu vermeiden, solche Gegenstände, die nur durch ein abweichendes Fabrikationsverfahren verschiedene Eigenschaften erlangen, gemeinschaftlich beschreiben. So werden wir Alles, was auf Backsteinfabrikation Bezug hat, zusammen abhandeln, ohne zu berücksichtigen, daß die sogenannten feuerfesten Steine in die zweite, die gewöhnlichen in die erste Classe gehören. Es ist dies allerdings ein Fehler gegen das System, aber gewiß ein sehr zu rechtfertigender Fehler. Da wir in dem vorhergehenden allgemeinen Theil schon fast alles auf Manipulationen zc. Bezüglich gegeben haben, so können wir in dem Folgenden dieses als bekannt voraussetzen und nur kurz darauf verweisen.

Erste Classe. Erste Abtheilung. Allgemeiner Charakter: poröse, lockere Masse, manchmal nicht gleichförmig, weich, leicht ritzbar, meist schwach gebrannt und von dumpfem Klang. Nimmt in höherer Temperatur weder die Härte noch die dichte Beschaffenheit des Steinzeugs an. In den meisten Fällen ohne alle Glasur.

Die Masse besteht aus Töpferthon, Thonmergel,

Lehm. Die Zubereitung ist höchst einfach und besteht meistens im Treten und Kneten, selten findet ein Schlamm des Thons Statt.

Der Thon wird durch Zusatz von Sand, Chamotte, Kohlenklein, Steinkohlenschlacken entsettet.

Eine künstliche Glasur, wenn solche angewandt wird, ist stets bleiisch (glasirte Dachziegel u.).

Auf die Fabrikation wird verhältnißmäßig wenig Sorgfalt verwandt. Das Formen geschieht mit der Hand, in Formen von Holz oder Gips, oder mit Maschinen.

Die Temperatur beim Brande variirt von der geringsten Erhitzung bis fast zur Gaarbrennhitze des Steinzeugs.

Die Oefen sind der mannigfachsten Art, Meiler, viereckige offene Oefen, Flammöfen. Als Brennmaterialien werden Steinkohlen, Torf, Holz angewandt.

Die erste Abtheilung umfaßt alle im Baufach gebrauchten Gegenstände, Steine, Dachziegel, architektonische Verzierungen, alle Wasser- und Luftleitungsrohren, soweit sie nicht aus Steinzeugmasse bestehen.

Mauersteine. Die aus Thon geformten Steine bilden in vielen Gegenden das einzige Baumaterial; zum Glück hat die Natur wohl überall da, wo es an Bruchsteinen fehlt, für reiche Thonlager gesorgt, die der Mensch nur auszubeuten und für seine Bedürfnisse zubereiten braucht. Bei den verschiedenen Verwendungen der Steine im Baufach kann man folgende Anforderungen an sie stellen. Sie müssen so geformt sein, daß sie sich leicht in richtigen Verband bringen lassen. Sie sollen für gewöhnlichen Bau nicht übermäßig schwer sein, ein lockeres Gefüge haben, porös, doch unter dem Hammer in der Richtung des Schlagens brechen. Soweit es möglich ist, sollen sie von gleichmäßiger Farbe und von gleichmäßiger Form, an allen Ecken scharfkantig sein. Der letztere Punkt ist aber nur bei besonders vorfichtiger Fabrikation zu erreichen; man muß solche Anforderungen aber an Gesteinssteine bei Rohbauten stellen, diese bilden dann die einfachsten architektonischen Verzierungen. Für Gewölbeconstruction wendet man gern möglichst leichte, sehr poröse Steine an, dagegen für Wegbauten möglichst dichte, im Feuer halb verglaste Steine. Für Wasserbauten sind ebenfalls feste, im Wasser nicht zerfallende Steine erforderlich. Endlich zur Construction von Oefen, die einer hohen Temperatur ausgesetzt werden müssen, solche Steine, die den höchsten Hitzgraden dieser Oefen widerstehen, ohne zu erweichen, und selbst durch Flugasche und die in den Oefen enthaltenen Substanzen nicht angegriffen werden.

Zu den gewöhnlichen Mauersteinen ist fast jeder Thon gut genug. Er darf nicht zu fett sein, weil er sonst beim Brennen zu dicht werden und zu sehr schwinden würde; man verwendet daher vielfach einen sehr mageren Thon oder Lehm, Thonmergel u. dergl. Die Qualität des Thons gewinnt sehr, wenn man ihn während des Winters an der Luft liegen und durch Frost und Einwirkung der Luft verwittern lassen kann. Dies ist jedoch nur in seltenen Fällen ausführbar, da dadurch zu hohe Ausgaben an Tagelöhnen herbeigeführt werden; meistens verarbeitet man den Thon so wie er aus der Grube kommt, oder selbst die thonige Erde,

welche man beim Ausgraben der Fundamente, auf der Stelle selbst, wo die aus den zu formenden Steinen zu errichtenden Häuser stehen sollen, gewinnt. Die Vorbereitungen des Thons sind der einfachsten Art und beschränken sich meistens auf ein Anfeuchten, Einstampfen und Treten, wobei gelegentlich die größten Verunreinigungen entfernt werden.

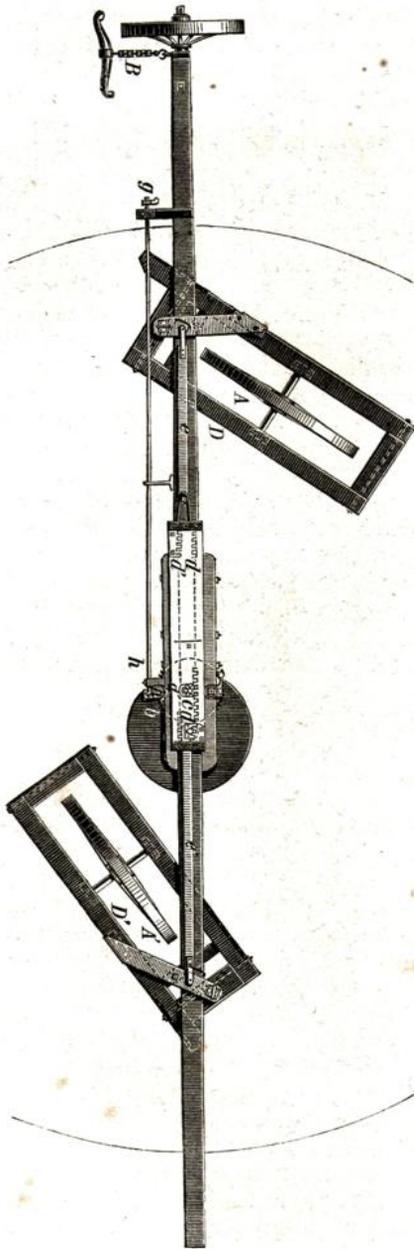
Um die Kosten des Treten zu verringern, hat man in neuerer Zeit eine Maschine eingeführt. Sie ist in Fig. 1249 dargestellt. Sie wurde von Claussen in Schleswig erfunden und diesem für Hannover und andere Länder patentirt; sie ist durch Herrn E. F. Grahn, Ingenieur der neuen hannoverschen Eisengießerei in Hannover, zu beziehen. Sie besteht im Wesentlichen aus zwei schweren eisernen Rädern AA' , die durch einen Mechanismus auf der etwas in der Erde vertieften, aus Mauersteinen angefertigten Bahn, worauf der zu bearbeitende Thon ausgebreitet wird, in continuirlichen spiralförmigen Linien bewegt werden, wodurch nach und nach die ganze Masse des Thons ihrem Druck ausgesetzt wird. Der Thon wird dadurch gleichmäßig geknetet und gröbere Steine zerdrückt; eine Reinigung, die auch selten nöthig ist, kann aber dadurch nicht ausgeführt werden. Die Bewegung wird durch ein bei B angespanntes Pferd, welches im Kreise um die Bahn geht, ausgeübt. Der Drehpunkt der Maschine liegt bei C . Ein starker hölzerner Pfahl E ist in die Erde eingerammt und trägt oben eine eiserne Axt, auf der das kleine Triebrad a aufgezogen ist, in welches ein größeres Zahnrad b eingreift, und dieses trägt auf seiner Axt das kleine Rad c , welches in eine doppelte Zahnstange d faßt. Diese Zahnstange ist an beiden Enden durch eine eiserne Stange ee' verlängert bis zu dem Punkte ff' , wo sie an dem Rahmen DD' befestigt ist, der das Rad AA' trägt. Um sich den Gang der Maschine zu verdeutlichen, denke man sich die beiden Räder AA' einfach durch eine durch die Punkte fee' gehende Axt verbunden, deren Mittelpunkt in dem kleinen Rade c liegt. Würde die Axt nur um den Punkt c bewegt, so würden die beiden Räder sich im Kreise drehen. Nun ist aber der Punkt c bei der Maschine nicht constant. Indem dieses Rad durch den Mechanismus ab gedreht wird, greift es in die Zahnstange d und verschiebt mithin beständig den Drehungspunkt in seitlicher Richtung, in Folge dessen das Rad A sich immer mehr in spiralförmigen Linien dem Mittelpunkt nähern, das Rad A' sich mehr entfernen muß, deren Intervall um so kleiner ist, je feiner die Zahnung des Rades c und der Stange d . Wenn das Rad c bis an das Ende der Zahnung der Stange gekommen ist, wird das Rad A dem Drehungspunkte am nächsten, das Rad A' am entferntesten sein. Man braucht dann nur mittelst des Handgriffs i die Stange gh etwas zu drehen, um die Zahnstange d aus dem Rade c auszulösen und dafür die Zahnstange d' damit in Verbindung zu bringen, und den Gang der Räder umzukehren, um das Rad, welches dem Mittelpunkt am nächsten gekommen war, wieder wachsende Spirallinien machen zu lassen.

Die Bearbeitung des Thons geschieht mit dieser Maschine auf eine leichte Weise und ist durchaus vollkommen genug für alle gewöhnlichen Mauersteine. Wir

sahen diese Maschine in Thätigkeit und können sie nur empfehlen.

Das Formen der Steine geschieht entweder mit der Hand oder mit Maschinen. Zum Handsformen dient

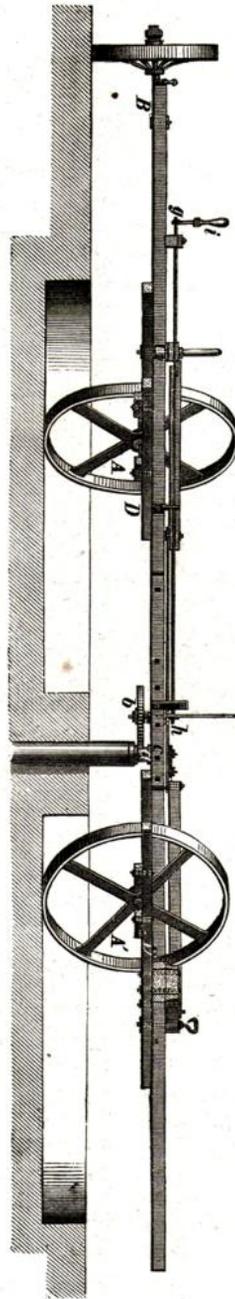
Fig. 1249.



ein hölzerner Kasten ohne Boden, dessen Seitenwände der Höhe, Breite und Länge der Steine entsprechen. Der Arbeiter hat einen Tisch von bequemer Höhe vor sich, an dessen rechter Seite ein Kasten mit dem zubereiteten Thon, zur Linken ein Gefäß mit Wasser sich befindet. Die Form wird in das Wasser getaucht, ein

Ballen Thon von der erforderlichen Größe ergriffen und mit solcher Gewalt in die Form geworfen, daß er sich hinreichend darin ausglättet und in alle Ecken derselben eindringt, worauf das Ueberflüssige oben mit einem Eisen oder einem hölzernen Spatel abgestrichen wird. Um dieses rasch ausführen zu können, muß der Thon eine entsprechende Weichheit haben. Die gefüllte Form wird seitwärts über die Kante des Tisches geschoben, wo ein Gehülfe ein Brett hält, auf welchem der Stein liegen bleibt, sobald die Form in die Höhe gezogen wird. Der nasse, weiche Stein wird zum Trocknen flach auf einen geebneten, mit Sand bestreuten Platz gelegt und verweilt daselbst, der freien Luft ausgesetzt, so lange bis er hinreichend abgetrocknet ist, um sich auf die hohe Kante stellen zu lassen. Die Steine werden anfangs einzeln aufgerichtet, später, wenn sie hinreichend Festigkeit erlangt haben, mehrfach über einander geschichtet und Reihen daraus gebildet, in denen je zwei Steine immer nur die Hälfte einer Steinstärke von einander entfernt bleiben, um Luft und Wind frei passieren zu lassen.

Beim Trocknen im Freien sind die Steine allen Witterungseinflüssen ausgesetzt, sie werden heute getrocknet, morgen geht vielleicht ein sehr großer Theil durch heftige Regenschauer zu Grunde. Man sucht durch Bedeckung und Bedachung mit Stroh diesem so viel wie möglich vorzubeugen. Ein effectiver Schutz der Steine ist aber nur möglich, wenn man sie in Scheunen oder Schuppen trocknet. Diese bestehen meist aus einem langgestreckten Dach, an dessen einer Seite bewegliche Klappen angebracht sind, die je nach der Richtung des Windes an die dem Regen ausgesetzte Seite transportirt werden. Die Steine werden in diesen Schuppen dann gewöhnlich nur auf die Erde gelegt wie beim Trocknen unter freiem Himmel. Mit etwas größeren Kosten, aber weit zweckmäßiger construirt man die Trockenschuppen mit steinernen, durchbrochenen Wänden, wobei die Steine so in schräger Richtung gestellt sind, daß der Wind vollkommen frei hindurchpassiren aber durchaus kein Regen eindringen kann. Die Steine werden dann zweckmäßig auf Brettern, die in hölzernen Gestellen in mehreren Schichten über einander gelegt werden, getrocknet. Diese Einrichtung der Trockenschuppen findet sich in der Thonwaarenfabrik von A. Rasch zu Rehme. Bei einem großen Betrieb, der nur auf die Anfertigung ganz ordinärer Mauersteine gerichtet ist, dürfte jedoch die Anwendung der Schuppen zu große Kosten, sowohl des Raumes, als der Construction herbeiführen, man wird sich daselbst lieber darauf beschränken, nur während der guten Jahreszeit zu fabriciren, wo der durch ab und an eintretende Regenschauer verursachte



Verlust bei Weitem nicht die Baukosten der Schuppen aufwiegt. Ein anderes ist es bei Anfertigung besserer Steine, bei denen genaue Erhaltung der Form, scharfe Kanten wesentlich sind, diese wird man immer unter Dach trocknen.

Maschinen zum Formen der Steine sind eine große Masse, nach verschiedenen Systemen arbeitend, angefertigt, und es vergeht wohl kein Jahr, wo nicht eine neue Entdeckung in diesem Bereich gemacht wird. Bei der enormen Masse von jährlich verbrauchten Steinen sollte man denken, eine auf Maschinenbetrieb basirte Fabrikation müßte allen anderen die Concurrenz abschneiden. Und doch ist dem nicht so. Von all den Erfindungen hat sich bis jetzt kaum eine einzige in der Praxis bewährt oder längere Zeit im Betriebe erhalten können. Es rührt dies namentlich wohl daher, daß eine Maschine, wenn sie regelmäßig arbeiten soll, eine mehr homogene Thonmasse erfordert, als man ihr mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln liefern kann. Wollte man allen zu Mauersteinen zu verarbeitenden Thon schlämmen, so würde höchst wahrscheinlich einer mechanischen Formerei nichts im Wege stehen, da man dieses aber der Kosten wegen nicht kann, und da das kleinste Steinchen unter Umständen schon hinreicht, um die beste Maschine zu verderben, so hat man darin ein sehr wesentliches Hinderniß ihrer Einführung gefunden. Für die Handformerei spricht außerdem die Leichtigkeit, mit der sie ausgeführt wird. Ein geschickter Arbeiter liefert täglich bis zu 10000 ordinaire Steine, nimmt man als Mittel auch nur 5000 bis 6000 an, so wird die Maschine durch die Zinsen ihres Anlagecapitals, durch nie ausbleibende Reparaturen, durch die Kosten der bewegenden Kraft, seien sie nun Dampf oder Pferde, doch immer Kosten hervorrufen, die höher sein werden wie die menschliche Arbeit, wenn die Maschine nicht im Stande ist, ein außergewöhnlich großes Quantum Steine zu liefern. In letzterem Falle müßten aber besonders günstige locale Verhältnisse eintreten, wenn für eine solche Masse von Material ein geregelter Absatz zu erreichen ist.

In neuester Zeit macht eine von Gebr. Sachsensberg in Kofslau konstruirte Maschine viel von sich reden, aber auch diese, die wohl als die beste bezeichnet werden mag, liefert nach dem Urtheil eines Sachverständigen ein durchgehends weniger gutes Fabrikat, als bei sorgfältiger Handarbeit, während die Herstellungskosten theurer sind.

Die meisten der Maschinen sind nach dem Princip konstruirt, daß der Thon in einem eisernen Behälter stark comprimirt wird und durch eine viereckige Oeffnung in Form eines langen Stranges herausgepreßt wird. Dieser Strang wird dann entweder mit der Hand oder durch einen Mechanismus in Stücke von der erforderlichen Größe getheilt. Von den verschiedenen Schneidapparaten zeichnet sich der der Sachsensberg'schen Maschine besonders vortheilhaft aus. Ein ganz abweichendes Verfahren ist neuerdings in Amerika eingeführt. Der Thon wird ganz trocken verarbeitet, man verwandelt ihn durch Mahlen in Pulver, bringt dieses in eiserne Formkasten und setzt es darin dem Druck einer starken hydraulischen Presse aus. Das Thonpulver wird dadurch so verdichtet, daß die Steine unmittelbar aus der Form genommen und, da sie kein Wasser mehr enthalten, gleich in den Ofen gebracht werden können. Man erspart dabei also das Trocknen ganz.

Im rohen Zustande werden die Steine jetzt wohl nur noch ausnahmsweise verwandt, der in früheren Zeiten mehr übliche Wisébau, wird durch den dauerhaftern Bau mit gebrannten Steinen fast ganz verdrängt.

Das Brennen der Steine geschieht mit Steinkohlen, Holz oder Torf in geschlossenen oder oben offenen Oefen oder in Meilern. Ein für Steinkohlen bestimmter Ofen ist in Fig. 1250 im Längens-, in Fig. 1251 im Querschnitt dargestellt. Er hat eine länglich viereckige Form

Fig. 1250.

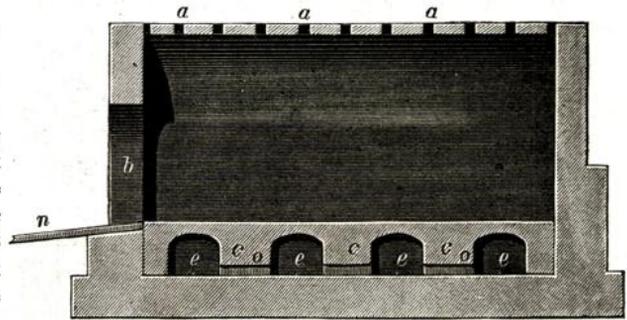
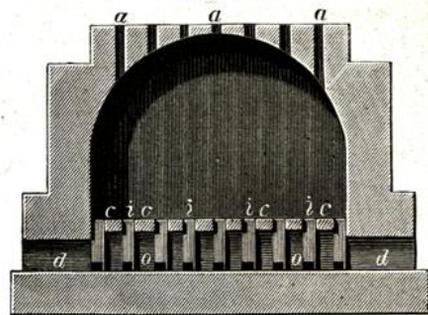


Fig. 1251.



und ist rings durch starke Mauern eingeschlossen, die oben in der Länge des Ofens mit einem halbcylindrischen Gewölbe überspannt sind, in welchem eine große Anzahl kleine Oeffnungen *a* gelassen sind, die als eben so viele Schornsteine wirken. An den beiden langen Seiten des Ofens sind vier Schürlöcher *dd* angebracht, die sich je in einen gemauerten Canal *e* verlängern. Diese Canäle bestehen aber nicht aus massivem Mauerwerk, sondern werden durch eine große Anzahl von flachen Gewölbebogen *c*, die in der Entfernung einer halben Steinlänge von einander abstehen, gebildet, damit die in den Canälen spielende Flamme durch die zwischen den Bogen liegenden Oeffnungen *i* hindurchdringen und den ganzen Raum des Ofens erfüllen kann. Der über den Canälen liegende Theil des Ofens bildet dann den eigentlichen Brennraum, in welchen die Steine durch die Thür *b* eingebracht werden. Nach dem Füllen des Ofens wird diese Thür vermauert.

Die Construction dieser Oefen wird vielfach abgeändert. In einzelnen seltenen Fällen legt man quer durch den ganzen Ofen, von einem Schürloch zum andern Roste, auf denen die Kohlen verbrennen. Sehr häufig, und zwar wohl meistens, läßt man die Heizcanäle ganz weg oder macht nur eine oben offene Rinne von gebrannten Steinen von einem Schürloch zum andern.

Dann werden entweder die ganzen Canäle oder die Uebervölbung derselben aus rohen ungebrannten Steinen aufgeführt.

Sehr häufig wendet man Defen an, die oben ganz offen sind und nur aus vier Umfassungswänden mit den erforderlichen Schürlochern bestehen, und bildet dann ebenfalls die Heizcanäle aus ungebrannten Steinen. Die Constructionskosten solcher Defen (Feldöfen) sind allerdings weit geringer als die der geschlossenen, auch führen sie weniger Reparaturkosten herbei, sie haben aber den Nachtheil, daß die Hitze bei Weitem nicht so gut ausgenutzt wird als in den geschlossenen, da sie hier frei entweicht, während sie bei jenen durch das Gewölbe zusammengehalten und reflectirt wird. Ein ähnlicher Ofen, für Holzfeuerung bestimmt und mit gemauerten Heizcanälen versehen, ist in Fig. 1252 im Längendurchschnitt, in Fig. 1253 im Querdurchschnitt dargestellt.

Fig. 1252.

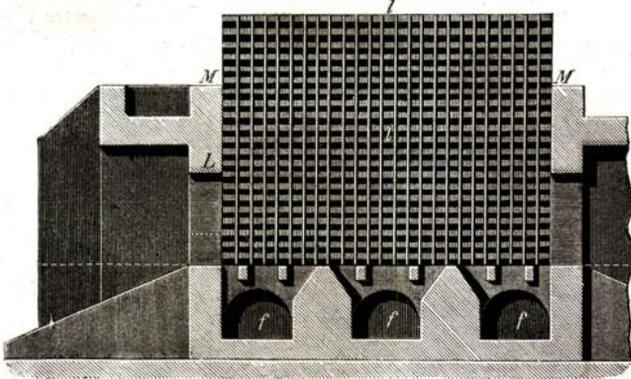
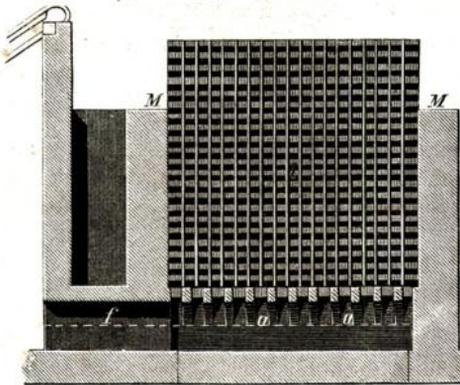


Fig. 1253.



MM sind die Umfassungswände des Ofens, f die drei Schürlöcher und a der aus Gurten gebildete Heizcanal. Die Steine l sind hier weit über die Höhe der Umfassungswände hinausgesetzt und dadurch eine Vergrößerung des Ofens herbeigeführt. Die Oeffnungen L dienen zum Einsetzen und werden nach dem Füllen des Ofens vermauert.

Die Defen werden ganz mit Steinen, die man dabei auf ihre hohe Kante stellt, gefüllt. Dabei schichtet man die Steine symmetrisch über einander, läßt dabei jedoch zwischen je zwei Steinen so viel Raum, daß die Flamme

überall circuliren und die Hitze alle Steine gleichmäßig umgeben kann. In den Schürlochern macht man zuerst ein gelindes Feuer an, Schmauchfeuer, um die ganze Masse der Steine ganz allmählig anzuwärmen. In dem Maße, wie sich die oberen Schichten der Steine erwärmen, steigert man durch Nachlegen von Brennmaterial die Hitze, bis allmählig die unteren Steine zu glühen beginnen. Dann unterhält man ein gleichmäßiges Feuer, bis auch die im oberen Theile des Ofens befindlichen Steine glühen und ein herausgenommener Probestein die Gaare des Ofens anzeigt.

Das Brennen der Steine in Meilern, der sogenannten Feldbrand, unterscheidet sich wesentlich dadurch von den vorher beschriebenen Verfahrensarten, daß kein Ofen erforderlich ist und daß das Feuer weniger in einzelnen Heizcanälen, als in dem ganzen Brennraume erzeugt wird. Das Brennmaterial ist dabei in den bei Weitem meisten Fällen Steinkohlklein. Der Raum, auf welchem der Feldbrand gemacht werden soll, muß möglichst trocken sein. Nachdem er sorgfältig geebnet und festgestampft ist, errichtet man darauf die erste Schicht Steine, welche unmittelbar neben einander gestellt werden. Ueber diese stellt man die zweite Schicht und spart darin in entsprechenden Entfernungen die Zuglöcher und Canäle aus, die quer durch den Haufen von der einen langen Seite desselben zur andern gehen. Sie werden an den Außenseiten gleich von vornherein mit Reifig, mehr in der Mitte mit Steinkohlklein gefüllt. Die dritte Schicht der Steine dient zum Bedecken der Canäle. Darüber kommt wieder eine Schicht Steinkohlklein, und dann immer abwechselnde Schichten Kohlen

und Steine bis ungefähr zur Hälfte der Höhe des zu errichtenden Haufens. Hier werden zum zweiten Male Canäle gebildet, die aber anfangs ganz verschlossen werden. Dann fährt man fort, die Steine mit abwechselnden Kohlenschichten bis zu einer Höhe von 10 bis 12 Fuß aufzusetzen. Beim Aufsetzen der einzelnen Schichten rückt man immer eine nach der andern etwas mehr der Mitte des Haufens zu, damit die Außenwände etwas schräg werden und der ganze Haufen eine nach oben etwas verjüngte Form erhält, wodurch ihm größere Stabilität gegeben wird. Die Seitenwände des Meilers werden, mit Ausnahme der Zuglöcher, ganz mit Lehm oder einem Gemenge von Strohhäcksel und Lehm verstrichen und dadurch ganz compacte Wände hergestellt.

Die Leitung des Feuers ist eine ganz ähnliche wie bei den Kohlenmeilern. Man entzündet das Reifig in den untersten Canälen, damit dieses die Kohlen in Brand setze. Durch zweckmäßiges Oeffnen oder Schließen der Zuglöcher läßt man die Hitze sich möglichst gleichförmig verbreiten. Bei heftigem Winde verschließt man die dem Winde am meisten ausgesetzten Löcher entweder ganz oder bis auf einzelne, die man durch starke in einiger Entfernung aufgestellte Strohmatte schützt. Bei ruhiger Luft vermehrt man durch Oeffnen der Löcher die Verbrennung und ist manchmal sogar gezwungen, einzelne Oeffnungen in der Lehmwand anzubringen, um den Zug an die betreffende Stelle zu leiten. Die zweite

Reihe der Zuglöcher öffnet man erst ganz am Ende des Brandes, um durch vermehrten Luftzutritt die Hitze bis aufs Maximum zu treiben. Durch das Schwinden der Steine und durch das Verbrennen der Kohlschichten wird während des Brandes der Haufen seine Form beständig verändern, er wird in dem Maße, wie die Verbrennung fortschreitet, mehr und mehr zusammensinken. Eine Folge davon ist, daß die Lehmbeleidung der Umfassungswände Sprünge bekommt, durch welche die Luft eindringen würde, wenn sie nicht sofort ausgebeffert würden, und hierauf muß während der ganzen Zeit des Brandes die Aufmerksamkeit fortwährend gerichtet werden.

Durch die Berührung mit den Kohlen und ihrer Asche, durch das Zusammensinken der Steine, ist es nicht möglich, daß die Form und das Aussehen der Feldbrandsteine so schön ist, wie das der Ofenbrandsteine. Es wird durch diese Umstände viel Ausschuss herbeigeführt und selbst die besten Steine sind nie von so gefälligem Aeußeren wie jene. Sie genügen jedoch für alle Zwecke, wo ihr Aeußeres durch einen Verputz der daraus gebildeten Mauern verdeckt wird, und daher läßt sich der Feldbrand auch bei seinen geringen Kosten sehr empfehlen. Man wendet ihn namentlich da an, wo man die Steine gleich an Ort und Stelle verbrauchen kann, so steht man ihn z. B. sehr häufig in den Vorstädten von London. Soll dort eine neue Straße errichtet werden, so läßt der Bauunternehmer zuerst die Fundamente ausgraben, die thonige Erde zu Steinen formen und diese, am Ende der künftigen Straße, in einem Feldbrande brennen.

Bei dem bisher beschriebenen Verfahren genügt es, die Steine bis zur Rothgluth zu erhitzen, um sie gaar zu brennen, sie behalten dann ihre Porosität und ihr lockeres Gefüge. Ein weit höherer Hitze grad ist bei den in Ostfriesland und Holland so viel und vortheilhaft verwandten Steinen, den sogenannten Klinkern, erforderlich, die so scharf gebrannt werden, daß sie fast zu schmelzen beginnen, fest und hart werden, einen glasigen Bruch erhalten und ihre Porosität vollkommen verlieren. Sie saugen dann Wasser nicht mehr ein und sind so fest, daß sie am Stahl Funken geben. Durch diese Eigenschaften werden sie ein vortreffliches Material zu Wasser- und Wegebauten. Die Chausséen, welche mit auf die hohe Kante gestellten Klinkern gebaut sind, gehören, was die Pflasterung betrifft, zu den schönsten der Welt.

Das Material zu diesen Steinen ist ein etwas kalkhaltiger Thon, der eine ziemlich hohe Temperatur erträgt, ohne zu schmelzen, bei stärkerer Hitze aber zusammenfließt. Sie werden in verhältnißmäßig kleinen Formen gestrichen. Das Brennen geschieht in Holland (nach Karmarsch-Heeren) in großen offenen Oefen mit 6 Fuß starken Mauern, welche oft über eine Million Steine fassen, mittelst Torf. Die Feuerkanäle werden von Grund auf aus den zu brennenden Steinen gebildet und diese, ohne Zwischenräume zu lassen, fest auf einander gestellt. Es ist daher die freie Circulation der Wärme sehr erschwert und man ist, um auch die oberen Schichten gaar zu brennen, genöthigt, sehr lange, oft 5 bis 6 Wochen zu feuern und die Hitze in den unteren Re-

gionen des Ofens sehr hoch steigen zu lassen. Nach beendigtem Brande findet man die Steine in sehr verschiedenem Grade gaargebrannt. Die unteren Schichten, in der Nähe der Feuerkanäle, kommen theilweis zum Schmelzen und sintern in große Klumpen zusammen, welche nicht mehr in einzelne Steine zu zertheilen sind, mithin einen bedeutenden Verlust bedingen. Die zunächst folgenden Schichten geben die eigentlichen Klinker. Dieselben befinden sich in halb verglastem Zustande, schmelzen auch theilweise zusammen, so daß man sie nur mit Hülfe von Brechstangen von einander trennen und aus dem Ofen bringen kann. Mit zunehmender Entfernung von den Feuerkanälen zeigen sich die Steine weniger hart gebrannt, aber doch noch so weit verglast, daß sie für Wasser undurchdringlich sind, sie bilden eine geringere Sorte Klinker. Die obersten Steine endlich befinden sich etwa in dem Zustande gewöhnlicher Mauersteine und werden in Holland als ungaar wenig geachtet.

Dieses ganze Verfahren der Klinkerbrennerei ist, obgleich die so erhaltenen Steine für viele Zwecke, ihrer Härte und Dichte wegen, sehr nützlich sind, ein sehr rohes zu nennen. Besser ist das in den Klinkerbrennereien Ostfrieslands übliche Brennen in geschlossenen Oefen, von welchen Fig. 1254 einen Querschnitt, Fig. 1255 einen verticalen Durchschnitt und Fig. 1256 zur Hälfte einen horizontalen Durchschnitt, zur Hälfte eine Ansicht von

Fig. 1254.

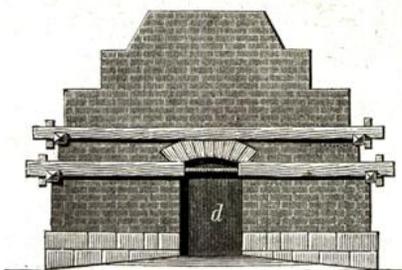
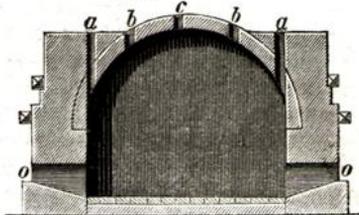


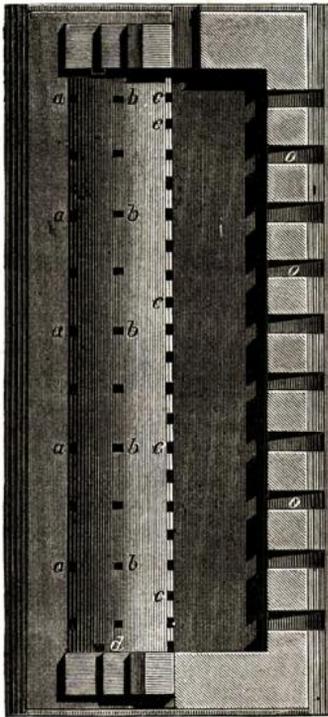
Fig. 1255.



oben eines zu Spekdorf bei Aurich in Betrieb stehenden Ofens darstellt. Er ist im Innern $46\frac{1}{2}$ Fuß lang, $15\frac{2}{3}$ Fuß breit und $13\frac{1}{2}$ Fuß hoch und faßt 90000 Steine in 30 Schichten. Die einander gegenüberliegenden Schürflöcher oo an den langen Seiten des Ofens sind 15 Zoll breit und 11 Zoll hoch und in Abständen von $4\frac{1}{2}$ Steinslängen von einander angebracht. d ist die Thür zum Einsetzen. Im Gewölbe sind vier Reihen von Zuglöchern, von diesen sind die Mauerlöcher a $8\frac{1}{2}$ Zoll und 3 Zoll weit, die Seitenlöcher b ebenso groß, die Mittel- oder Topplöcher c jedes 7 Zoll lang und breit, die vier Hundslöcher d jedes 12 Zoll lang und 3 Zoll breit.

Da die Heizung mit Torf geschieht und folglich ein Kofst nicht erforderlich ist, so werden Schürzgassen,

Fig. 1256.



zwischen den Schürzlöchern ganz einfach durch gewölbte und aus den zu brennenden Steinen gebildete Canäle construiert. Man beginnt beim Brennen mit dem Schmauchfeuer, einem sehr langsam wachsenden, 8 Tage dauernden Feuer, wobei die Steine unten im Ofen anfangen rothglühend zu werden. Es folgt dann das Mittelfeuer, wobei das Torfeinwerfen anfänglich alle 4 Stunden, später vom zwölften Tage an alle 2 Stunden stattfindet; wo dann auch die Steine oben im Ofen zur Rothgluth kommen.

Bei dem darauf folgenden Großfeuer

werden die Mauerlöcher fest verschlossen, die Seiten- und Hundslöcher nur zur Hälfte geschlossen, die Mittellöcher aber offen gelassen. Das Nachlegen des Torfs geschieht nun in kürzeren Zwischenzeiten und (sobald man bemerkt, daß der Torf in den Schürzlöchern soweit verzehrt ist, daß er keine Flamme mehr giebt. Es wird nämlich nicht nur der Torf in die Feuergassen geworfen, sondern auch in den Schürzlöchern gefeuert, indem man sie stets soviel wie möglich mit dem brennenden Torf gefüllt hält. Das Großfeuer dauert zwei Tage und treibt die Hitze im Ofen bis zur Weißgluth; wo dann das sogenannte wilde Feuer einzutreten pflegt, das sich durch heftige, aus den Zuglöchern oft 4 bis 6 Fuß hoch aufsteigende Flammen von silberweißer Farbe zu erkennen giebt. Man unterhält das wilde Feuer, welches vorzugsweise die Verglasung des Thons bewirkt, 2 bis 2½ Tage, worauf man alle Oeffnungen des Ofens mit Lehm fest verschmiert und ihn dann dem langsamen Abkühlen überläßt (Karmarsch-Heeren).

Im Vorstehenden haben wir nur die am allgemeinsten angewandten Formen der Ziegelbrennöfen beschrieben. In neuerer Zeit sind nun mannigfache Veränderungen darin vorgeschlagen, die meistens eine vollständigere Ausnutzung der beim gewöhnlichen Verfahren verlorengehenden Wärme bezwecken, indem diese zum Vorwärmen der Steine dient und somit einen continuirlichen Betrieb des Ofens möglich macht. Wohl der erste Versuch in dieser Richtung wurde vor einer Reihe von Jahren von A. Rasch gemacht. Sein Ofen, der längere Zeit von Paul Borie u. Comp. bei Paris betrieben ist,

bestand aus zwei neben einander liegenden und unter sich in Verbindung stehenden Canälen, in welchen eine Reihe von eisernen Wagen auf Schienen beweglich waren. Das Gestell der Wagen befand sich in einer Vertiefung und die Sohle des Ofens wurde durch thönerne Platten gebildet, welche über die Ränder der Wagen reichten und dicht an das Mauerwerk der Umfassungswände angeschlossen. In der Mitte des einen Canals befanden sich zu jeder Seite zwei Feuerungen, so daß der eigentliche Brennraum von der Mitte bis zum Ende dieses Canals reichte. Sobald die Steine hier gaar gebrannt waren, wurden die damit beladenen Wagen in den zweiten Canale geschoben und ebensoviele Wagen mit rohen Steinen an ihre Stelle gebracht. Die heiße Luft des Ofens durchstrich die noch glühenden Steine und entwich erst in den Schornstein, nachdem sie eine andere Partie frischer Steine erwärmt hatte. Das Princip des Ofens bestand also darin, daß alle Steine, ehe sie in den eigentlichen Brennraum kamen, schon ohne Kosten sehr stark erhitzt wurden. Nach brieflichen Mittheilungen soll der Apparat aber wieder außer Thätigkeit gesetzt worden sein, weil die Reparaturkosten der eisernen Wagen, die nicht hinlänglich vor dem Einfluß der Hitze geschützt werden konnten, beträchtlicher als die Brennmaterialersparniß waren. Eine ganz ähnliche Ofenconstruction, die von dieser nur in wenigen Details abweicht, wurde später Deminuid für Frankreich patentirt.

In neuester Zeit wurde ein anderer Ofen von Hoffmann und Licht construiert, in dem ebenfalls die Steine vor dem eigentlichen Brennen durch die verlorene Hitze stark erwärmt werden. Die Einrichtung der Ofen ist so sinnreich, daß damit das Problem der continuirlichen Ziegelbrennerei gelöst zu sein scheint. Bei einem richtig geleiteten Betriebe müssen damit vorzügliche Resultate erreicht werden, und sie verdienen gewiß die größte Beachtung aller Fachmänner. Sie sind aber nicht allein zum Brennen von Mauersteinen, sondern auch zum Kalk- und Cementbrennen, zum Rösten von Erzen u. mit Vortheil zu gebrauchen.

Der Ofen ist im Grundriß ringförmig, im Querschnitt kegelförmig. Oben im Gewölbe sind 12 hermetisch verschließbare Eingangsthüren und zwischen je zwei Thüren ihnen gegenüberliegend ein Rauchcanal, der die Verbrennungsproducte in einen im Mittelpunkte des Ofens stehenden Schornstein leitet. Zwischen jedem Rauchcanal und jeder Thür ist ein Falz, in den ein Schieber herabgelassen werden kann, der den Ofenraum dort völlig absperret. Denkt man sich nun den Querschnitt des Ofencanals mittelst dieses Schiebers an irgend einer Stelle geschlossen, die zunächst davor gelegene Eingangsthür und den zunächst dahinter liegenden Rauchcanal geöffnet, alle übrigen Thüren und Canäle aber geschlossen und im Schornstein eine aufsteigende Luftsäule, so wird ein Luftzug entstehen, der aus der Atmosphäre durch die geöffnete Thür in den Ofen tritt, diesen seiner ganzen Länge nach bis auf die andere Seite des Schiebers durchstreicht, um durch den dort geöffneten Rauchcanal in den Schornstein zu treten. Denkt man sich ferner den Ofencanal mit den zu brennenden Steinen gefüllt und zwar der Art, daß der Luftzug in der ersten Hälfte des Canals bereits fertig gebrannte, in der

Abkühlung begriffene Steine durchtreicht, demnächst das Feuer speist und auf der letzten Hälfte des Ofencanals durch noch nicht gebrannte Steine zieht, um dann durch den offenen Rauchcanal in den Schornstein zu entweichen, so ist es klar:

1) daß die in die offene Thür eindringende atmosphärische Luft auf dem ersten Theile ihres Laufes im Ofen, indem sie die fertig gebrannten Steine abkühlt, sich in hohem Grade erhitzt, folglich

2) im Stande ist, den Effect des Feuers in eben dem und (wegen der dann erfolgenden Zersetzung der schwer entzündlichen Gase) in noch höherem Grade zu vermehren, während

3) die durch das Feuer streichende Luft, sowie die gasförmigen Verbrennungsproducte, auf ihrem übrigen Wege durch den Ofen bis zum Schornstein noch eine Menge Wärme an die noch ungebrannten Steine absetzen und dieselben bis zu einer solchen Temperatur vorwärmen und erhitzen, daß nur eine kurze Brennzeit und eine verhältnismäßig geringe Menge Brennmaterial erforderlich ist, um sie vollständig gaar zu brennen.

Da nun die der offenen Thür zunächst stehenden Steine am meisten abgekühlt, also zum Herausziehen tauglich sein werden, so kann man sie durch frische ungebrannte ersetzen; der Abschluß des Ofens mittelst des Schiebers kann vor der nächsten Thür hinter den frisch eingesezten Steinen erfolgen, diese Thür kann geöffnet, die vorhergehende geschlossen werden, und ebenso der nächste Rauchcanal geöffnet, der geöffnet gewesene geschlossen und das Feuer vorwärts geschoben werden.

Durch stetige Wiederholung dieses Vorgangs macht das Feuer wiederkehrend die Runde im Ofen, wie auch gleichzeitig das Ausziehen und Einsetzen der Steine ringsum ohne Unterbrechung stattfindet.

Die Einrichtung der Feuerung dieses Ofens unterscheidet sich von der aller übrigen sehr wesentlich. Das Feuer wird nämlich nicht auf bestimmten Heizstellen unterhalten, sondern wird, wie schon angedeutet, nur da erzeugt, wo der höchste Hitzeegrad erforderlich ist. In der Wölbung des Ofens sind in geringen Abständen von einander Oeffnungen gelassen und unter jeder derselben bildet man beim Einsetzen der Steine eine verticale Gasse, in welche das Brennmaterial von oben geworfen wird, sobald man die Stelle dort zu heizen wünscht. Alle augenblicklich nicht in Gebrauch befindlichen Feueröffnungen werden luftdicht verschlossen. Man hat es dadurch in der Hand, an bestimmten Stellen des Ofens gar nicht, an anderen ganz schwach, an wieder anderen bis zur höchsten Gluth zu heizen.

Bei dem ersten Versuch mit diesem Ofen, als noch alle Wände und Mauernungen kalt und feucht waren, waren zum Brennen von 145000 noch sehr feuchten Steinen im Ganzen 108 $\frac{3}{4}$ Klafter sehr leichter Torf (1 Klafter = 108 Cubikfuß = 6 Ctr.) und 228 Scheffel Steinkohle erforderlich. Bei einem Preise von 1 Thlr. pro Klafter Torf und 7 $\frac{1}{2}$ Sgr. pro Scheffel Steinkohle betragen die Brennkosten in diesem Versuch pro 1000 Steine 1 Thlr. 4 Sgr. 3 Pf. Das Format der Steine war nach dem Brennen 10 Zoll, 5 Zoll, 2 $\frac{1}{2}$ Zoll.

Der erste Ofen dieser Construction wurde auf der Ziegelei von G. W. E. Krüger zu Stettin errichtet,

später sind auch in Leipzig und Prag ähnliche Ofen eingeführt. Der in Prag erbaute Ofen hat einen Querschnitt von 10 Fuß Breite und 9 Fuß Höhe im Scheitel, der Durchmesser für die Außenwand des ringförmigen Ofens ist 108 Fuß. Jede der zwölf Abtheilungen faßt 10000 Steine, täglich wird eine Abtheilung entleert, mithin, wenn man nur 300 Arbeitstage rechnet, werden 3 Millionen Steine geliefert. Bei den vortrefflich construirten Trockenräumen kann ununterbrochen das ganze Jahr gearbeitet werden, so daß das Product des Ofens eher höher als niedriger ausfallen wird. Die nähere Beschreibung und Zeichnung derselben findet sich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (Berlin 1860); auch Dingler's Journal Bd. 155, 178 und Bd. 158, 183; ferner ein überaus günstiger Bericht über den Prager Ofen von Türschmidt in Dingler's Journal 160, 199. *)

Endlich ist noch eine Construction von Schwarz in Breslau zu erwähnen. Der Apparat besteht aus vier paarweise, neben einander liegenden Ofen $A^1 A^2 A^3 A^4$, von länglich parallelepipedischem Querschnitt, von denen jeder einen Fassungsraum von 10- bis 12000 Steinen hat. Zwischen je zwei derselben, in der Höhe von 12 Fuß über dem Erdboden, liegen die sorgfältig in Chamottesteinen ausgeführten Feuerungen $B^1 B^2$, die durch eine starke Feuerbrücke geschieden sind. Der ganze Ofen ist mit einem leichten Dache bedeckt und mit Auffahrten für die Kohlen, zwei Ständen für den Heizer und einer ringsherum laufenden Gallerie versehen. Die auf dem Koste entwickelte Flamme schlägt durch seitliche Oeffnungen in die sorgfältig überwölbten Ofen, steigt hier hinab und zieht am Boden durch den durchbrochenen Zugcanal ab. Der Zug wird durch vier Schornsteine $C^1 C^2 C^3 C^4$ bedingt, die sowohl am Fuße, als auch auf halber Höhe mit dem Ofenraum correspondiren. Richtig angebrachte Schieber, aus in Eisen gefaßten Chamotteplatten, erlauben die nöthige Regulirung des Zuges. Alle Ofen werden mit lufttrocknen Steinen gefüllt und die Eingangsthüren vermauert. Man macht dann in der Feuerung B^1 ein gelindes Feuer an und leitet die Flamme im Ofen A^1 abwärts und von dort durch den untern Zugcanal in den dazu gehörigen Schornstein C^1 . Sobald das Schmauchfeuer vorüber, sperrt man diesen Schornstein ab und leitet die Flamme im Ofen A^2 aufwärts und durch die obere Oeffnung in den Schornstein C^2 ab. Sind die Steine in A^1 gaar gebrannt, so schließt man diesen Ofen vollständig ab und läßt langsam abkühlen. Man feuert dann bei B^2 und kann die Hitze rasch steigern, indem der Ofen A^2 schon vorgewärmte Steine enthält. Die Flamme geht durch A^2 abwärts, im Ofen A^3 aufwärts und von dort durch die obere Oeffnung des Schornsteins C^3 ab. Ganz derselbe Vorgang wiederholt sich beim Ofen A^3 und A^4 . Bis man dahin gelangt, sind die Steine in A^1 erkaltet, herausgenommen und durch frische ersetzt, so daß nun der Feuerungsang sich ganz gleichmäßig wiederholt.

*) Ich hatte kürzlich Gelegenheit, den Leipziger Ofen in Betrieb zu sehen, und kann über die Leistung desselben nur das günstigste Urtheil fällen, indem der Brand ein gleichmäßiger und der Ausschuß (3 Proc.) nicht hoch zu nennen ist. St.

Die Construction dieser Defen bietet, außer Zeit- und Brennmaterialersparniß, noch den Vortheil, daß man die Steine ganz beliebig scharf, fast bis zum Erweichen brennen kann, indem immer die stärkste Hitze die obersten Schichten der Steine trifft und also kein Zerdrücken der unteren Schichten zu befürchten ist, da diese, als am wenigsten erhitzt nie so weit erweichen werden, daß sie das Gewicht der darüber befindlichen nicht tragen könnten.

Je nach den besonderen Anforderungen, welche man an die Steine zu stellen hat, müssen einzelne Theile der Fabrikation modificirt werden.

Für manche Bauten sind sehr leichte Steine besonders erwünscht. Im Alterthum verstand man hierin Vorzügliches zu leisten, man verfertigte sogar auf Wasser schwimmende Ziegel. Diese Kunst ging für lange verloren, bis man in neuerer Zeit sie wieder aufgenommen hat. Der gewöhnliche Thon ist für diese Zwecke zu dicht, man benutz ihn daher nur als Bindemittel für sehr lockere feuerbeständige Substanzen und von diesen eignet sich der Bimstein und die eigenthümliche Infusorienerde, aus Kieselsäure bestehende Panzer von vorweltlichen Infusorien, die sich in nicht unbedeutenden Lagern unter der Stadt Berlin und in der Lüneburger Heide finden, am besten. Diese werden mit einem möglichst plastischen Thone angeknetet und dann auf gewöhnliche Weise geformt und gebrannt. Je fetter, plastischer der Thon ist, um so mehr Erde oder Bimstein kann man ihm beimischen, ohne ihn zu mager zu machen. Eine Masse, welche nur 1 Th. fetten Thon und 24 Th. Lüneburger Infusorienerde enthält, läßt sich noch vollkommen gut bearbeiten. Da das Vorkommen dieser Erde aber so sehr beschränkt und der Bimstein an den meisten Orten zu theuer ist, so hat man die Leichtigkeit der Steine dadurch erreicht, daß man dem Thone leicht verbrennbare Substanzen zumischt, die nach dem Brennen verschwinden und einen sehr leichten, porösen Stein zurücklassen. Sägespäne, gebrauchte Lohe, Torfgruß sind dazu benutzt. In den bedeutenden Ziegeleien zu Salzmünde bei Halle verfertigt man sehr leichte Steine, indem man den sehr plastischen Thon mit soviel Steinkohlklein anmacht, als er zu binden vermag. Die Steine werden auf gewöhnliche Weise mit der Hand geformt, im Freien getrocknet und in geschlossenen Defen gebrannt. Bei der großen Menge von Steinkohlen, die sie schon enthalten, ist es nur erforderlich, die Defen so weit anzuhetzen, bis die unteren Schichten rothglühend werden. Die durch die glühenden Steine streichende Luft wird hinreichend erhitzt, um die in den oberen Schichten enthaltene Kohle zu verbrennen, so daß die Feuerung, nachdem sie einmal eingeleitet ist, ganz unterbrochen werden kann, da das Brennen der Steine durch die Verbrennung der Kohle vollkommen genügend geschieht.

Scharfkantige Steine, wie sie zu Ausföhrung von Fensternischen, Thürschwelen u. beim Rohbau erforderlich sind, stellt man am zweckmäßigsten aus einem fast trocknen Thon in Handformen dar. Der Thon wird, wenn er im natürlichen Zustande gröbere Steine, Wurzeln u. enthält, vorher geschlämmt. Ein Theil davon wird nur soweit getrocknet, daß er noch vollkommen plastisch bleibt, ein anderer Theil wird vollständig ausgetrocknet

und gemahlen. Von dem letztern mischt man in der Thonknetmühle soviel mit dem feuchten Thon, als dieser irgend binden kann, und bringt einen Ballen von der Masse in die Form, welche nicht angefeuchtet, sondern nur mit Sand bestreut wird. Durch einige kräftige Schläge mit einem Brette, an dessen oberer Seite ein Handgriff befestigt ist, treibt man dann die Masse in die Ecken der Form und schneidet das oben Hervorragende mit einer scharfen Klinge weg. Mit einigermaßen geschickten Arbeitern kann man auf diese Weise außerordentlich schöne Steine darstellen. Das Brennen wird im gewöhnlichen Töpferofen oder im Steinzeugofen vorgenommen.

Feuerfeste Steine. Bei allen Feuerungsanlagen, die einer starken Hitze ausgesetzt werden sollen, bei den Feuerstellen der Dampfkessel, bei Glüh- und Schmelzöfen der verschiedensten Art bedarf man Steine, die der Hitze widerstehen und bei wiederholtem Erhitzen und Abkühlen möglichst wenig ihre Form verändern, also dem Schwinden nicht ausgesetzt sind. Manche Orte und manche Fabrikanten haben für ihre feuerfesten Steine einen großen Ruf erlangt, während ihre Concurrenten kaum brauchbare Waaren liefern konnten. Dieses hat aber durchaus nicht in einer sehr vervollkommeneten Fabrikation seinen Grund, sondern beruht nur darauf, daß sich an diesen Orten ein brauchbarer Thon findet, der jenen mangelt. Das ganze Geheimniß der Fabrikation feuerfester Steine ist gelöst, sobald man einen Thon findet, der dem heftigsten Feuer widersteht, ohne zu erweichen, der also möglichst frei von alkalischen Erden und Alkalien ist und auch keinen Sand enthält, dessen Bestandtheile eine Verglasung des Thons bewirken könnten. Solcher Thon würde für sich viel zu fett sein, er würde in hohem Grade beim Brennen schwinden, die daraus angefertigten Steine wären so spröde, daß sie bei Temperaturwechsel zerspringen würden, aus diesem Grund bildet man die Masse zu diesen Steinen aus Thon, den man durch Zusatz von Chamotte mager gemacht hat. Der Chamotte wird zu diesem Zweck entweder aus derselben Thonsorte besonders gebrannt, oder man nimmt, wenn man solche zur Verfügung hat, Scherben von Porzellan- oder Fayencekapfeln, die zu einem groben Pulver gemahlen werden, dessen größste Körner ungefähr Linsengröße haben. Die Zerkleinerung der Scherben und des Chamottethons geschieht am zweckmäßigsten unter einem Pochwerk, welches auf einem eisernen Roste arbeitet, dessen Roststäbe beweglich sind und in solcher Entfernung neben einander liegen, daß die Zwischenräume dem Korn des darzustellenden Pulvers entsprechen.

Muß man den Chamotte sich durch Brennen von Thon besonders darstellen, so wird er sehr theuer, man pflegt ihn alsdann zum Theil durch Quarzsand zu ersetzen. Bei einem wirklich feuerfesten Thon und reinem Quarzsand kann dies ohne Nachtheil geschehen, es ist jedoch wohl zu beachten, daß ein geringer Gehalt an Kalk durch den höhern Zusatz von Sand einen sonst unschmelzbaren Thon völlig werthlos machen kann. Um die Steine etwas weniger dicht zu machen, setzt man der Masse bis zu 5 Proc. Kohlenklein zu, welches durch Abstreben von gröberem Stücken befreit ist.

Die Quantität des Sandes und Chamottes muß sich wesentlich nach der Plasticität des Thons richten, man

kann im Allgemeinen annehmen, daß der Thongehalt der Masse nicht weniger als 25 und nicht mehr als 50 Proc. beträgt. Ueber das Verhältniß zwischen Sand und Chamotte ist nichts Bestimmtes anzugeben, es müssen Versuche darüber entscheiden, man sollte jedoch, soweit es mit den Kosten vereinbar ist, den Zusatz an Chamotte steigern.

Das Formen der feuerfesten Steine geschieht immer aus freier Hand, und zwar meistens in den gewöhnlichen viereckigen Formen. Da bei der sehr großen Härte der Steine ein Behauen schwierig und zeitraubend ist, so pflegt man ihre Form gleich von vornherein ihrer Verwendung anzupassen und macht z. B. für Gewölbeconstruction keilförmige Steine, wozu der Formkasten an der untern und obern Seite um ein Entsprechendes abgesehägt ist. Ebenso fertigt man zur Construction großer, aus feuerfesten Steinen zu mauernder Gastortoren eine solche Auswahl von Steinen an, daß diese, ohne irgendwie behauen zu werden, nur zusammengesügt zu werden brauchen. So sahen wir in dem Gaswerke zu Birmingham, wo ausschließlich solche Retorten angewandt werden, 14 verschiedene Steinformate.

Das Brennen der feuerfesten Steine geschieht bei möglichst hoher Temperatur in liegenden oder stehenden Flammöfen, wie sie zum Brennen des Steinzeugs angewandt werden.

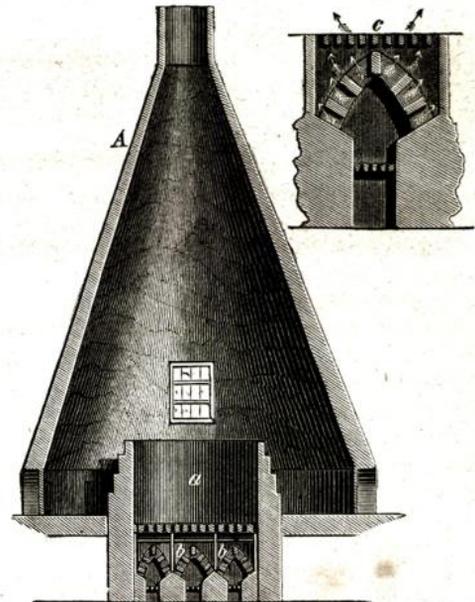
Ueber die Qualität der Steine können nur praktische Versuche entscheiden. Die beste Probe besteht darin, daß man 10 bis 12 solcher Steine über einander schichtet und zwei Reihen davon unmittelbar vor dem Feuerloch der heftigsten Hitze eines Porzellanofens aussetzt. Die vorderste Reihe wird durch den Kaligehalt der Flugasche mehr oder weniger verglast werden und kann nicht in Betracht kommen, die zweite Reihe muß aber ganz unverändert bleiben, die einzelnen Steine dürfen nach dem Brande nicht zusammengebackt sein, noch weniger dürfen die unteren durch das Gewicht der oberen zerdrückt erscheinen. Steine, welche diese Probe genügend bestanden haben, können zu allen Zwecken gebraucht werden.

Dachziegel. Zur Anfertigung der Dachziegel bedient man sich eines sorgfältiger präparirten Thons wie zu den Mauersteinen. Ein Schlämmen würde die Reinigung am besten besorgen, es ist aber in den meisten Fällen zu kostspielig, deshalb ersezt man es durch sorgfältiges Kneten in der Thonmühle. Das Formen geschieht immer in einfachen hölzernen Formen, und zwar indem man zuerst ein Thonblatt von der entsprechenden Größe in einer flachen Form streicht und diesem auf einem der Gestalt der Ziegel entsprechend geformten Block die richtige Biegung giebt. Der am einen Ende der Ziegel befindliche Ansatz, die Nase, an welchem der Ziegel am Dachsparren aufgehängt wird, wird gleich beim Streichen des Thonlappens durch eine Vertiefung in der Unterlage der Form hervorgebracht. Der zu Dachziegeln zu verarbeitende Thon muß steifer sein wie beim Streichen der Mauersteine, weil der verhältnißmäßig dünne Thonlappen sich sonst nicht, ohne beschädigt zu werden, aus dem Formrahmen nehmen lassen würde. Nach dem Biegen, wobei man den Thon noch durch gelinde Schläge mit einem Stücke Holz verdichtet, läßt man die Ziegel auf Brettern langsam trocknen.

Das Brennen der Dachziegel geschieht meistens ge-

meinschaftlich mit Mauersteinen in geschlossenen Öfen, wobei man die Ziegel an solche Stellen bringt, die weniger der Hitze ausgesetzt sind. Bei der geringern Stärke der Ziegel brennen diese auch noch da völlig gaar, wo die Hitze für Steine nicht mehr hinreichend hoch sein würde. Eine besondere Ofenconstruction, die in den Vorstädten Londons vielfach zum Brennen von Ziegeln angewandt wird, ist in Fig. 1257 dargestellt. Der Ofen besteht aus einem oben offenen viereckigen

Fig. 1257.

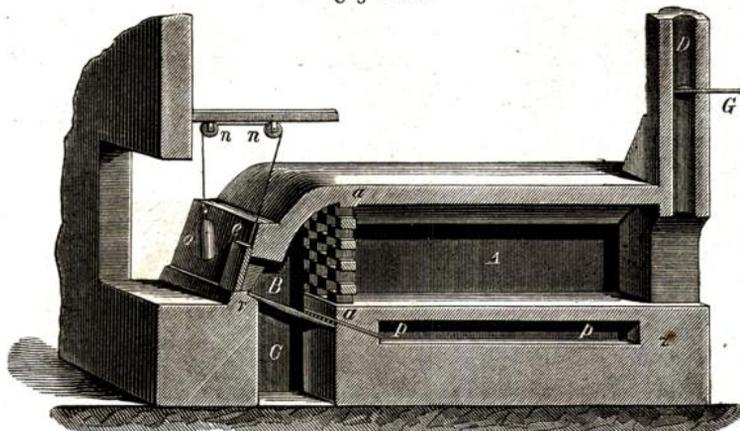


Brennraum *a* von 14 Fuß Länge und Breite und 10 Fuß Höhe, unter dem sechs Feuerungen *bb* angebracht sind. Die Feuerungen sind in nebenstehender Figur in etwas vergrößertem Maßstabe gezeichnet. Sie sind jede mit einem kegelförmigen durchbrochenen Gewölbe überspannt und über diesem ist wieder ein sehr flaches, ebenfalls durchbrochenes Gewölbe angebracht, welches als Ofensohle dient. Beim Durchströmen der zwei durchbrochenen Gewölbe wird die Hitze vollkommen gleichmäßig im Ofen vertheilt. Der conische Mantel *A* dient als Schornstein, er hat bis zur Spitze eine Höhe von 75 Fuß und an der Basis einen Durchmesser von 36 Fuß. Die Brennzeit eines solchen Ofens dauert 6 Tage, ein Brand erfordert durchschnittlich 8 Tons Kohlen.

Fig. 1258 giebt eine Ansicht eines sehr zweckmäßig construirten Ofens, der unter dem Namen Casseler Ofen bekannt ist. Er eignet sich sehr gut zum Brennen von Mauersteinen, Dachziegeln und den übrigen zu dieser Kategorie gehörigen Gegenständen, wie auch für gewöhnliches Töpfergeschirr. Er ist ein liegender Flammofen mit einer dem Schornstein gegenüber befindlichen Feuerung. Der länglich viereckige Brennraum *A* ist mit einem flachen Gewölbe überspannt und wird durch eine durchbrochene Wand *a* von der Feuerung *B* getrennt. Die Kasten *r* haben eine schiefe, nach dem Brennraum zu geneigte Lage, um das Nachfallen der durch die Thür *e* eingebrachten Kohlen zu erleichtern. Die Asche sammelt sich in dem Raum *C*. Die Ofen-

thür e hängt an einer eisernen Kette, welche über die beiden Rollen nn geht und durch das Gewicht o in der ihr einmal gegebenen Lage erhalten wird. Der Eingang

Fig. 1258.



zum Ofen, der während des Brennens vermauert wird, liegt unter dem Schornstein D. Der Schieber G regulirt den Zug und sperrt ihn beim Abkühlen, nach dem Verschluß aller Oeffnungen ganz ab. Unter der Sohle des Brennraums sind mehrere Canäle pp angebracht, welche eine Ableitung der Feuchtigkeit bewirken, wenn man den Ofen, um ihn bequemer füllen zu können, bis zur Sohle des Brennraums in die Erde legt; sie sind überflüssig, wenn der Ofen, wie in unserer Zeichnung, über der Erde erhaben ist.

Schwarze Dachziegel, welche an einigen Orten wohl angewandt werden, werden meistens wie die gewöhnlichen rothen Ziegel angefertigt. Man giebt ihnen die schwarze Farbe dann, indem man ganz am Schlusse des Brandes eine Masse grünes Holz in den Ofen wirft und alle Zuglöcher verschließt. Die dampfförmigen Destillationsproducte des Holzes durchziehen den ganzen Ofen und werden in den Poren und an der Oberfläche der glühenden Steine unter Abscheidung von Kohle zerlegt, wodurch die Ziegel schwarz gefärbt werden. Durch Zutritt der Luft wird die Kohle sofort verbrannt und die Ziegel erscheinen wieder roth. Da es außerordentlich schwer ist, die Luft ganz abzuhalten, so gelingt es nicht leicht, auf diese Weise einen Brand gleichmäßig schwarzer Ziegel zu erhalten. Es ist daher weit zweckmäßiger, die Farbe durch Tränken in Theer darzustellen. Zu dem Zweck erwärmt man den Theer in einem eisernen Kessel so weit, bis er vollkommen dünnflüssig geworden ist, und taucht die Ziegel, sobald sie aus dem Ofen kommen, noch möglichst heiß hinein. Sie dürfen nur einen Augenblick im Theer verweilen, weil sie sonst eine zu große Menge davon auffaugen würden; sind sie dabei noch hinreichend warm, so verdampfen die flüchtigen Bestandtheile sehr rasch und die Ziegel sind fast gleich ganz trocken.

Schwarz glafirte Ziegel unterscheiden sich von den gewöhnlichen durch ihr weit gefälligeres Aussehen und ihren schönen Glanz, für alle gewöhnlichen Zwecke sind sie aber zu theuer und werden nur selten angefertigt. Die Ziegel werden dazu auf gewöhnliche Weise geformt und getrocknet, dann mit der Glasur begossen,

wieder getrocknet und gebrannt. Die Glasur besteht aus 20 Th. Bleiglanz und 3 Th. Braunstein, welche auf der Glasurmühle mit Wasser gemahlen und mit fein geschlämmtem Thon vermischt werden; man giebt der Glasur dabei eine solche Consistenz, daß eine Thonkugel darin schwimmt.

Architektonische Verzierungen zur Nachahmung der antiken Baukunst, als Capitälcr für Säulen, Caryatiden u., werden in neuerer Zeit in großer Menge angefertigt. Ein Hauptbedingniß dabei ist, daß sie genügende Festigkeit besitzen, um den Einflüssen der Witterung zu widerstehen und trotzdem, daß sie völlig frei dem Frost, Regen, Sturm ausgesetzt sind, doch die scharfen Kanten ihrer Umrisse behalten. Ihre Masse muß so fein sein, daß sie leicht alle scharfen Linien der Form annimmt, und endlich muß die Masse beim Trocknen und Brennen völlig gleichmäßig schwinden und darf sich nicht verwerfen, wodurch alle geraden Linien zerstört werden würden. Endlich müssen sie nach dem Brennen eine angenehme, reine Farbe haben. Man macht sie entweder aus einem sich roth brennenden Thon, oder als Nachahmung von Sandstein-Sculpturen von weißem, schwach gelblich-grauem Thon. Der Thon muß unter allen Umständen sehr sorgsam bereitet werden, wobei man das Schlämmen nicht umgehen kann. Ein Theil geschlämmtcr Thon wird darauf mit 2 bis 3 Theilen Chamotte gemischt und auf die Thonmühle gegeben. Zur Erreichung einer größern Homogenität wird die aus der Thonmühle kommende Masse in Ballen geformt, geschnitten und zum zweiten Mal in der Mühle geknetet. Die fertige Masse wird zu viereckigen Blöcken geformt und von diesen mit dem Draht Lappen abgeschnitten, welche mit der Hand in Formen von Gips oder gebranntem Thon gedrückt werden. Da die auf die Zubereitung der Masse verwandten Kosten nicht unbedeutend sind, so sucht man diese zu verringern, indem man nur ein dünnes Blatt in die Form bringt, welches dann die Oberfläche des Gegenstandes bildet; die nöthige Stärke erreicht man durch Auftragen von rohem Thon, dessen Farbe ganz unwesentlich ist. Bei der Auswahl dieses Thons ist aber zu berücksichtigen, daß beide, der Thon und die darüber liegende Masse, ganz gleichmäßig, sowohl beim Trocknen als beim Brennen schwinden, was jedoch ohne Zusatz von Chamotte schwer gelingt.

Das Brennen geschieht im Steingutofen, man giebt dabei eine so hohe Hitze, als es der Thon nur ertragen kann, um ihn möglichst dicht und hart werden zu lassen.

Zu den schönsten architektonischen Verzierungen gehören unstreitig die encaustischen Fliesen oder Thonplatten, die mosaikartig durch Einlegen von anders gefärbten Thonarten verziert sind und namentlich als Flurplatten oder als Wandbekleidung in großen Hallen angewandt werden. Ihre Fabrikation, die im Alterthum so sehr blühte, wurde in der berühmten Thonwaarenfabrik von Minton zuerst wieder aufgenommen, seitdem wird sie auch in deutschen Anstalten betrieben. Die we-

sentlichste Schwierigkeit dabei ist, verschieden gefärbte Thonforten zu finden, die beim Brennen absolut gleichmäßig schwinden, da sonst die eingelegten Verzierungen nicht hervorzubringen sein würden. Zu der eigentlichen Masse der Fliesen wird in der Minton'schen Fabrik ein rother Thon angewandt, der sich zu Cobhurst, ungefähr 4 Meilen von Stoke-upon-Trent, findet, dieser wird mit einer dünnen Schicht eines feinern Thons, in der die Verzierungen angebracht werden, überzogen. Da dieser Thon aber weit mehr schwindet, wie die Masse der Fliesen, und diese daher beim Brennen sich krümmen würden, so legt man, um dem entgegenzuwirken, auch auf die Rückseite eine eben so starke Schicht des feinen Thons. Der Thon wird vor der Verarbeitung wenigstens ein halbes Jahr lang dem Einflusse der Witterung ausgesetzt, dann geschlämmt und durch Siebe von allen Unreinigkeiten befreit. Der Schlamm wird durch Abdampfen auf die erforderliche Consistenz gebracht und dann durch Kneten in der Thonmühle gleichmäßig gemacht.

Aus beiden verschiedenen Thonarten werden je nach der Form der Fliesen viereckige oder sechseckige Säulen gebildet und von diesen mit dem Draht Lappen von der erforderlichen Stärke abgeschnitten. Man legt zunächst auf ein Filztuch den Lappen von feinem Thon, welcher die Rückseite der Fliese bilden soll, darüber den Lappen von rohem Thon und auf diesen wieder feinen Thon, vereinigt alle drei durch vorsichtiges Schlagen und bringt sie dann in einem eisernen Kasten in eine Presse, deren Stempel eine Gipsform enthält, auf welcher die Verzierungen der Fliesen erhaben gearbeitet sind, die sich daher in den weichen Thon eindrücken. Gleichzeitig werden in die Rückseite viele kleine Löcher gepreßt, welche das Austrocknen befördern und bei der Befestigung nach dem Brennen das Anhängen des Mörtels erleichtern. Sobald die gepreßten Fliesen etwas erhärtet sind, gießt man die Thonmasse, welche die Verzierungen ausfüllen soll, in Form eines dicken Breies über die ganze Oberfläche aus (Fig. 1259). Nach ungefähr 24 Stunden ist dieser hinreichend erhärtet, um das Ueberflüssige fort-

Fig. 1259.



nehmen zu können. Die Fliese wird zu dem Zweck auf eine kleine Handscheibe gelegt und eine scharfe Klinge fest darauf gesetzt. Indem man dann die Scheibe in Bewegung setzt, schabt man die Oberfläche fort, wodurch die Zeichnung wieder zu Tage tritt. Die Fliese wird darauf sauber vollendet, die Kanten beschnitten, etwa erforderliche Ausbesserungen vorgenommen und ungefähr eine Woche lang in einem mäßig geheizten Raum ge-

trocknet, worauf sie in einen stärker geheizten Trockenofen gebracht wird und dort 2 bis 3 Wochen verweilt. Das Brennen geschieht in Kapseln im Steingutofen und erfordert ungefähr 60 Stunden. Vor dem Entleeren läßt man den Ofen 6 Tage lang abkühlen. Die Masse schwindet sehr bedeutend, die Fliesen, welche nach dem Brennen 6 Zoll groß sein sollen, müssen daher $6\frac{1}{2}$ Zoll groß geformt werden.

Drainröhren. Mit dem großen Fortschritt der Landwirthschaft ist auch für die Thonwaarenfabrikation ein neuer Zweig entstanden, es ist die Anwendung langer runder Röhren zur Ableitung der zu großen Bodenfeuchtigkeit. Da diese Röhren fortwährend der Masse ausgesetzt sind, so müssen sie, um sie vor der Zerstörung zu schützen, aus einem guten Thon angefertigt sein und so scharf gebrannt werden, daß sie zwar noch völlig porös bleiben, aber doch eine solche Härte erlangen, daß sie beim Zusammenschlagen schwach klingen. Der Thon muß ziemlich fett sein und muß in steifem Zustande verarbeitet werden, weil sonst die Wände der Röhren zusammenfallen würden. Bei dem billigen Preise der Röhren ist ein Schlämmen meistens zu kostspielig und wird durch Treten und Schneiden ersetzt. Je sorgfältiger dieses geschieht und je vollkommener alle Steine und Unreinigkeiten entfernt werden, um so sicherer ist die weitere Fabrikation, um so weniger unbrauchbare Röhren wird man erhalten. Es ist empfohlen worden, den Thon durch Siebe mit kreisrunden Löchern zu pressen, haben diese Löcher aber einen Durchmesser von weniger als $\frac{1}{2}$ Zoll, so ist die Arbeit wenig billiger, als das Schlämmen, weil sie zu große Kraft erfordert, bei einem Durchmesser von $\frac{1}{2}$ Zoll und mehr gehen aber eine Masse von Steinen mit durch. Da, wo es irgend einzurichten ist, ist das Schlämmen nicht genug zu empfehlen, der Schlamm muß dann aber gut getrocknet und auf der Thonmühle ganz homogen gemacht werden.

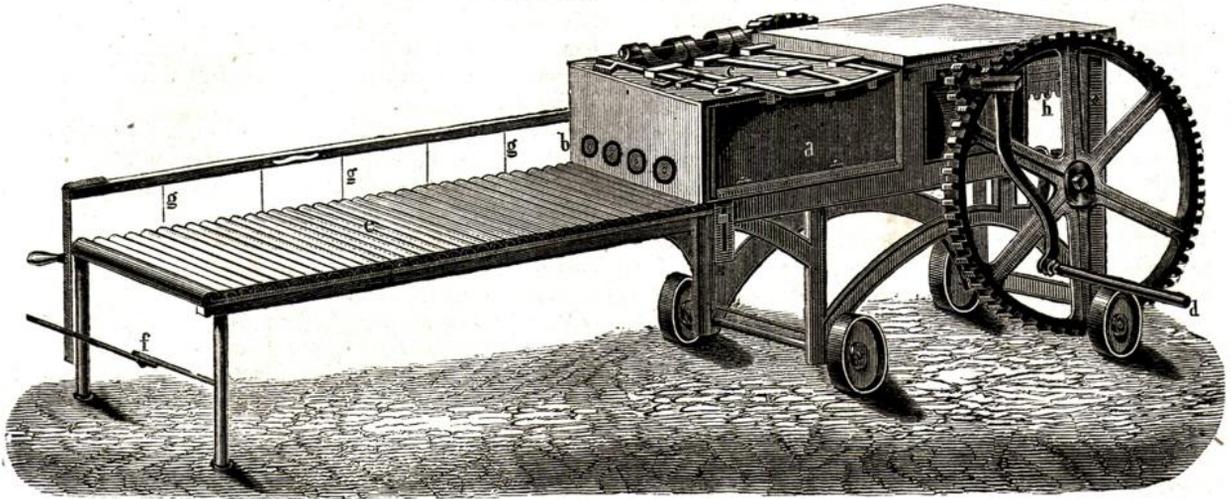
Das Formen kann nur mit Maschinen vorgenommen werden, Unreinigkeiten im Thon können dabei nur mit größter Schwierigkeit beseitigt werden und bewirken lästige Störungen im Betriebe, was bei Anwendung von geschlammtem oder sonst sorgfältig bearbeitetem Thon nicht zu befürchten ist. Die Zahl der empfohlenen und wieder aufgegebenen Maschinen zum Pressen der Röhren ist sehr groß. Am besten haben sich zwei verschiedene Systeme bewährt, die von Whitehead und von Clayton. Beide werden von Menschenhand getrieben.

Die Whitehead'sche Drainröhrenpresse (Fig. 1260) hat einen viereckigen, aus drei feststehenden Seiten gebildeten Kasten *a*, die anderen drei Seiten sind beweglich. Die vordere wird durch die Vorsatzform *b*, welche für Röhren von $1\frac{1}{4}$ bis 6 Zoll Durchmesser eingerichtet ist und nach Bedürfnis gewechselt werden kann, die obere durch den Deckel *c*, welcher beim Füllen in die Höhe geklappt wird, und die hintere durch den beweglichen Stempel gebildet. Dieser Stempel ist an einer starken Zahnstange *h* befestigt, wird durch ein entsprechendes Räderwerk in den Kasten hineingeschoben, sobald an der Kurbel *d* gedreht wird, und durch andere Räder auf der entgegengesetzten Seite des Kastens nach Ausrücken der Betriebswelle schnell wieder zurückgezogen, wenn der Kasten leer ist. Im ersten Falle treibt er den

in dem Kasten befindlichen Thon in einem ununterbrochenen Ströme und in Form langer Röhren heraus,

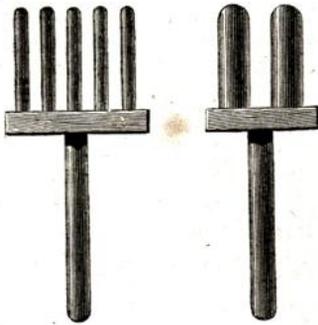
welche sich auf dem Rollbette *e* fortschieben. Zweckmäßig ist es, die Länge des Rollbettes so einzurichten,

Fig. 1260.



daß die ganze Kastenfüllung mit einem Male darauf Platz findet. Doch setzt das möglichst steifen Thon voraus, weil die Röhren sonst ganz zusammenfallen. Die Vorrichtung schneidet mittelst feiner, eingespannter Messing- oder Kupferdrähte *gg* die langen Röhren in beliebig kurze Enden, welche dann mit passenden Gabeln (Fig. 1261), bei denen die Zahl und der Durchmesser der Zinken

Fig. 1261.



und der Weite der eben ausgepreßten Röhren entspricht, abgenommen und nach dem Trockenplatze hingetragen werden.

Die Vorzüge dieser Maschine bestehen in der Größe des Thonbehälters, welche ein zu häufiges Öffnen und Füllen des Kastens nicht nothwendig macht, in dem leichten und sichern Verschlusse dieses, in der Einrichtung des Räderwerks, in der Stärke des ganzen Baues und in der Länge des Rollbettes.

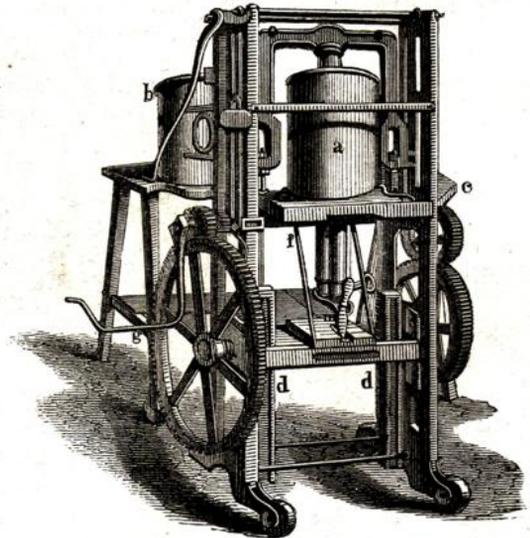
Whitehead hat diese Maschine auch doppelwirkend, d. h. mit zwei Kästen eingerichtet. An jedem Ende der Zahnstange ist dann ein Stempel befestigt, und beim Zurückgehen dieser wird aus dem zweiten Kasten eben so gepreßt, wie beim Hingehen aus dem ersten; allein die Leistungsfähigkeit dieser Maschine entspricht der dazu erforderlichen größern Arbeitskraft nicht, sie ist deshalb auch nicht zu empfehlen.

Alle übrigen Maschinen mit horizontaler Pressung stehen der eben erwähnten nach. Für kleinern Betrieb ist die William'sche ganz brauchbar, doch muß sie stärker konstruirt sein, als es die ersten aus England zu

uns herübergekommenen Originale waren, auch ein längeres Rollbett erhalten. Sie giebt übrigens höchstens $4\frac{1}{2}$ zöllige Röhren. Unsere Maschinenbauer haben hier und da kleine Veränderungen und Verbesserungen angebracht, die aber auf die Sache selbst keinen wesentlichen Einfluß haben und daher hier übergangen werden können.

Bei allen diesen Maschinen kann, so lange das Füllen des Kastens mit frischem Thon dauert, nicht gepreßt werden. Um die Zeit dieser Unterbrechung möglichst abzukürzen, konstruirte Clayton eine andere Drainröhrenpresse, welche Fig. 1262 darstellt. Dieselbe hat

Fig. 1262.



anstatt des liegenden Kastens der vorigen einen stehenden Cylinder *a*. Der an dem Bügel *ee* befestigte Stempel wird an zwei Zahnstangen *dd* auf und nieder bewegt. Der Cylinder steht auf der festliegenden Form-

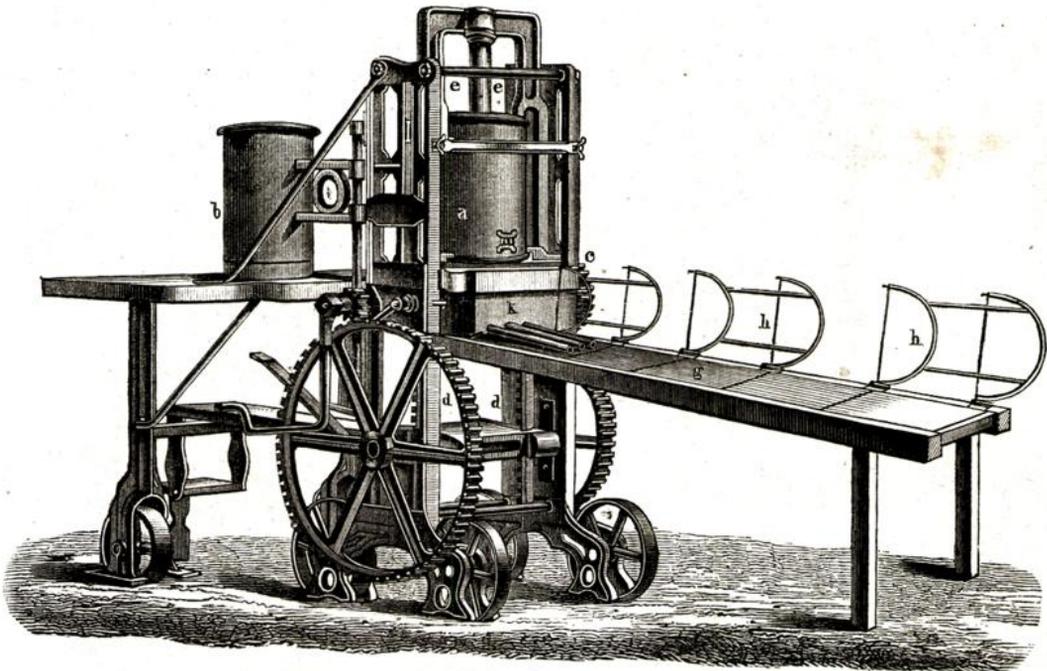
platte. Die Röhren treten aus dieser senkrecht herabhängend hervor. Sie werden durch die Vorrichtung *f* mit einem feinen Draht horizontal abgeschnitten.

Während der Cylinder *a* leer gepreßt wird, wird ein zweiter, *b*, gefüllt. Derselbe steht während dieser Arbeit auf dem kleinen, zur Seite befestigten Tische *c* und ist durch eine Scharniervorrichtung so mit dem Gestelle der Maschine verbunden, daß er bloß herumgeschoben zu werden braucht, um an die Stelle von *a* gesetzt zu werden. Ist dieser leer, so wird das zum Pressen benutzte Räderwerk aus- und auf der entgegengesetzten Seite der Maschine ein anderes eingerückt, durch welches der Stempel schnell in die Höhe und aus dem Cylinder herausgehoben wird. Dann wird durch einen mit dem Fuße beweglichen Hebel der Cylinder *a* von der Formplatte abgehoben, an der Scharnierstange herumgedreht und auf den zweiten, auf der andern Seite befindlichen Tisch *c* gestellt, *b* durch einen zweiten Hebel vom Tisch abgehoben und auf die Form und unter den Stempel gestellt, so daß das Pressen wieder beginnen kann. Die Vorrichtungen zu diesen verschiedenen Manipulationen sind sehr bequem und das Umwechseln der Cylinder geht sehr schnell von Statten. Während dann *b* leer gepreßt wird, wird *a* wieder gefüllt.

Zur Anfertigung größerer Röhren ist diese Maschine ganz ausgezeichnet. Die senkrecht herabhängenden Röhren, welche mittelst einer je nach ihrer Zahl ein-, zwei- oder mehrzinkigen, kurzstielligen Gabel *m* nach dem Abschnitten abgenommen werden, bleiben rund, an den Enden möglichst rechtwinklig und bedürfen der Nacharbeit viel weniger als die horizontal gepreßten, welche durch ihr eigenes Gewicht immer etwas zusammenfallen und namentlich am Abschnitt gar zu leicht schief gerathen. Auch lassen sich mit der Clayton'schen Maschine 7zöllige Röhren noch besser machen, als auf der Whitehead'schen die 6zölligen.

Röhren von geringem Durchmesser lassen sich zwar auch sehr gut damit fabriciren, allein es gehört, da nach dem Herauspressen einer Röhrenlänge jedesmal behufs des Abscheidens angehalten werden muß, ein sehr gewandter und rascher Abnehmer dazu, wenn die vielen, eben durch dies wiederholte Anhalten verursachten Unterbrechungen nicht verzögernd auf die ganze Arbeit einwirken sollen. Darum hat schon Clayton selbst die Maschine für die Fabrication der engeren Röhren dadurch verbessert, daß er statt der Formplatte einen Kasten (Fig. 1263) *k* fest hineingehängt hat, an welchem die Form seitlich angebracht ist. Aus demselben treten die

Fig. 1263.



Röhren, wie bei der Whitehead'schen, horizontal hervor. Sie schieben sich auch auf dem Rollbette eben so vorwärts und werden durch die Vorrichtung *hh* in kürzere Enden zerschneiden.

Die größeren Maschinen, welche den Thon ununterbrochen aufnehmen, rotirend durcharbeiten und durch Walzen oder Schrauben weiter- und durch die Vorzugsform hindurchtreiben, sind nur in sehr großen Fabriken und bei ganz tadelfreiem Thon anwendbar; auch wird der Vortheil der ununterbrochenen Pressung durch die

zum Betriebe erforderliche unverhältnißmäßig große Kraft vollständig wieder aufgehoben.

Bei der Wahl der anzuwendenden Maschinen ist neben der Leistungsfähigkeit derselben und dem dadurch bedingten Preise auch die Größe der Röhren, deren man später bedarf, zu berücksichtigen.

Nachdem die Röhren gepreßt und in kürzere Enden geschnitten sind, werden sie fortgetragen und auf die dazu eingerichteten Gerüste neben einander gelegt. Zugluft in den Trockenräumen ist gewöhnlich nicht gut.

Die Röhren betrocknen an den Enden zu schnell, während sie in der Mitte noch zu weich bleiben, und lassen sich dann nicht gut weiter bearbeiten. Ueberdies werden sie krumm. Sie müssen, um dies zu verhüten, umgedreht und, wenn sie es vertragen, in mehreren Schichten über einander aufgepackt werden.

Haben sie einen gewissen Grad der Steifigkeit erreicht, so werden 1- bis 3zöllige Röhren gerollt. Dies geschieht auf einem eigenen dreibeinigen Rolltisch, dessen Platte 30 Zoll lang, 14 bis 15 Zoll breit ist. Das Rollholz wird durch die zu rollende Röhre hindurchgesteckt, mit beiden Händen festgehalten und über dem Tisch hin- und hergezogen. Die Röhre dreht sich hierbei um das Holz herum und wird dadurch rund und glatt. Demnächst wird dieselbe von dem Rollholz herabgezogen und erst mit dem einen, dann umgedreht mit dem andern Ende auf dem Tisch leicht aufgestoßen, so daß auch die Enden gerade und glatt werden, und dann in fünf oder sechs Reihen dicht neben und über einander gelegt, bis sie vollständig trocken sind. Das Trocknen geschieht dann zwar langsam, die Röhren bleiben aber so gerade als möglich. Die größeren Röhren, welche nach dem Pressen auf den Kopf gestellt, nicht hingelegt, und nachdem das obere Ende etwas angefeist, umgedreht waren, werden gestöpft, d. h. mit einem halben Rollholz, welches oben einen vorstehenden Rand hat, von beiden Enden zu ausgedreht. Sie werden dadurch wieder rund und an den Abschnitten glatt und winkelfrecht. Dies Stöpfeln ist um so nothwendiger, je mehr sie bei horizontaler Pressung zusammengelassen, also oval geworden und je schiefere dabei die Abschnitte gerathen waren. Nach dem Stöpfeln können die größeren Röhren auf die Seite gelegt und in mehreren Reihen zum vollständigen Austrocknen auf einander gepackt werden. Dieses Nacharbeiten der Drainröhren ist durchaus nothwendig, damit sie sich dicht an einander legen lassen, weil nur durch möglichst enge Stößfugen Sicherheit gegen das Zuschlammern durch Trieb sand, Schlief oder dergleichen zu erzielen ist. Das Trichtern der Röhren schützt hiergegen eben so wenig, als die Anwendung von Muffen.

Nachdem die Röhren getrocknet, werden sie gebrannt. Dies geschieht in den allerverschiedenartigsten Defen, entweder zusammen mit Mauer- und Dachsteinen in gewöhnlichen Ziegelföfen, oder allein in eigenen Drainröhrenöfen. Es scheint dabei wirklich weniger auf die Construction dieser Defen, als auf die Geschicklichkeit des Zieglers anzukommen. Als Feuermaterial werden Holz, Torf, Steinkohlen u. s. w. benutzt, doch müssen die Defen für Feuerung mit Torf oder Steinkohlen mit Rosten versehen sein.

Die Drainröhrenöfen werden übrigens nach denselben Principien und nur nach geringeren Dimensionen eingerichtet, wie die Ziegelföfen. Man hat stehende und liegende Defen.

Die Röhren mögen in einem Ofen gebrannt werden, in welchem sie wollen, ihre Brauchbarkeit hängt immer von ihrer vollständigen Gaare ab. Nur vollständig ausgebrannte Röhren gewähren die Sicherheit einer genügenden Dauer (Vincent).

Sohlziegel der verschiedensten Art, bestimmt, entweder nur ein leichtes Mauerwerk zu geben, oder um in

den Wänden gleich Schornsteine oder Ventilationscanäle zu bilden, werden mit denselben Pressen hergestellt, wie die Drainröhren, nachdem man nur die Pressformen oder Schablonen vertauscht hat.

Wasserkühler, Alcarazzas, Hydrocerames. Diese Geschirre haben in unseren nördlichen Gegenden wenig Interesse, sie bilden dagegen in allen heißen Ländern eines der unumgänglich nothwendigsten Bedürfnisse eines jeden Haushalts. Es sind Flaschen oder Krüge von Thon, welche so locker sind, daß sie das Wasser ganz langsam durch ihre Poren hindurchfließen lassen und dadurch immer feucht erscheinen. Durch die rasche Verdunstung dieser dünnen Wasserschicht wird die in ihnen enthaltene Flüssigkeit kühl und frisch erhalten. Ihre Porosität darf daher nicht so groß sein, daß sie förmlich als Filter wirken, sondern ihre Masse muß so fein sein, daß sie trotz der raschen Verdunstung nur äußerlich feucht bleiben. Der Grad der Abkühlung steht dabei im selben Verhältniß, wie ihre Oberfläche, je größer die verdunstende Fläche, je bedeutender die Abkühlung. Ueber den Grad der Abkühlung sind vielfach übertriebene Angaben gemacht, um diese zu berichtigen, stellte Brongnart mehrere Versuche an. Das günstigste Resultat erhielt er mit einem Kühler aus verglüheter Porzellanmasse, der bei einer Lufttemperatur von 24° mit Wasser von 18° gefüllt und an einem offenen Fenster vier Stunden lang dem Luftzuge ausgesetzt war. Die Temperatur des Wassers war dabei auf 14,5° gesunken. In heißen Ländern, wo die Verdunstung rascher ist, und namentlich da, wo man auf den Gebrauch von lauwarmem Cisternenwasser angewiesen ist, wird natürlich eine größere Temperaturdifferenz eintreten, es geht aber hieraus hervor, daß die Anwendung der Alcarazzas in allen gemäßigten Klimaten eine unnütze Spielerei ist.

Die nöthige Porosität wird schon durch den Thon selbst erreicht, da dieser bei schwachem Brennen und ohne mit irgend einer Glasur bedeckt zu sein, hinreichend durchdringlich für Wasser ist. Man steigert sie jedoch häufig noch durch Zusatz von feinem körnigem Sand oder sogar durch Kochsalz, welches, nachdem es vom Wasser gelöst ist, zahlreiche kleine Höhlungen hinterläßt. Die in Spanien angefertigten Kühler bestehen nach d'Arce aus einem Thon, der bis zu 60 Proc. kohlen-sauren Kalk enthält. Der Thon wird sorgfältig bearbeitet und mit 5 Proc. seines Gewichts Kochsalz vermischt, welches vorher scharf getrocknet und fein gepulvert ist. Sie werden zuerst im Schatten, später an der Sonne getrocknet und sehr schwach gebrannt.

Zu derselben Gattung von Thongeschirren gehören die porösen Zellen für galvanische Apparate. Sie werden aus einem feinen Thon gefertigt, der aber keinen Kalk enthalten darf, da sie beständig mit concentrirten Säuren in Berührung sind. Man erhöht ihre Porosität häufig durch Zusatz von feinen Sägespänen, die beim Ausglühen verbrennen.

Blumentöpfe. Bei diesen Gegenständen, die in außerordentlich großer Masse angefertigt werden, kommt es wesentlich darauf an, daß sie bei einer nicht unbedeutenden Porosität doch genügend stark seien, um dem anhaltenden Einfluß der Feuchtigkeit zu widerstehen. Man macht sie meistens aus Löpferthon, der durch Zusatz

von Sand so weit entsetzt wird, als er verträgt. Sie werden auf der Scheibe aus freier Hand gedreht und im gewöhnlichen Töpferofen gebrannt. Ihre Dauer hängt wesentlich vom Brande ab; häufig findet man solche, die fast bei der ersten Berührung unter den Händen zerfallen, während gut gebrannte Töpfe bis zu zwanzig Jahren halten können. Nie darf aber das Brennen bis zu einer Verglasung des Thons gehen, da dadurch gerade ihre wesentlichste Eigenschaft, die Porosität, zerstört werden würde. Eben so fehlerhaft ist es, was auch wohl vorkommt, wenn die Töpfe glasirt werden. Einzelne wird auf ihre Fabrikation größere Sorgfalt verwendet, sie werden dann durch Anbringung von Reliefverzierungen zu Luxusgegenständen gemacht.

Die wichtigsten Gegenstände dieser Classe von Thonwaaren haben wir erwähnt. Es gehören aber auch hierher die meisten der altgriechischen, römischen, ägyptischen Geschirre, soweit sie ohne Glanz sind, ferner die gallischen, germanischen Ursprungs und viele rohe Töpferarbeiten der Gegenwart, die von den halbcivilisirten Völkern Südamerikas angefertigt werden, deren Beschreibung aber weit über die Grenze dieses Werks gehen würde.

Zweite Abtheilung. Glänzende Thonwaaren von weicher Masse. Die Glasur dieser Gegenstände unterscheidet sich so wesentlich von allen übrigen Glasuren, daß Brongniart dafür einen eigenen Namen vorschlug, er nennt sie Lustre. Es war dieses die einzige den Alten bekannte Glasur, die Kenntniß ihrer Anfertigung ist uns verloren gegangen und bis jetzt noch nicht wieder aufgefunden worden. Sie besteht im Wesentlichen aus Kieselsäure, die durch Zusatz eines Alkalis schmelzbar gemacht und immer durch ein Metalloxyd gefärbt ist. Die Farbe ist entweder absichtlich hinzugesetzt oder aus der Masse aufgenommen. Im erstern Falle kann sie ziemlich dick sein. Es ist dies die fälschlich so genannte Glasur oder Emaille der Aegypter, mancher morgenländischen Steine, Platten, Ziegel. Im zweiten Falle ist sie so dünn, daß man sie nicht von dem Gegenstand, welchen sie bedeckt, entfernen kann. Es ist dies der Lustre der römischen Töpfer und namentlich der schwarze Lustre der griechisch-campanischen Geschirre und der eigentlich griechischen Töpfereien.

Die Hauptcharaktere dieser Abtheilung sind: feine, homogene Masse, porös, auf dem Bruche matt; weich und von dumpfem Klang; undurchsichtig, mehr oder weniger röthlich, gelb, grau gefärbt.

Oberfläche glänzend durch einen glasigen, sehr dünnen, alkalihaltigen, röthlichen oder schön schwarzen Anflug.

Formen sehr sorgfältig gearbeitet, auf der Scheibe oder in Formen.

Nur einmal bei niedriger Temperatur gebrannt, in einfachen Oefen, ohne Kapseln.

Die Masse schmilzt bei ungefähr 40° Wedgwood. Es gehören in diese Abtheilung alle antiken Geschirre, welche sich durch ihre glänzende Oberfläche auszeichnen, und zwar die römischen, ägyptischen, etruskischen, und die verschiedenen Arbeiten Griechenlands und seiner Colonien.

Bei dem rein geschichtlichen Interesse dieses Gegenstandes müssen wir auf Brongniart's classisches Werk verweisen.

Dritte Abtheilung. Weiche Masse mit Bleiglasur. Gewöhnliches Töpfergeschirr.

Masse homogen, weich, von erdigem Bruch, porös; undurchsichtig, gefärbt, mit einer starken, durchsichtigen, farblosen oder farbigen, bleiischen Glasur bedeckt.

Sie besteht aus Töpferthon, Thonmergel, Lehm und Sand. Enthält daher immer Eisenoxyd und Kalk. Ist meistens bei niedriger Temperatur schmelzbar.

Glasur fast ohne Ausnahme bleihaltig.

Die Fabrikation ist roh und nur auf massenhafte Production berechnet. Das Formen geschieht immer auf der Scheibe, fast ohne alle Hülfsmittel.

Der Brand wird in den meisten Fällen in einem Feuer beendet, nur selten wird zweimal gebrannt. Die Temperatur bleibt dabei zwischen Dunkelrothgluth und Hellrothgluth.

Der Ofen ist ein liegender halbcylindrischer oder halbovaler Flammofen, der manchmal in der Hälfte seiner Länge durch eine gitterförmige Mauer in zwei Räume getheilt ist. Der Einsatz im Ofen geschieht auf möglichst einfache Weise, ohne Kapseln oder Unterlagen. Die Glasur klebt gern beim Schmelzen die einzelnen Stücke zusammen, die hieraus erwachsenden nachtheiligen Folgen müssen daher durch vorsichtiges Einsetzen, so weit es thunlich ist, vermieden werden, indem der Boden aller Gefäße frei von Glasur gelassen und für möglichst wenig Berührungstellen gesorgt wird.

Die Hauptvorzüge dieser Geschirre bestehen darin, daß sie dem Temperaturwechsel gut widerstehen, daß sie also zum Kochen zu gebrauchen sind und allen übrigen Ansprüchen der Küche genügen, und daß sie zu sehr billigem Preise herzustellen sind.

Bei der porösen Beschaffenheit ihrer Masse würden sie alle Flüssigkeiten, Fett u. hindurchsickern lassen, wenn sie nicht durch eine starke Glasur undurchdringlich gemacht würden. Sobald die Glasur irgendwie beschädigt ist, geht unfehlbar das ganze Geschirr verloren, da es auf keine Weise mehr rein zu erhalten ist. Es ist daher auf die Darstellung der Glasur die größte Sorgfalt zu richten. Aber noch von einer andern Seite ist die richtige Beschaffenheit der Glasur sehr zu beachten. Ihr wichtigster Bestandtheil ist das Bleioxyd, welches als solches aufgetragen wird und sich erst beim Brennen mit der Kieselsäure und den übrigen Silicaten verbindet. Im freien Zustande ist es ein sehr heftiges Gift und wird leicht von allen Pflanzensäuren, Essig u., die mit den Geschirren täglich in Berührung kommen, gelöst und in den Körper übergeführt. Wenn es aber mit Kieselsäure zu einem Bleiglase verbunden ist, ist es vollkommen unschädlich, indem das Bleiglas nicht mehr durch verdünnte Säuren zersetzt wird. Diese Gefäße können daher, wenn der Glasur zu viel Bleioxyd zugesetzt ist, oder wenn sie nicht gaar gebrannt sind, sehr nachtheilige Folgen herbeiführen; ist aber das Bleioxyd im richtigen Verhältniß zugesetzt und sind die Waaren scharf genug gebrannt, so hat man bei ihrer Anwendung nichts zu fürchten. Und im Allgemeinen kann man wohl sagen, daß diese

Bedingungen erfüllt werden. Beim Ankauf der Geschirre sehe man nur darauf, daß sie hart genug gebrannt sind, wovon man sich am einfachsten durch ihren Klang überzeugt.

Die Masse dieser Geschirre besteht meistens aus gewöhnlichem Töpferthon, den man, wenn er zu fett ist, mit feinem Sand vermischt, meistens bewirkt man aber die Entfettung durch Zusatz anderer magerer Thonsorten, wodurch man zugleich in den meisten Fällen eine Verbesserung der Eigenschaften der Masse erreicht. So haben manche Thonarten die unangenehme Eigenschaft, die Glasur vollständig aufzusaugen, was wohl durch einen Mangel an Basen und einen Ueberschuß von Kieselsäure bewirkt wird. Setzt man dann eine Thonsorte hinzu, die viel Kalk enthält, so wird die Kieselsäure sich mit diesem verbinden, ohne mehr die Glasur zu beschädigen. Durch das Vermischen mehrerer Thonsorten hat man außerdem den Vortheil, beliebig verschiedene Farben der Masse geben zu können, je nach dem Vorwalten der einen oder der andern Sorte. Der Zusatz der mageren Thonsorten darf aber nie zu weit getrieben werden, da sonst die Masse, welche ohnehin eine gewisse Steifheit haben muß, hart und trocken erscheinen würde, so daß sie sich nicht mehr auf der Scheibe bearbeiten ließe. Eine zu fette Masse bietet beim Formen allerdings manche Leichtigkeit, die daraus hergestellten Gefäße schwinden beim Trocknen und Brennen aber sehr, verwerfen sich leicht und haben außerdem den Nachtheil, daß sie später keinen Temperaturwechsel ertragen und leicht beim Erhitzen zerspringen.

Der Thon wird in dem Zustande, wie er aus der Grube kommt, in einem gemauerten Behälter mit Wasser angefeuchtet, welches so oft wiederholt wird, bis die Feuchtigkeit ihn ganz durchdrungen hat. Durch Umstechen mit der Schaufel sucht man die verschiedenen Sorten, so gut es angeht, zu vermischen und läßt ihn dann wo möglich während eines Winters der Frostkälte ausgesetzt. Kann man dieses nicht einrichten, so nimmt man die feuchte Masse aus dem Thonsumpf und reinigt sie zuerst durch Treten, wobei auch schon eine weitere Mischung herbeigeführt wird. Darauf bildet man einen kegelförmigen Haufen daraus und schneidet diesen mit einer Messerklinge zu feinen Spänen, die darauf zusammengetreten oder mit den Händen in kleinen Portionen so lange gefnetet werden, bis die Masse vollkommen gleichmäßig geworden und von Unreinigkeiten befreit ist.

Beim Drehen hat der Töpfer kein anderes Hülfsmittel, als höchstens ein Kerbholz, auf dem die Dimensionen der Arbeitsstücke eingeschnitten sind. Er arbeitet gewöhnlich mit einem Burschen gemeinschaftlich, der dann die fertige Masse in Ballen von der erforderlichen Größe zu theilen und die fertigen Arbeitsstücke fortzutragen hat.

Das Trocknen geschieht meist in dem Arbeitsraume selbst, auf Gestellen, die an den Wänden und unter der Decke angebracht sind. Nach dem Trocknen wird entweder gleich die Glasur aufgetragen, oder man bedeckt die Geschirre vorher mit einem Beguß von feinerem Thon, der die Farbe der Masse verdecken soll. Für weiße oder gelbliche Geschirre wendet man dazu Weisen-thon, für braune, von denen das Bunzlauer Geschirre

am bekanntesten ist, einen sich braun brennenden Thon an, zu Bunzlau verwendet man dazu den blutrothen Begußthon von Neuand. Diese Thone werden geschlämmt und durch Absetzen von der größten Menge des Wassers geschieden. Der sich dann am Boden der Schlämngruben ablagernde Brei wird gleichmäßig angerührt und kann unmittelbar gebraucht werden. Dabei gießt man eine Quantität davon in die recht lufttrocknen Geschirre und läßt den Ueberschuß sofort wieder ausfließen, ehe eine Erweichung der Masse eintreten kann. Durch die dünne Schicht des rein weißen oder braun gefärbten Thons erhalten die Gefäße nach dem Glastren und Brennen eine weit gefälligere Farbe als ohne dieselbe.

In ganz einzelnen Fällen pflegt man die Geschirre vor dem Auftragen des Begusses und der Glasur zu verglühen. Die dadurch erlangten geringen Annehmlichkeiten dürften indessen kaum die bedeutenden Kosten dieses Verfahrens aufwiegen, es sei denn, daß man seinen Ofen so einrichtet, daß ein bestimmter Raum derselben, zu entfernt von der Feuerung, um Geschirre gaar brennen zu können, zum Verglühen benützt wird, daß also das Verglühen ohne alle Kosten nur durch sonst verlorene Wärme geschieht. Entschieden verkehrt ist es aber, wenn man irgend einen Raum im Ofen zum Verglühen benützt, wo man noch gaar brennen kann. Der Zweck des Verglühens ist nur, die Geschirre vor dem Erweichen zu schützen, ein nur einigermaßen geschickter Töpfer wird aber so leicht keine Geschirre durch den Beguß oder die Glasur verderben.

Die Glasur wird auf sehr verschiedene Weise aufgetragen, durch Eintauchen, durch Beguß, durch Bestäuben. Das Eintauchen der ungebrannten Masse muß sehr vorsichtig geschehen, weil sonst leicht eine Erweichung eintritt, es wird daher auch weit seltener als der Beguß angewandt. Die Glasur wird mit Wasser zur Consistenz eines Rahms angemacht und dann ebenso wie der Thonbeguß aufgetragen. Es ist dabei wohl selbstverständlich, daß der Thonbeguß vorher vollkommen trocken sein muß, da er sonst weggespült werden würde. Das Bestäuben mit Glasur geschieht nur in seltenen Fällen, die feingemahlene trockne Glasur wird in einen Beutel von grobem Zeug oder auf ein feines Haarsieb gegeben und auf die mit Beguß versehenen Gefäße, so lange der Thon noch feucht ist, gestäubt. Dieses Verfahren ist jedenfalls das schlechteste, welches man sich denken kann, und es wäre im Interesse vieler Arbeiter zu wünschen, wenn die Sanitätspolizei energisch dagegen einschritte. Der Unglückliche, welcher zu dieser Beschäftigung verurtheilt ist, steht dabei fortwährend in einer Wolke von Staub, mit jedem Athemzuge zieht er eine Masse Gift ein, welches um so verderblicher und zerstörender auf den Körper wirkt, je feiner die Glasur gemahlen und je unmerklicher der Staub ist. Ein frühes Hinsiechen und elende Leiden sind eine Folge davon. Selbst die Anwendung der flüssigen Glasur ist nicht ohne alle Nachtheile für die Gesundheit, indem die Bleitheile von den Poren der Haut durch die Hände aufgenommen werden und in den Körper gelangen. Doch kann man diesem vorbeugen, wenn man die Berührung der flüssigen Masse mit den Händen möglichst vermeidet.

Die Bestandtheile der Glasur werden auf der Glasurmühle mit Wasser möglichst fein gerieben und dann bis zur Rahmconsistenz mit Wasser verdünnt. Die gewöhnliche Glasur besteht aus 7 Theilen Bleiglätte und 4 Theilen Lehm, doch kann man dieses Verhältniß nicht immer anwenden, man muß sich dabei nach der Beschaffenheit der Masse, nach den Eigenschaften des Thons richten. Nach anderen Vorschriften (nach Schubart h) nimmt man 2 Th. Thon auf 5 Th. Glätte, oder 4 Th. Glätte, 1 Th. Thon, 1 Th. Sand, oder 2 Th. Glätte, 2 Th. Soda, 4 Th. Sand. Einzelne Töpfer gebrauchen statt der Glätte eine entsprechende Menge Bleiglanz, Schwefelblei. Dieses wird im Ofen durch die heiße Luft oxydirt, der Schwefel verbrennt zu schwefliger Säure und das Bleioryd verbindet sich dann mit der Kieselsäure. Der Bleiglanz, welcher nach dieser Anwendung auch Glasurerg genannt wird, wird aber mehr und mehr durch die so wohlfeile Glätte verdrängt.

Farbige Glasuren erhält man durch Zusatz eines Metalloryds, welches mit der Kieselsäure ein farbiges Glas bildet. Von diesen werden von Karmarsch = Heeren folgende Mischungen empfohlen:

Blau: 12 Pfd. Glätte, 9 Pfd. Kieselsand, 4 Pfd. Kochsalz, $1\frac{1}{2}$ Pfd. Smalte.

Grün: 9 Pfd. Glätte, 5 Pfd. Kieselsand, 2 Pfd. Kochsalz, 20 Loth Kupferasche.

Meergrün: 12 Pfd. Glätte, 9 Pfd. Kieselsand, $4\frac{1}{2}$ Pfd. Sand, 1 Pfd. Kupferasche, $\frac{1}{2}$ Pfd. Smalte.

Roth: 12 Pfd. Glätte, 9 Pfd. Kieselerde, 2 Pfd. Eisenvitriol.

Hellroth: 12 Pfd. Glätte, 8 Pfd. Sand, 3 Pfd. Schwefelantimon, 2 Pfd. Eisenvitriol.

Gelb: 12 Pfd. Glätte, 6 Pfd. Sand, $1\frac{1}{2}$ Pfd. Schwefelantimon.

Hochgelb: 10 Pfd. Glätte, $5\frac{1}{2}$ Pfd. Sand, 2 Pfd. Schwefelantimon, 1 Pfd. Hammerschlag.

Braun: 12 Pfd. Glätte, 9 Pfd. Sand, $1\frac{1}{2}$ Pfd. Braunstein, 8 Loth Kupferasche.

Schwarz: 15 Pfd. Glätte, 10 Pfd. Kieselsand, 4 Pfd. Braunstein, $\frac{1}{2}$ Pfd. Kupferasche.

Die farbigen Verzierungen, welche meist ohne allen Geschmack und Kunstfinn, auf die roheste Weise angebracht werden, werden entweder mit dem Pinsel auf die farblose oder farbige Glasur gemalt, oder auf eine sehr einfache Weise aufgegossen. Man bedient sich dazu einer kleinen Blechkapsel, die durch einen Deckel verschließbar ist und unten eine Fülle hat, ähnlich wie die bekannten kleinen Küchenlampen. Die Fülle ist entweder bis auf eine kleine Oeffnung verengt, oder man befestigt daran eine an beiden Enden offene Röhre einer Taubensfeder. Die Kapsel wird mit der sehr dickflüssigen Glasur gefüllt und verschlossen; indem man sie dann über das zu bemalende Geschirr neigt und die Spitze damit in Berührung bringt, fließt eine geringe Menge aus, wie die Dinte aus der Feder, so daß man durch die Bewegung mit der Hand jede beliebige Zeichnung hervorbringen kann.

In den Ofen werden die Geschirre ohne alle weiteren Vorkehrungen eingesetzt, die größten Töpfe kommen zu unterst auf eine Schicht Sand auf der Sohle des Ofens zu stehen, kleinere Töpfe werden in sie hineingeschachtelt und dabei jeder Raum des Ofens so viel als nur möglich

benutzt. Man braucht dabei nicht zu fürchten, den Zug zu verstopfen, wie es beim Einsetzen von Mauersteinen wohl geschehen kann; bei der bauchigen Form der meisten Geschirre findet die Flamme genügend Raum, sich hindurchzuwinden und Alles gleichmäßig zu erhitzen. Die größten Gegenstände werden möglichst in die Nähe des Feuers gebracht und bilden daher die ersten Reihen, auf sie und hinter sie vertheilt man symmetrisch das kleinere Geschirr. Bei dieser unmittelbaren Berührung müssen nothwendig alle mit Glasur bedeckten Stellen zusammenkleben, da die Glasur beim Schmelzen einen nach dem Erkalten erhärtenden Kitt bildet. Um den daraus erwachsenden Schaden möglichst gering zu machen, muß der Töpfer vor Allem darauf sehen, daß so selten wie möglich Glasur auf Glasur kommt, es wird zu dem Zweck gleich Anfangs beim Glasiren die noch flüssige Glasur mit einem Schwamm vom Boden, der am meisten der Gefahr des Anklebens ausgesetzt ist, weggewischt. Eine glasirte Stelle klebt an einer ganz schwach oder gar nicht glasirten Stelle nur so lose an, daß sie nach dem Erkalten ungenießbar leicht zu trennen sind.

Die Töpferöfen sind in den meisten Fällen und bei uns wohl ohne Ausnahme liegende Flammöfen, bei denen das Feuer an der einen, der Schornstein an der andern Seite liegt. Sie sind immer einschürig, d. h. sie haben nur eine Feuerung, der Feuerraum ist vom Brennraum durch eine durchbrochene Mauer getrennt, die jedoch häufig wegbleibt und vor dem Brande durch rohe Steine gebildet wird, so daß diese gleichzeitig mit gebrannt werden. Der Brennraum ist entweder ein längliches Viereck und mit einfachem Lonnengewölbe überspannt, oder elliptisch, sich vom Feuerraum nach der Mitte zu erweiternd und nach dem Schornstein sich wieder verengend, oder nahezu viereckig, mit elliptischem Feuerraum, mit einer Neigung des Gewölbes bis zum Schornstein, oder man giebt dem Ofen eine vom Feuerraum schräg ansteigende Sohle bei bedeutender Länge, so daß er einen langen Feuercanal bildet, der keinen Schornstein mehr bedarf. In seltenen Fällen wendet man auch einen viereckigen stehenden Flammofen mit seitlicher Feuerung an.

Zu den besten Ofen gehört unstreitig der Casseler Ofen, den wir schon früher beschrieben haben (S. 162, Fig. 1258); er kann beliebig mit Holz, Torf, Braunkohlen oder Steinkohlen gefeuert werden.

Ein anderer Ofen ist in Fig. 1264 im Durchschnitt und in Fig. 1265 zur Hälfte im Grundriß gezeichnet. Er ist für Holzfeuerung bestimmt. Der Brennraum *L* ist an der Sohle nahezu viereckig, der Feuerraum *F* verengt sich bedeutend nach dem Schürloch *b* zu. Das Gewölbe steigt gleichförmig vom Schürloch bis zum Scheitel, der an der Rückwand *M* liegt. Der Feuerraum *F* ist vom Brennraum *L* durch eine kleine Brücke *o*, durchbrochen aus feuerfesten Steinen gebaut, getrennt. Beim Einsetzen führt man diese Brücke mit rohen Mauersteinen bis zum Gewölbe fort, so daß dann der Brennraum durch eine Gitterwand ganz von der Feuerung getrennt ist. Unmittelbar an der Sohle liegen an der Rückwand zahlreiche Canäle *C'*, welche die Flamme in den Schornstein *C* leiten. Die Einsahtür *P* wird während des Brandes vermauert. An der höchsten Stelle des Gewölbes ist eine Oeffnung angebracht, welche während

des Brandes geschlossen ist, in die aber nach beendigtem Brande das gebogene Rohr *V* eingefügt wird, um die Hitze in den Schornstein leichter ableiten zu können. Während des Abkühlens wird die Feuerthür *E* fest ver-

Fig. 1264.

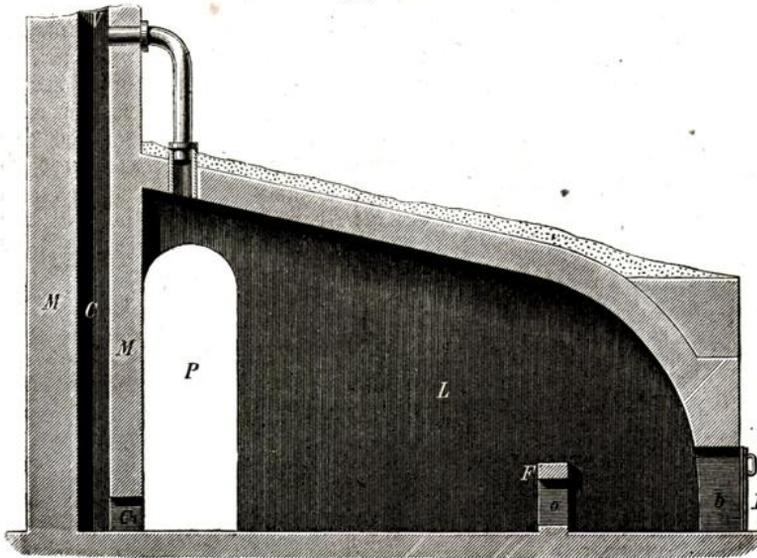
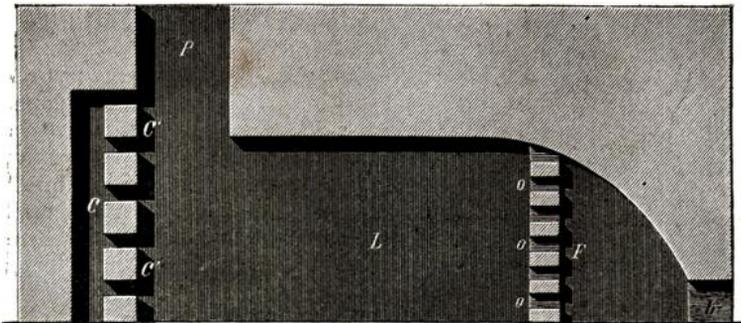


Fig. 1265.



geschlossen; die Abkühlung wird dadurch bewirkt, daß im Schornstein ein doppelter Luftzug entsteht, ein aufwärts gehender, der die Wärme aus dem Rohr *V* fortführt, und ein abwärts gehender, der kühlere Luft durch die Züge *O'* in den Ofen treten läßt. Die Abkühlung muß daher sehr gleichmäßig erfolgen.

Andere Ofen, die ebenfalls zum Brennen der gewöhnlichen Töpfergeschirre angewandt werden, werden wir später bei der Fayence und beim Steinzeug noch Gelegenheit haben zu beschreiben.

Vierte Abtheilung. Emailirte Geschirre. Gemeine Fayence, Majolica, weiße Ofenkacheln. Geschirre aus undurchsichtiger, weißlicher oder gefärbter Masse, weich, von lockerem Gefüge, erdigem Bruch, mit undurchsichtiger, zinnorydhaltiger Glasur.

Die Masse besteht aus Töpferthon, aus Thonmergel und Sand. Die Thonforten werden vor der Anwendung geschlämmt.

Die Glasur ist immer undurchsichtig, bleiisch und zinnorydhaltig.

Das Formen geschieht, ohne große Sorgfalt darauf zu verwenden, bei allen runden Geschirren auf der Scheibe, alle feineren Arbeiten werden auf der Drehbank nachgeessert. Die runden Arbeitsstücke, sowie Henkel *u.*, werden in Gipsformen gebildet.

Das Brennen ist doppelt. Die trocknen Geschirre werden zuerst bei Kirrschroth- bis Hellrothgluth zu Biscuit gebrannt und darauf nach dem Auftragen der Glasur nur bis zu einem wenig höhern Grad erhitzt. Da die Masse bei ungefähr demselben Brenngrade wie die Glasur gaar brennt, so kann man beides in einem Feuer erreichen, wenn nicht in diesem Falle das Auftragen der Glasur zu große Schwierigkeiten machen würde.

Der Ofen ist gewöhnlich ein stehender, rechteckiger, hoher Flammofen mit einer seitlichen Feuerung, oben mit einem halbcylindrischen durchbrochenen Gewölbe überspannt. Er hat in den meisten Fällen nur einen Brennraum.

Die emailirten Geschirre werden entweder auf Thonplatten oder in Kapseln, das rohe Geschirr wird ganz frei eingefügt. Beide werden im selben Ofen und gleichzeitig gebrannt, die emailirten Geschirre werden dabei in den untern, heißesten Theil, die rohen in den obern Theil des Ofens gebracht.

Die gemeine Fayence, welche sehr häufig auch ordinaires Steingut genannt wird, hat im Allgemeinen wenig Festigkeit, nur einzelne Sorten werden so scharf gebrannt, daß sie beim Anschlagen hell klingen. Sie widersteht plötzlichem Temperaturwechsel schlecht und zerspringt beim Erhitzen leicht, ist daher für Kochgeschirre nicht anwendbar.

Die Porosität der Masse wird durch die Dicke der Glasur ausgeessert. Die Glasur selbst ist aber, wenn sie nicht sehr gut bereitet ist und der Zusammensetzung der Masse entspricht, sehr dem Springen und Abblättern ausgesetzt und erfüllt dann nicht mehr ihren Zweck. Durch die vollkommene Undurchsichtigkeit der Glasur wird außerdem die ungünstige Farbe der Masse verdeckt.

Eine Beschreibung des Betriebes der Pariser Fabriken wird genügen, um diesen Zweig der Thonwaarenfabrikation kennen zu lernen. Man stellt dort zwei verschiedene Sorten von Fayence dar, eine weiße und eine braune, von denen die letztere sich sehr gut zur Fabrikation von Kochgeschirren *u.* dergl. eignet, da sie nicht leicht springt. Diese größere Beständigkeit soll durch einen höhern Thongehalt bewirkt werden, da die Sprö-

digkeit erfahrungsmäßig sehr durch den Thonmergel gesteigert wird.

Die Massen werden dort aus folgenden Bestandtheilen zusammengesetzt:

Für braune Fayence:

Plastischer Thon von Arcueil	30
Grünlicher Thonmergel	32
Weißer Kalkmergel	10
Sandmergel oder lehmiger Sand	20
	100

Für weiße Fayence:

Plastischer Thon von Arcueil	8
Grünlicher Thonmergel	36
Weißer Kalkmergel	28
Lehmiger Sand	28
	100

Diese Verhältnisse können aber nur als Beispiele gelten, sie müssen an jedem Orte je nach der Beschaffen-

heit der Thone und Mergel abgeändert werden. Als allgemein gültige Grundsätze für die richtige Zusammensetzung der Masse läßt sich aber Folgendes sagen:

1) Die Mischung von Thon und Mergel muß Thonerde, Kieselsäure und kohlenfauren Kalk in ungefähr nachstehenden Verhältnissen enthalten:

	Braune Fayence.	Weißer Fayence.
Thonerde	35	38
Kieselsäure	58	57
Kohlenfauren Kalk ..	7	5

2) Der weiße Mergel macht die Masse fester, trägt aber auch wesentlich zu ihrem leichtern Zerspringen bei den gewöhnlichen Temperaturwechseln bei.

3) Eine kalkfreie Masse nimmt die Glasur nicht an.

4) Der plastische Thon wird zugesetzt, um das Abblättern der Glasur zu verhindern.

Genauer geht die Zusammensetzung der Fayencemasse (frei von Glasur) aus folgenden Analysen hervor:

	Kieselsäure.	Thonerde.	Kalk.	Magnesia.	Zinnoxyd.	Kohlenäure und Verlust.	Bemerkungen.
1) Italienische Fayence von Lucca della Robbia....	49,56	15,50	22,40	0,16	3,07	8,58	Braust lebhaft mit Säuren.
2) Fayence Majolica....	48,00	17,50	20,12	0,17	3,70	9,46	Braust mit Säuren. Schmilzt zu einem grünlich-gelben krystallinischen Email.
3) Fayence von Bernard Balissy	67,50	28,51	1,52	—	2,05	0,42	Unschmelzbare, mit Säuren nicht brausende Masse.
4) Alt-spanische Fayence ..	46,04	18,45	17,64	0,87	3,04	13,96	Braust mit Säuren, schmilzt wie Nr. 5.
5) Modern-spanische Fayence von Valenzia ...	51,55	20,52	13,64	1,24	2,63	10,42	Braust, schmilzt zu einem concaven, schmutzig grünlich-gelben Email von krystallinischer Textur.
6) Fayence von Manassés bei Valenzia	54,71	18,80	19,69	Spur	2,20	4,60	Die Geschirre waren mit Burgos Lustre bedeckt.
7) Fayence von Delfst ...	49,07	16,19	18,01	0,82	2,82	13,09	Braust und schmilzt wie Nr. 10.
8) Perische Fayence	48,54	12,05	19,25	0,30	3,14	16,72	Braust und schmilzt zu einem durchsichtigen, homogenen, an den Ranten krystallinischen Glas.
9) Fayence von Nevers ..	56,49	19,22	14,96	0,71	2,12	6,50	Braust und schmilzt zu einem schönen, grünlichen, homogenen, durchsichtigen Glas.
10) Fayence von Rouen ...	47,96	15,02	20,24	0,44	4,07	12,27	Braust und schmilzt zu einem durchscheinenden, fäschengrünen Glas.
11) Fayence von Paris ...	61,50	12,99	16,24	0,15	3,01	6,10	Braust und schmilzt zu einem braunen, an den Ranten gelben Glas mit gelben Flecken, krystallinisch.

Aus dieser Zusammensetzung geht hervor, daß die Temperatur, welche zum Gaarbrennen der Geschirre erforderlich ist, nicht hinreicht, um die Kohlenäure aus dem kohlenfauren Kalk vollständig auszutreiben, da sie alle, mit Ausnahme der Fayence von Bernard Balissy, mit Säuren aufbrausen. Da aber zur Sättigung von 56 Th. Kalk 44 Th. Kohlenäure erforderlich sind, so muß immerhin ein großer Theil der Kohlenäure in Freiheit gesetzt sein, während der damit verbunden gewesene Kalk Kieselsäure aufgenommen hat.

Die Glasuren für beide Sorten der Fayence sind undurchsichtig, die braune wird durch einen Zusatz einer großen Menge Thon, die weiße durch Zinnoxyd undurchsichtig. Meistens wendet man beide gemeinschaftlich an, indem die Außenseite der Geschirre mit brauner, die innere mit weißer Glasur bedeckt wird.

Die braune Glasur wird ungefähr in folgenden Verhältnissen gemischt:

Mennige	52	53
Braunstein	7	5
Schmelzbarer Thon	41	42

Der Thon wird meistens in Form von Ziegelmehl angewandt. Die Bestandtheile werden fein gemahlen und mit Wasser zu einem dünnen Schlamm angerührt.

Die Basis der weißen Glasur ist ein Gemenge von Zinnoxyd und Bleioxyd, welches man erhält, indem man die beiden Metalle im richtigen Verhältniß in einem kleinen Flammofen zusammenschmilzt und sie bei gelinder Glühitze zu einer dünnen Schicht ausbreitet, wo sie nach und nach durch den Sauerstoff der frei zutretenden Luft oxydirt werden. Durch gelindes Umrühren und Entfernung der fertig gebildeten Oxyde beschleunigt man die Verbrennung der Metalle sehr. Man unterhält dabei die Hitze so lange, bis das Ganze sich in ein gelblich-weißes Pulver verwandelt hat, in dem man weder durch das Gefühl noch mit dem Auge Me-

talkförmig wahrnehmen kann. Die übrigen Bestandtheile der Glasur werden dann entweder gleich hinzugefügt und mit den Metalloxyden in demselben Ofen geschmolzen, oder man nimmt die Metalloxyde heraus, mischt sie mit dem übrigen Zusatz und schmilzt oder frittet in einem besondern Theile des Brennofens.

Je mehr Zinnoryd die Glasuren enthalten, um so härter werden sie; mit einem steigenden Gehalt an Bleioryd nimmt ihre Weichheit zu. Von den beiden folgenden Mischungen ist daher Nr. I. die härtere, Nr. II. die weichere; die letztere wird aber häufiger angewandt.

	Nr. I.	Nr. II.
Metallasche {10,1 Zinnoryd}	44	{ 8,5 Zinnoryd } 47
{33,9 Bleioryd}			{38,5 Bleioryd}
Mennige	2	—
Sand	44	47
Kochsalz	8	3
Soda	2	3

Der für diese Glasuren bestimmte Sand ist etwas schmelzbar; wenn man diesen nicht zur Verfügung hat und mit reinem Quarzsand arbeitet, so muß man die Flußmittel in etwas größerer Dosis zusetzen, nämlich:

	Nr. I.	Nr. II.
Metallasche {10,3 Zinnoryd}	45	{ 8,1 Zinnoryd } 45
{34,7 Bleioryd}		
Geschlämmt Quarzsand	45	45
Mennige	2	—
Kochsalz	5	7
Soda	3	3

Die Glasurfritte zeigt nicht immer eine weiße Farbe, sie ist sogar manchmal durch Kohlentheilchen fast schwarz gefärbt; nachdem sie dann aber gemahlen und auf die Geschirre aufgetragen ist, brennt sie sich vollkommen weiß. Die zum Fritten der Glasur erforderliche Temperatur wird auf 60—70° W. geschätzt.

Durch Zusatz von Metalloxyden läßt die Glasur sich gelb, grün, gelbgrün oder blau färben, es dienen dazu folgende Vorschriften:

Gelb: 91 Th. weiße Glasur, 9 Th. Neapelgelb (Antimonoryd).

Blau: 95 Th. weiße Glasur, 5 Th. Smalte.

Grün: 95 Th. weiße Glasur, 5 Th. Kupferasche, oder besser Kupferoxydul.

Gelbgrün: 94 Th. weiße Glasur, 4 Th. Kupferoxydul, 2 Th. Antimonoryd.

Biolet: 96 Th. weiße Glasur, 4 Th. Braunstein.

Die Metalloxyde fügt man entweder gleich zu den Bestandtheilen der Fritte oder man stellt zuerst die weiße Glasur dar und vermischt diese erst beim Mahlen mit den Farben.

Beim Einsetzen der mit farbiger Glasur bedeckten Gegenstände muß man vermeiden, solche, die weiß bleiben sollen, unmittelbar daneben zu stellen, da diese sonst durch Verflüchtigung der Metalloxyde gefärbt werden würden.

Die Glasuren werden auf der Mühle mit Wasser fein gemahlen und zu einem dünnen Schlamm verdünnt. Das Auftragen auf die Bisquitmasse geschieht bei allen einfarbigen Geschirren durch Eintauschen. Bei solchen, die außen braun und innen weiß erscheinen sollen,

taucht man die Geschirre zuerst bis zum Rande in die braune Glasur, läßt diese erhärten und gießt dann in das Innere die weiße Glasur, vertheilt diese gleichmäßig durch Umschwenken und gießt alles Ueberflüssige wieder aus. Nach dem Trocknen müssen manche Stellen, an denen die Glasur fehlt, also die Berührungstellen der Hände, mit einem Pinsel nachgebeffert werden, an andern Stellen, am Boden u., muß die Glasur fortgenommen werden. Letzteres geschieht meist mit einer harten Bürste, wobei der Arbeiter aber sehr dem schädlichen Staube ausgesetzt ist.

Bei der Fabrikation werden die einzelnen Bestandtheile der Masse in einer Grube mit Wasser angefeuchtet und mit Schaufeln durchstochen, darauf mit soviel Wasser angerührt, daß die dem Thon beigemengten Steinchen sich in der flüssigen Masse zu Boden setzen können. Den Schlamm trennt man davon durch Ablassen und paßirt ihn außerdem durch ein Sieb, von dem er in flache Behälter geleitet wird, worin ein Theil des Wasser verdunstet oder in die Erde sickert. Das übrige Wasser wird durch Absorption in Gipskasten entfernt. Ist man nicht gezwungen, die Masse sofort zu verwenden, so thut man wohl, sie längere Zeit im feuchten Keller zu verwahren, um sie faulen zu lassen, wodurch ihre Eigenschaften erheblich verbessert werden. Zur Erzielung einer vollkommenen Gleichmäßigkeit wird die hinreichend trockne Masse noch mit den Füßen getreten, geknetet und dann in Ballen geschlagen.

Ueber das Formen ist nichts Wesentliches außer dem oben Erwähnten zu sagen. Es geschieht auf der Scheibe oder in Gipsformen. Man hat dabei nur auf die Schwindung Rücksicht zu nehmen, diese beträgt nach dem Brennen bei den verschiedenen Sorten 10 bis 14 Proc. Die Formen oder die Arbeitsstücke müssen daher um ein Entsprechendes größer gehalten werden. Sobald die Masse hinreichend fest geworden, aber noch nicht getrocknet ist, bringt man die Gegenstände auf die Drehbank, um sie abzarbeiten. Manchmal giebt man ihnen sogar eine Politur durch Abdrehen mit Hornwerkzeugen, dieses ist aber durchaus nicht rathsam, da sich leicht dadurch eine feste Kruste bildet, die später die Glasur nicht gut annimmt.

Beim Trocknen stellt man flache Geschirre, wie Teller u. dergl., zu fünf oder sechs in einander, größere runde Töpfe werden zu je zwei über einander gestellt, so daß die Ränder des obern auf denen des untern ruhen. Durch das Gewicht des obern wird ein Verziehen des untern vermieden.

Zum Formen eckiger oder ovaler Gegenstände bildet man die dazu erforderlichen Lappen nicht durch Auswalzen, sondern man drückt die Masse auf einer Gipsplatte, mit einem beständig feucht gehaltenen Gipsballen, bis zu der erforderlichen Dünne aus.

Zum Brennen dienen theils liegende Flammöfen, von der Art der gewöhnlichen Töpferöfen, theils runde stehende, theils viereckige stehende Öfen mit einer seitlichen Feuerung, wie Fig. 1266 u. 1267 darstellt.

Die Feuerung dieses Ofens ist für Holz berechnet. Der Feuerraum ist daher ohne Kof und bildet eine seitlich, unterhalb des Brennraums liegende Grube *f*, welche durch eine Mauer *a* von dem Aschenraum *c* ge-

trennt wird. Beim Beginn des Brandes füllt man den untern Theil des Feuerraums mit glühenden Kohlen und wirft kleingespaltenes Brennholz darauf. Die Luft

Fig. 1266.

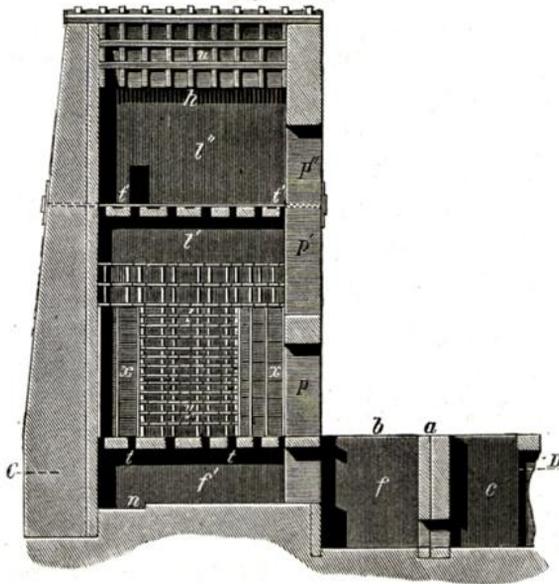
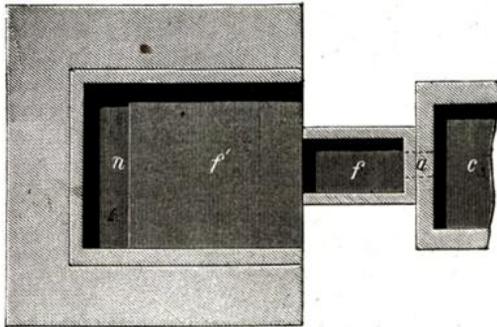


Fig. 1267.



tritt durch das Zugloch im untern Theil der Mauer *a* hinzu und bewirkt rasch ein kräftiges Auslodern des Holzes. Sobald dies geschieht, verschließt man das Zugloch und füllt den ganzen Feuerraum mit großen Klüften bis zu der Oeffnung *b*, die noch davon bedeckt wird. Der Zug der Feuerung wird dadurch umgekehrt. Die Luft tritt bei *b* ein, muß durch das erhitzte Holz und die Kohlen passieren, ehe sie auf den eigentlichen Platz der Verbrennung kommt, und wird dadurch stark erhitzt, so daß sie die Verbrennung sehr befördert und eine reine, rauchfreie Flamme bei *f* in den Ofen treibt. Der Raum *f* dient zur gleichmäßigen Verteilung der Flamme, er ist mit einem durchbrochenen Gewölbe *t* überspannt und über diesem liegt der eigentliche Brennraum *l*. Am hinteren Theile des Raumes *f* ist eine Vertiefung *n* angebracht, in welcher die Bestandtheile der Glasur geschmolzen werden. Im Brennraume werden die mit Glasur zu brennenden Geschirre theils in Kapseln *x*, theils zwischen Thonplatten *y* aufgestellt, im obern Theile des Ofens *l'* wird das trockne Geschirre ohne allen weitem Schutz eingesetzt und dort

zu Bisquit gebrannt. Der eigentliche Ofen wird durch das durchbrochene Gewölbe *t'* geschlossen. Ueber diesem befindet sich noch ein zweiter Raum *l''*, der aber zum Brennen der Fayence nicht mehr Hitze genug erhält, man kann dort jedoch gewöhnliches Töpfergeschirre noch vollkommen gaar brennen. Der ganze Ofen wird durch ein lose eingedecktes Dach *u* geschlossen. Die Einsetzthüren *p*, *p'*, *p''* werden während des Brandes vermauert.

Beim Einsetzen bringt man alle flachen Geschirre, Teller, Schüsseln *u.*, in Kapseln und trennt sie durch Thonstifte, die durch die Außenwand der Kapseln eingeschoben werden. Die Kapseln müssen inwendig sehr sorgfältig glasiert sein, weil sie sonst die Glasur der Geschirre auffaugen würden. Sie werden zu dem Zweck mit einer starken, sehr bleireichen Glasur, die aus Glasurrückständen unter Zusatz von etwas Glätte dargestellt wird, überzogen. Die zwischen den Thonplatten brennenden Geschirre werden durch passende Unterlagen, Stifte, Dreiecke *u.*, getragen, dies ist jedoch nur namentlich in den untern, heißesten Theilen des Ofens erforderlich, wo durch zu große Hitze leicht etwas Glasur abfließt und das Geschirre sekkfitten würde. Die Thonplatten und Säulen, welche sie tragen, werden aus plastischem Thon mit reichlichem Chamottezusatz gemacht, sie werden nicht glasiert.

Die Kapselstöße setzt man vorn und hinten in den Ofen, man läßt sie dann nicht weiter als höchstens zu zwei Drittel der Höhe des eigentlichen Brennraumes reichen. Der zwischen ihnen liegende Raum wird mit den Thonplatten, welche zur Aufnahme der freistehenden Geschirre dienen, ausgefüllt, selbst über den Kapselstößen errichtet man häufig noch solche Plattengerüste, wie vorstehende Figur zeigt.

Bei nicht ganz vorsichtigem Einsetzen kann man durch die Thonplatten leicht den Zug des Ofens verderben, man muß sie daher immer so legen, daß die durch je vier von ihnen gebildete Oeffnung immer gerade unter der Oeffnung der obern Schicht liegt, es entstehen dann im Ofen selbst ebenso viele Schornsteine, als Oeffnungen in den Platten vorhanden sind. Richtet man es dabei so ein, daß diese Art Schornsteine unten mit den Oeffnungen im Gewölbe *t* und oben mit denen im Gewölbe *t'* communiciren, so hat man einen ganz gerade aufsteigenden Zug, dem keine Hindernisse im Wege stehen.

Der ganze Brand dauert in diesem Ofen 27 bis 30 Stunden. Das Vorfeuer dauert 15 bis 16 Stunden, es wird dabei nur mit großen Holzstücken gefeuert. Beim Großfeuer, welches 12 bis 14 Stunden dauert, brennt man dagegen nur klein gespaltenes Holz, welches in abwechselnden Schichten der Länge und Breite nach möglichst regelmäßig in den Heizraum geworfen wird.

Die Leitung des Feuers ist ziemlich schwierig, indem leicht bald der vordere, bald der hintere Theil des Ofens zu stark in Hitze geräth. Man erkennt den Gang des Ofens an dem Aussehen der aus dem Gewölbe *t'* hervordringenden Flamme. Einem fehlerhaften Gange sucht man durch Einwerfen des Holzes mehr in den vordern oder hintern Theil des Feuerraums so gut wie möglich abzuhelfen.

Nach beendigtem Brande läßt man den Ofen 36 Stunden abkühlen und kann ihn dann entleeren.

Die viereckigen Defen werden in allen großen Fayencefabriken jetzt vollständig durch runde stehende Flammöfen, in denen mit Steinkohlen geheizt wird, verdrängt. Diese haben 4 bis 6 einzelne Feuerungen, in gleichmäßigen Abständen von einander rings um den Ofen vertheilt; außerdem liegt noch eine Feuerung unter der Sohle des Ofens und diese mündet gerade im Mittelpunkte. Es sind dies dieselben Defen, in denen die feine Fayence, das englische Steingut und das englische weiche Porzellan gebrannt wird, wir werden sie daher bei diesen beschreiben. Beim Feuern mit Steinkohle müssen alle glasierten Geschirre in dicht verschlossenen Kapseln eingesetzt werden, beim Bisquitbrande sind keine Kapseln erforderlich.

Vom Fortschritte des Brandes überzeugt man sich bei beiden Defen durch kleine Probestücke, welche in Kapseln, ungefähr in der Hälfte der Höhe des Ofens, aufgestellt und von außen zu erreichen sind. Der Brand ist beendig, sobald die Glasur auf diesen ganz gleichförmig eingebrannt ist.

Ofenkacheln. Einer der wichtigsten und zugleich schwierigsten Zweige der Fayencefabrikation ist die Darstellung der weißen Ofenkacheln, da an diese zwei Anforderungen gestellt werden müssen, die die Fayence nur schwierig zu erfüllen im Stande ist. Ihre Masse muß plötzlichen Temperaturwechsel ertragen, ohne zu zerspringen, und ihre Glasur muß so beschaffen sein, daß sie Erhitzung erträgt, ohne Haarrisse zu bekommen. Die letzteren Eigenschaften erfüllt die Glasur der gewöhnlichen Fayence vollkommen, sobald sie auf eine kalkreiche Masse gebracht wird, da der Kalk dann mit den Bestandtheilen der Glasur Verbindungen eingeht und so eine innigere Vereinigung mit der Masse bewirkt. In dem Maße aber, als der Kalkgehalt der Masse gesteigert wird, nimmt auch ihre Sprödigkeit zu und man hat wieder mit dem Zerspringen der Kacheln zu kämpfen. Das einzige Mittel, diesen Uebelständen abzuwehren, besteht darin, eine richtige Auswahl von zu einander passenden Thonen zu treffen und diese mit soviel Sand und Chamotte zu mischen, als sie vertragen, ohne ihre Plastizität zu verlieren. Man thut dann sehr wohl, die Platten, aus denen die Kacheln angefertigt werden sollen, aus zwei Lappen von verschiedenem Material zusammenzusetzen, ähnlich wie bei der Fabrikation architektonischer Ornamente. Der innere dickere Lappen besteht aus einer Masse von Thon und gröblich gepulverter Chamotte und Sand, die durch Treten homogen gemacht sind und einige Monate im feuchten Keller gelegen haben. Für den äußeren Lappen giebt man der Masse einen größeren Zusatz von Thonmergel, mahlt die Chamotte sehr fein und sucht durch alle Hülfsmittel eine möglichst große Homogenität zu erreichen.

Zum Formen dienen Gipskasten, in denen die Verzierungen erhaben oder vertieft enthalten sind. Der Formkasten ist so tief, daß die Wand der Dicke der Kachel entspricht. In den Kasten bringt man zunächst einen Lappen der feinen Masse, der von einem viereckigen Stücke mittelst zwei Linealen und einem Messingdraht abgeschnitten ist. Wenn dieser Lappen sorgfältig

in alle Vertiefungen der Form eingedrückt ist, legt man den zweiten stärkern Lappen darüber, verbindet beide durch Andrücken und streicht mit einer scharfen Klinge die über den Rand der Form hervorragende Masse ab. Um dabei die Form zu schützen, ist ihr oberer Rand mit einem Zinkblech bedeckt. Rings um die so gebildete Platte wird ein Wulst von Masse gelegt, der später zum Befestigen der Kachel im Ofen dient.

Das Brennen geschieht wie bei der gewöhnlichen Fayence. Die unglasierte Waare kommt zuerst in den Ofen, wird zu Bisquit gebrannt, dann durch Eintauchen glasiert und zum zweiten Male gebrannt. Bei Holzfeuerungen können beide Brände einfach zwischen Thonplatten vorgenommen werden, indem man, ebenso wie bei der gewöhnlichen Fayence, in einem Theil des Ofens Bisquit, im andern Glasur brennt. Bei Steinkohlenfeuerungen muß wenigstens die glasierte Waare unter allen Umständen in Kapseln eingesetzt werden.

Zweite Classe. Hauptcharakter: Harte, undurchsichtige, nicht beim Brande erweichende Masse.

Fünfte Abtheilung. Feine Fayence oder feines Steingut. In diese Abtheilung gehört Alles, was die Engländer mit dem Namen Earthen ware, die Franzosen als Fayence fine, Cailloutage, Terre de pipe bezeichnen.

Die Abtheilung wird durch eine weiße, undurchsichtige Masse charakterisirt, die Masse ist fein, dicht, klingend und ist mit einer bleiischen Glasur, einem Krystallglas bedeckt.

Die Masse besteht im Wesentlichen aus geschlämtem plastischen Thon mit einem Zusatz von feingemahlenem Quarzand oder Feuerstein; sie enthält manchmal etwas Kalk; stets ist sie sehr fein und plastisch.

Die Glasur ist ein Krystallglas, dessen Zusammensetzung aber sehr variiert. Die Bestandtheile, Kieselsäure, Soda, Borsäure, Mennige, werden vorher zu einem Glase zusammengeschmolzen. Das Glas wird gemahlen, geschlämmt und mit Wasser bis zur Consistenz einer dicken Sahne angemacht, die durch Eintauchen oder durch Beguß aufgetragen wird.

Auf das Formen wird größere Sorgfalt verwandt, die Geschirre sind meistens leicht und dünnwandig.

Das Brennen ist nothwendiger Weise ein doppeltes. Zuerst werden die Arbeitsstücke bei einer hohen Temperatur zu Bisquit gebrannt. Zum Einbrennen der Glasur ist eine weit geringere Temperatur erforderlich.

Die Defen sind stehende Flammöfen mit mehreren rings um den Umfang vertheilten Feuerungen. Die Zahl der Feuerungen variiert von sechs bis zwölf. Als Brennstoff dient am häufigsten Steinkohle, nur wenige Fabriken arbeiten noch mit Holz. Der Einsatz geschieht ganz allgemein in Kapseln.

Die Geschirre dieser Gattung werden auf die mannigfachste Weise verziert, durch Farben, durch Metalllustres, durch Malereien, durch aufgedruckte Zeichnungen. Bei dem ziemlich hohen Werthe dieser Geschirre kann auf die Verzierungen größere Sorgfalt verwandt werden, bei ihrem großen Consum können größere Kosten auf die Anschaffung von Druckplatten zc. verwandt wer-

den, da diese sich durch häufige Benutzung bezahlt machen. Es ist daher die Fabrikation der feinen Fayence recht eigentlich auf einen bedeutenden Betrieb berechnet und kann nie mit Vortheil im Kleinen ausgeführt werden.

Wesentliche Vorzüge dieser Art von Töpfereien sind: die rein weiße oder beliebig andere bestimmte Farbe, der Glanz und die Dauerhaftigkeit der Glasur, die Feinheit, Leichtigkeit und Reinheit der Umrisse der fertigen Gegenstände. Ihre Nachtheile bestehen in ihrer Sprödigkeit, sie erträgt ohne zu zerspringen kein Erhitzen; in der Weichheit ihrer Glasur, die leicht durch Stahl rigbar ist. Diese Nachtheile treten bei schlechter Fabrikation im höchsten Maße hervor, die gelbliche Glasur blättert leicht ab und bekommt Risse, beim Gebrauch der Teller bleiben Spuren der Messer darauf zurück, die Glasur wird bald ganz abgenutzt. Die Risse der Glasur lassen alle Fettstoffe leicht in die Masse durchdringen, wodurch die Geschirre unrein erscheinen, bald pflanzen die Risse selbst sich in die Masse fort und lassen sie zerspringen. Auf solche Fehler hat man um so mehr zu achten, als sie sich meistens erst beim Gebrauch bemerkbar machen.

Unter dem Namen der feinen Fayence muß man eine Reihe von verschieden benannten Thonwaaren zusammenfassen, die sich sämmtlich durch eine nicht durchscheinende, feine, harte Masse und durch eine mehr oder weniger harte, durchsichtige oder in einzelnen Fällen nur durchscheinende Glasur charakterisiren. Sie lassen sich nach ihrer Zusammensetzung in drei große Classen bringen, in denen noch manche Varietäten zu erwähnen wären, die hier aber nicht specieller beschrieben werden können. Diese drei Classen sind:

1) Das feine Steingut, wie es in der Gegend von Mettlach, im nordöstlichen Frankreich und Belgien fabricirt wird, von den Franzosen Terre de pipe genannt. Seine Masse besteht aus weißem plastischem Thon mit einem Zusatz von reinem Quarzsand und Kreide oder einer alkalireichen Glasfritte, wodurch sie bei hoher Temperatur mehr oder weniger schmelzbar wird. Die Masse brennt sich bei derselben Temperatur wie die Glasur gaar. Die dazu erforderliche Hitze wird auf 25 bis 30° Wedgwood geschätzt.

2) Das englische Steingut aus weißbrennendem Thon mit so viel Kieselsäure in der Form von Feuerstein, als erforderlich ist, um den Thon hinreichend zu entfetten. Es gehört hierher das, was in England Flint ware und in Frankreich Cailloutage genannt wird. Zum Bisquitbrennen ist eine Temperatur von 60°, zum Glasurbrennen 120° W. erforderlich.

3) Das Hartsteingut, das feine englische Steingut, Gesundheitsgeschirr, Halbporzellan, Lithocérame der Franzosen, Ironstone, Creamcolour, Queen's ware u. d. Engländer. Die Masse besteht aus einer Mischung von weißem plastischem Thon und Kaolin; der Zusatz des letztern charakterisirt diese Art von Thonwaaren. Die Glasur ist ein borssäurehaltiges Bleiglas. Die Masse sowie die Glasur sind beide sehr hart.

Die Art der Fabrikation der sämmtlichen verschiedenen Arten dieser Thonwaaren ist im Wesentlichen vollkommen gleich. Es genügt daher eine Beschreibung der

englischen Methoden, da diese am weitesten und besten ausgebildet sind.

Zusammensetzung der Masse. Alle verschiedenen Massen enthalten als wesentliche Bestandtheile plastischen Thon und Kieselsäure, die theils als Quarz, theils als Feuerstein angewandt wird. Der in viele Zusammensetzungen englischer Massen eingehende Kaolin wird theils als solcher, theils als sogenannter Cornishstone angewandt. Der Cornishstone ist ein sehr verwitterter Granit, in welchem der Kaolin abgelagert, aber mit Quarz gemischt ist. Der von dem Quarz durch Schlämmen getrennte Kaolin wird von den englischen Fabrikanten als China clay bezeichnet.

Masse für feines Steingut:

1) Plastischer Thon	85,4
Quarz	13,0
Kalk	1,6

Der plastische Thon enthält in 100 Th. 75 Th. Kieselsäure und 25 Th. Thonerde.

Masse für englisches Steingut:

2) Plastischer Thon von Montereau (geschlämmt)	87
Quarz	13
3) Plastischer Thon von Montereau und Provins	63
Quarz	27
4) Plastischer Thon von Dreux	87
Quarz	13
5) Plastischer Thon aus England ..	83
Quarz	17

Masse für Hartsteingut:

6) Für Druckwaare:	
Blauer plastischer Thon	40
Schwarzer plastischer Thon	13,4
Kaolin von Cornwall	26,6
Feuerstein	16,6
Cornishstone	3,4
7) Plastischer Thon	43
Kaolin	14
Feuerstein	15
Cornishstone	15
Crackingclay	5
Drehspäne	8
8) Für Creamcolour:	
Plastischer Thon	83
Feuerstein	16
Cornishstone	1
9) Zum Bedrucken auf dem Bisquit (Printing body):	
Plastischer Thon	61
Kaolin	16
Feuerstein	16
Cornishstone	4
10) Für Queen's-ware oder Creamcolour:	
Plastischer Thon	54
Kaolin	16
Crackingclay	6
Feuerstein	16
Drehspäne	8
11) Plastischer Thon von Montereau und Provins	56
Kaolin	27
Feuerstein	14
Cornishstone	3
12) Plastischer Thon von Devonshire und Dorsetshire	62
Kaolin	16
Feuerstein	19
Cornishstone	3

13) *) Für Creamcolour:						
Plastischer Thon	.....	82				
Feuerstein	.....	16				
Cornisfstone	.....	2				
Masse für Ironstone China:						
Cornisfstone	.....	180	200	700	600	600
Kaolin	.....	120	150	500	600	100
Blauer Thon	.....	60	100	300	—	180
Feuerstein	.....	80	120	250	400	60
Masse für Creamcolour:						
Blauer Thon	.....	22			12	
Kaolin	.....	9			12	
Feuerstein	.....	5 1/2			10	
Masse für feines Steingut:						
Blauer Thon	.....	200	500		500	
Kaolin	.....	200	800		650	
Feuerstein	.....	200	800		450	
Cornisfstone	.....	75	300		200	

In den folgenden Vorschriften sind die Verhältnisse in Volumtheilen der geschlämmten Substanzen angegeben:

	Gewicht des Schlammes (Unzen pro Binte).			
Blauer Thon	24	7 1/2	12 1/2	7
Kaolin	26	9	5	9
Feuerstein	32	3	3	5 1/2
Cornisfstone	31 1/2	1/2	—	2 1/2

Die Verhältnisse in den verschiedenen Vorschriften für ein und dieselbe Sorte Fayence variiren daher sehr; sie können, so lange die chemische Zusammensetzung und die Beschaffenheit einer jeden Thonsorte nicht bekannt sind, nur geringen Werth haben und dienen höchstens als Fingerzeige für die richtige Mischung.

Bei der Massenbereitung wird der Thon und Kaolin sorgfältig geschlämmt. Der Feuerstein wird geglüht, abgeschreckt und mit Wasser in Blokmühlen fein gemahlen. Der schwarze Feuerstein wird durch das Brennen durch die Zerstörung ihm beigemischter organischer Substanz vollkommen weiß; man zieht daher den schwarzen Stein den gelblichen vor, weil diese statt der organischen Substanz stets mehr oder weniger Eisenoxyd enthalten, welches die Masse nach dem Brennen gelb färbt. Alle Bestandtheile der Masse werden in Form von Schlamm gemischt und durch mehrmals wiederholtes Sieben von allen Unreinigkeiten befreit, wie S. 90 beschrieben ist. Der Schlamm wird darauf durch Eindampfen in Pfannen von Wasser befreit. Die hinreichend trockne Masse passiert darauf durch die Thonknetmühle (S. 98) und wird vor der Verarbeitung in Form von großen Ballen mehrere Monate im feuchten Keller verwahrt, um durch Altern und Faulen noch homogener zu werden.

Formen. Das Formen im Allgemeinen ist früher ausführlich beschrieben, wir brauchen daher hier nur kurz das, was speciell auf die Fabrikation der feinen Fayence Bezug hat, anzudeuten.

Die sehr fette Masse verarbeitet sich sehr leicht. Zum Aufdrehen bedient man sich ganz allgemein der gewöhnlichen englischen Drehscheibe (S. 104) oder der durch Dampf getriebenen Scheibe (S. 104). Die Arbeit geht dabei mit solcher Schnelligkeit von Statten,

daß ein geschickter Former mit zwei Gehülfen, von denen der eine ihm die Ballen reicht und der andere die fertigen Geschirre fortträgt, durchschnittlich nicht mehr als 8 Secunden braucht, um einen Teller zu formen. Nimmt man auch 10 Secunden an, so würde er immer noch in einem zehntündigen Arbeitstage 3600 Teller liefern können, wenn nicht unvermeidlicher Aufenthalt einträte. In Wirklichkeit liefert ein Former mit seinen beiden Gehülfen in englischen Fabriken täglich 60 bis 70 Duzend Teller und erhält dafür an Arbeitslohn für 20 Duzend bester Sorte 3 1/4 Sh. = 1 Thlr. 2,5 Gr., zweiter Sorte 2 3/4 Sh. = 27,5 Gr., wovon er aber die beiden Gehülfen zu bezahlen hat.

Beim Formen kommen die verschiedensten Operationen in Anwendung; es wird theils ganz frei auf der Scheibe aus der Hand aufgedreht, theils mit Lappen über einem Gipskern, wo die äußeren Contouren mit der Schablone gebildet werden, theils endlich ganz in Gipsformen. Die zweite Methode des Formens über Gipskernen mit der Schablone ist jedoch die bei dieser Töpferei am allgemeinsten angewandte. Der Ballen der feuchten Masse wird in der erforderlichen Größe abgeschnitten und um immer eine gleiche Menge der Masse zu haben, jedesmal gewogen. Der Arbeiter wirft ihn dann auf seinen vollkommen ebenen Arbeitstisch und schlägt ihn mit einem feuchten Gipsblock zu einem Lappen von der erforderlichen Größe aus. Von diesen Lappen wird immer ein größerer Vorrath auf einmal dargestellt, ehe das Formen beginnt. Um ein Zusammenkleben der einzelnen Lappen zu vermeiden, wird jeder mit ein paar Tropfen Wasser besprengt. Der Lappen wird darauf auf die Gipsform gelegt, die Scheibe in Bewegung gesetzt, durch Andrücken mit einem Schwamme die innere Form und darauf mit der Schablone die äußere Form gegeben.

Zum Formen der Lappen ist eine Maschine von Bosch-Buschmann construirt, um rascher arbeiten zu können. Sie besteht im Wesentlichen aus einer runden Scheibe, auf welche cylindrische Ballen der sorgfältig zubereiteten Masse gestellt werden. An der verticalen Axe der Scheibe ist ein Rahmen befestigt, in dem ein Messingdraht ausgespannt ist. Bei jeder Umdrehung der Scheibe schneidet der Draht einen Lappen von jedem Ballen ab und wird dann mit dem Rahmen durch eine mechanische Vorrichtung um die Dicke eines Lappens abwärts bewegt, so daß er bei der nächsten Umdrehung neue Lappen abschneidet. Diese Maschine ist jedoch bis jetzt noch sehr wenig angewandt. Sie hat jedenfalls den Nachtheil, daß die großen cylindrischen Ballen der Masse sich sehr schwierig vollkommen homogen herstellen lassen und leicht noch Luft eingeschlossen enthalten, während beim Ausschlagen der kleinen Ballen zu einem Lappen jedesmal noch eine kräftige Bearbeitung mit dem Gipsblock vorgenommen wird, die eine größere Homogenität sichert.

Die Henkel der Geschirre werden entweder gepreßt oder in Doppelformen angefertigt, ebenso Ausgüsse u. dergl., wie ausführlich in der Einleitung beschrieben ist.

Vor dem Ansetzen der Henkel, Ausgüsse, Verzierungen u. werden fast alle Geschirre auf der Drehbank

*) Die vorstehenden Vorschriften sind aus Brongniart's Werke, die folgenden Muspratt entnommen.

abgearbeitet. Sie werden zu dem Behuf zuerst in Trockenräumen getrocknet und darauf so lange in einem feuchten Keller aufbewahrt, bis sie so viel Feuchtigkeit angezogen haben, daß die Masse sich auf der Drehbank in Form zusammenhängender Späne abschneiden läßt.

Die Glasur aller Arten der feinen Fayence ist ein farbloses, durchsichtiges Bleiglas. Ebenso verschieden aber, wie die Zusammensetzung der Masse, ist auch die Mischung der Glasur, da diese sich nicht allein nach der Art der Masse, sondern auch darnach zu richten hat, ob die Geschirre einfach weiß bleiben, ob sie durch Malereien oder durch aufgetragene, gedruckte Verzierungen farbig erscheinen sollen. Für letztere giebt man der Glasur meistens einen Zusatz von Borax, da das Boraxglas den Glanz der Farben bedeutend erhöht. Das Bleiglas der Glasur enthält außer Bleiorxyd Kieselsäure, Alkalien, Kalk, Thonerde, und diese werden in Form von Feuerstein, Cornishstone oder Feldspath und Kaolin zugesetzt, häufig wird der Gehalt an Alkalien und Kalk noch durch Soda, Salpeter, Kreide gesteigert. Diese werden in den meisten Fällen vorher soweit zusammen erhitzt, daß sie zusammenstern, ohne völlig in Schmelzung zu gerathen, und erst zu dieser Fritte wird später beim Mahlen das Bleiorxyd in Form von Mennige, Bleiweiß oder Glätte zugesetzt. Es kommen dabei jedoch mannigfache Modificationen vor. Meistens läßt man einen Theil der Mischung der Fritte zurück und fügt diesen erst mit dem Bleiorxyd beim spätern Mahlen hinzu. Manchmal mischt man vor dem Fritten etwas Bleiorxyd hinzu, wodurch die Fritte um so leichter schmelzbar wird. Manchmal endlich frittet man die sämtlichen Bestandtheile ohne das Bleiorxyd, welches dann erst beim Mahlen zugesetzt wird.

Zur Erlangung einer ganz farblosen Glasur ist eine vollkommene Reinheit ihrer Bestandtheile unbedingt erforderlich. Aus diesem Grunde wird man auch das Bleiorxyd lieber in der Form von Bleiweiß oder Mennige, wie als Glätte anwenden, obgleich die beiden ersteren bedeutend theurer sind. Das Bleiweiß hat vor der Mennige noch den Vorzug, daß es in einem weit höhern Grade vertheilt, als jene ist und kein so hohes spezifisches Gewicht hat. Der mit Bleiweiß bereitete Glasurschlamm wird daher bei gleichem Bleigehalt weit consistenter sein, und das Bleiweiß wird sich darin nicht so leicht zu Boden setzen, wie die Mennige.

Um die schwach gelbliche Farbe der Masse zu verdecken, pflegt man gewöhnlich der Glasur eine schwach bläuliche Farbe zu geben. Man setzt zu dem Zwecke eine geringe Menge Smalte hinzu. Die Menge derselben darf aber nie 1 Th. auf 1000 Th. Glasur übersteigen, gewöhnlich nimmt man auf 600 Pfd. trockner Glasurmasse nur 3 bis 4 Unzen Smalte.

Die Fritte wird entweder in kleinen Flammöfen mit directer Feuerung oder in Kapseln im Brennofen bereitet, wo man dann die Kapseln an solche Stellen bringt, wo eine zum Brennen des Bisquits nicht ausreichende Hitze ist.

Um das Anhaften der Fritte an den Kapselwänden zu vermeiden, hat Gentile eine gewiß sehr zweckmäßige Vorkehrung beschrieben. Auf den Boden der Kapsel

wird eine 2 Zoll hohe Schicht grob gemahlener Feuersteine geschüttet und dann ein Blechcylinder ohne Boden von solcher Weite, daß er von den Kapselwänden ungefähr 2 Zoll weit absteht, in die Kapsel gestellt und der Raum zwischen dem Cylinder und den Wänden ebenfalls mit Feuersteinpulver gefüllt. Die Bestandtheile der Fritte schüttet man dann in den Cylinder und zieht diesen darauf heraus, wodurch die Fritte ringsherum durch eine Feuersteinschicht von der Kapsel getrennt wird. Nach dem Brennen braucht man nur die Kapsel umzukehren, worauf die Fritte als ein zusammenhängender Klumpen herausfällt. Das angewandte Feuersteinpulver kann man beliebig oft wieder verwenden.

Die fertig geschmolzene Fritte wird zuerst unter Quetschmühlen zerkleinert und dann, nachdem man die übrigen zur Glasur erforderlichen Bestandtheile hinzugefügt hat, in der Blockmühle mit Wasser zum feinsten Schlamm gemahlen. Der Schlamm muß so fein sein, daß man beim Reiben zwischen den Fingern durchaus nichts Hartes mehr fühlen kann, nur dadurch ist es möglich, eine gleichmäßige Glasur zu erzielen.

Die folgenden Vorschriften zu Glasuren*) werden zeigen, wie verschiedenartig diese zusammengesetzt sind:

1) Fritte:

Cornishstone	61
Schwerspath	23
Soda	12
Salpeter	2
Borax	2

2) Fritte für Creamcolour:

Cornishstone	15
Feuerstein	33
Bleiweiß	48
Krystallglas	4

3) Fritte:

Cornishstone	29
Feuerstein	16
Mennige	23
Borax	16
Krystallisirte Soda	12
Zinnorxyd	4

4) Glasur für weiße Fayence:

Cornishstone	40
Mennige	23
Borax	23
Krystallisirte Soda	14
Smalte 1 Promille.	

5) Glasur für Creamcolour:

Cornishstone	25
Feuerstein	13
Bleiweiß	52
Krystallglas	10

6) Glasur für bedruckte Fayence:

Cornishstone	16
Feuerstein	9
Bleiweiß	40
Krystallglas	9
Fritte Nr. 3	26
Smalte 1 Promille.	

*) Nr. 1 bis 13 nach Brongniart, die übrigen nach Muspratt.

- 7) Glasur:
 - Feldspath 7
 - Sand 31
 - Mennige 30
 - Glätte 27
 - Borax 3
 - Kryſtallglas 2
- 8) Glasur für zu bemalende Fayence:
 - Feuerstein 10
 - Bleiweiß 35
 - Mennige 44
 - Fritte Nr. 1 11
- 9) Glasur für bedruckte Fayence:
 - Feldspath 31
 - Bleiweiß 13
 - Fritte Nr. 2 56
- 10) Weiche Glasur für feines Steingut (Terre de pipe):
 - Quarzſand 36
 - Mennige 45
 - Soda (von 80 Proc.) 17
 - Salpeter 2
 - Smalte 1 Promille.
- 11) Härtere Glasur für engliſches Steingut:
 - Cornithſtone 42
 - Mennige 26
 - Borax 21
 - Soda (75 Proc.) 11
 - Smalte 1 Promille.

- 12) Glasur für Creamcolour:
 - Feuerstein 12
 - Kaolin 23
 - Kryſtallglascherben 17
 - Bleiweiß 48

- 13) Glasur für blau bedrucktes feines Steingut:
 - Feuerstein 16
 - Kaolin 28
 - Kreide 4
 - Bleiweiß 30
 - Vorſäure 6
(oder 16 bis 20 Borax)
 - Soda 16

- Gewöhnliche Glasur für Creamcolour:
- Cornithſtone 150
 - Feuerstein 35
 - Borax 4
 - Bleiweiß 300

- Gefrittete Glasuren für Creamcolour:
- | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|
| Cornithſtone | 180 | 200 | 50 |
| Feuerstein | 60 | 50 | 80 |
| Kryſtallglas | 50 | 75 | — |
| Bleiweiß | 600 | 350 | 260 |
| Kaolin | — | — | 45 |
| Kreide | — | — | 45 |

Fritten zu Glasuren für bemalte Geſchirre:

Cornithſtone	100	180	80	90	40	50	120	100	120
Feldspath	—	—	—	—	40	—	—	—	—
Feuerstein	60	100	70	5	—	35	70	20	80
Sand	—	—	—	—	30	—	—	—	—
Kreide	25	—	25	—	15	40	30	30	80
Linca	—	120	—	—	—	—	—	—	—
Borax	70	—	75	65	60	100	75	60	120
Kaolin	10	10	—	25	—	30	10	—	30
Bleiweiß	60	—	—	—	—	—	—	—	—
Mennige	—	—	—	—	—	—	30	—	—
Soda	—	—	—	25	—	—	10	15	20

Die Fritten werden nach dem Schmelzen ſolgendermaßen zu Glasur gemischt:

Cornithſtone	60	—	100	150	160	35	75	100	180
Bleiweiß	60	100	100	200	160	45	60	—	120
Kreide	—	80	—	80	—	—	—	—	—
Feuerstein	—	—	—	80	—	35	—	—	70
Fritte	500	300	300	180	300	240	500	300	300

Brennen. Zum ſichern Gelingen eines guten Brandes iſt vor allen Dingen ein genügender Vorrath von guten Kapseln erforderlich. Die Kapseln müſſen aus einer dichten Maſſe angefertigt ſein, damit ſie ein anhaltendes Feuer ertragen und mehrere Brände ausſhalten können, ohne dabei die Glasur der Geſchirre aufzuſaugen, was ſofort, obgleich die Kapseln ſelbſt glaſirt ſind, geſchehen würde, wenn ſie aus einer poröſen weichen Maſſe beſtänden. Nach jedem Brande müſſen alle Kapseln genau unterſucht und an allen Stellen mit friſcher Glasur verſehen werden, wo eine zu ſtarke Abſorption ſtattgefunden hat. Namentlich am obern Rande muß eine ſtarke Glasurschicht aufgetragen werden, weil der Thon, welcher zum Verkiten der Kapseln dient, am meiſten davon aufſaugt.

Die Conſtruction des Ofens iſt oben ſchon im Allgemeinen angedeutet. Man bedient ſich meiſtens ein und deſſelben Ofens nach einander zum Biſquit- und zum Glasurbrande. Viele Fabriken haben jedoch eigene Glasurofen, dieſe ſind dann aber gewöhnlich kleiner wie die

Biſquitöfen. Biſquitöfen von mittlerer Größe haben einen Durchmesser von 40 Decimeter und 47 Decimeter Höhe, der Durchmesser eines entſprechenden Glasurofens iſt 35 Decimeter, die Höhe 42 Decimeter.

Das Einſetzen der rohen Geſchirre bietet nichts Bemerkenswerthes. Ein Ofen von den erwähnten Dimensionen hält ungefähr 87 Kapselſtöße, jede Kapsel enthält 15 bis 16 Keller. Der Brand des Biſquitofens dauert ungefähr 40 Stunden.

Beim Einſetzen des glaſirten Biſquits ſind dagegen manche wichtige Rückſichten zu nehmen. Die wichtigſten derſelben beſtehen darin, daß man die Kapseln ſelbſt ſorgfältig glaſirt, damit dieſe nicht die Glasur der Arbeitsſtücke aufnehmen, und daß man in eine Kapsel möglichſt viele Geſchirre bringt, ohne daß dabei jedoch ein Stück das andere anders als an wenigen kleinen Punkten berührt. Die zu dieſem Zwecke dienenden Mittel und die zu beobachtenden Vorſichtsmaßregeln ſind früher beſchrieben.

Alle Kapseln werden an ihrem obern Rande mit einem Streifen Thon belegt, um ſie vollkommen zu ver-

schließen, und den Rand der oberen auf den Rand der unteren zu fitten.

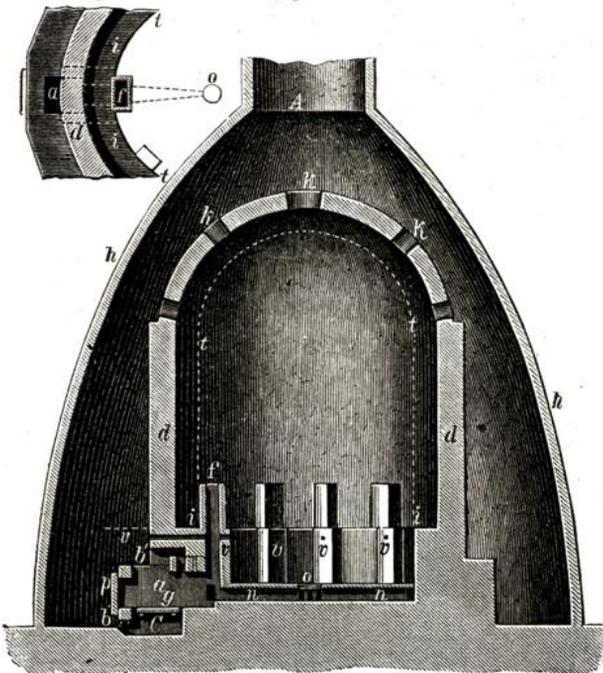
Da man in den meisten Fabriken mehrere verschiedene Sorten Steingut anfertigt, so vertheilt man die einzelnen Sorten so im Ofen, daß die daselbst herrschende Temperatur gerade den Eigenschaften der Masse und Glasur am besten entspricht. So kommen in die heißesten Stellen des Ofens solche Kapseln, welche Hartsteingut, Ironstone, enthalten. Die zwischen den Feuerungen stehenden Kapseln enthalten große Geschirre, wie Wasserkannen, Näpfe *z.*, die blau bedruckt und mit der Glasur Nr. 9 bedeckt sind. In den mittlern und untern Raum des Ofens, der weniger Hitze hat, kommen Kapseln mit Creamcolourgeschirren mit Glasur Nr. 8, da diese empfindlicher gegen die Hitze sind. In dieselbe Partie des Ofens setzt man auch Kapseln mit feinem farbigen Steinzeug. Endlich ganz auf den Boden des Ofens, wo die Glasur nicht gaar brennen würde, setzt man Kapseln mit bedrucktem Bisquit, um die Fetttheile der Farben zu zerstören. Die Kapseln mit den Probescherben, nach deren Ansehen der Gang des Ofens beurtheilt wird, stehen in der Nähe der Thür, in der Höhe von vier Kapseln und mehr in der Nähe des rechts gelegenen Feuerherdes, um, wie man sagt, genauer die höchste Temperatur des Ofens kennen zu lernen.

Die Ofen sollen weder zu klein sein, wodurch Verlust an Wärme herbeigeführt werden würde, noch zu groß, weil man dann die Hitze nicht gleichmäßig genug vertheilen könnte.

Der gewöhnliche Ofen ist in Fig. 1268 im Durchschnitt dargestellt, Fig. 1269 ist ein Grundriß eines

Fig. 1268.

Fig. 1269.



Theils der Sohle. Die Zeichnung ist nach einer, nach englischem Princip ausgeführten Construction von Boschmann in Mettlach.

a ist der Feuerraum; *C* das Aschenloch; *b'* Oeffnung unter dem Rost; *b* obere Oeffnung oder Regulator, um Luft in den Feuerraum treten zu lassen; *p* Thür des Feuerraums; *g* Rost, bei der Anwendung von sehr guten nicht backenden Steinkohlen, die also keine Schlacke geben, kann der Rost ganz erspart werden; *d* Ofenmauer; *i* Bank zwischen der Ofenmauer und den Schorsteinen *f*, auf welche Kapselstöße gestellt werden, diese Bank ist 40 Centimeter breit und 1 Meter hoch über der Sohle des Ofens; *n* Feuerzüge unter der Sohle des Ofens, die sich in der Mitte in der Oeffnung *o* vereinigen, durch welche die Flamme in den Mittelpunkt des Ofens dringt. Die punktirte Linie *tt* deutet die bei älteren Constructionen übliche Lage der Ofenwand an, durch die Hinzufügung der Bank *i* wird daher der Durchmesser des Ofens um 80 Centimeter vergrößert, ohne daß dadurch ein erheblicher Mehraufwand an Brennmaterial erforderlich sein soll. *v* sind Schaulöcher, um durch dieselben den Stand des Brandes beurtheilen und danach den Zug der Feuerungen reguliren zu können; *kk* Oeffnungen im Gewölbe, durch die der Rauch in den Rauchmantel *h* und aus diesem ins Freie entweicht. Der Ofen hat 9 einzelne Feuerungen.

Fig. 1270.

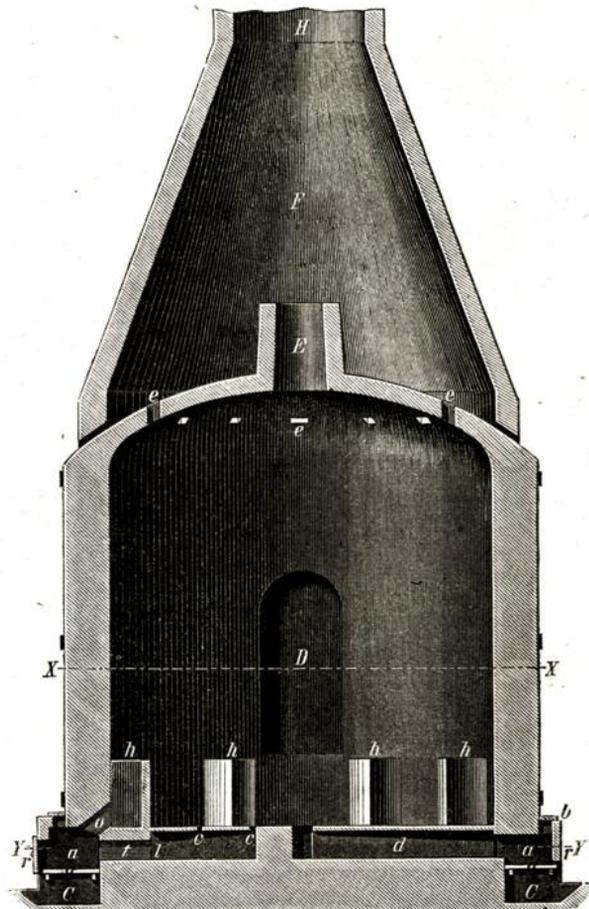


Fig. 1270 ist eine andere Construction, ein Durchschnitt des in der Fabrik zu Creil gebräuchlichen Ofens.

Fig. 1271 ein Grundriß nach der Linie *YY*. Fig. 1272 ein Grundriß nach *XX*. Fig. 1273 ein Durchschnitt einer der acht Feuerungen.

aa sind die acht in gleichen Abständen um den Umfang des Ofens vertheilten Feuerungen. Die Heizung geschieht mit Steinkohlen, die durch die Feuerthür *r* auf den Roß *g* gebracht werden. Die Feuerthür wird gleich nach dem Eintragen des Brennmaterials wieder geschlossen.

hh acht Schornsteine, durch welche die Flamme sich an den Wänden des Ofens vertheilt; außer durch diese Schornsteine dringt die Hitze durch acht Canäle, die nach oben zahlreiche kleine Oeffnungen *c* haben, in den Ofen. Diese Canäle sind durch kleine überwölbte Canäle *t* mit den Feuerungen verbunden.

CC Aschenlöcher, durch welche die Luft unter die Roßten dringt.

DD zwei sich gegenüber liegende Thüren, von denen nur eine in den Zeichnungen sichtbar ist. Von den Thüren wird nur eine zum Füllen und Entleeren gebraucht, die andere dient nur dazu, um einen stärkern Luftzug im Ofen hervorzubringen und ihn vor dem Entleeren rascher abzukühlen.

E mittlerer Schornstein und *ee* kleine, in gleichen Entfernungen im Gewölbe angebrachte Oeffnungen, durch welche der Rauch in den Dom *F* und aus diesem in einen 4 bis 5 Meter hohen Schornstein *H* entweicht.

k Nebenfeuerung, welche nur dazu dient, um mehr Hitze in den Mittelpunkt des Ofens zu leiten; sie mündet in einen Canal *d*, welcher in der Mitte des Ofens die Oeffnung *i* hat. Dieser Canal, sowie die übrigen kleineren Feuerzüge *bb*, Fig. 1271, ist mit großen vieredigen 5 Centimeter dicken Platten bedeckt. Diese Feuerung wird nur von oben durch eine Oeffnung *n* mit Kohlen besetzt, während alle übrigen Feuerungen eigne Heizthüren haben. Diese Oeffnung, ebenso wie das Aschenloch *c'* wird nur durch einen aufgelegten Stein verschlossen. Man hat dadurch die Regulirung der Temperatur im Innern des Ofens ganz in seiner Hand. Beim Oeffnen dringt kalte Luft ein und kann daher den Ofen sehr bedeutend abkühlen.

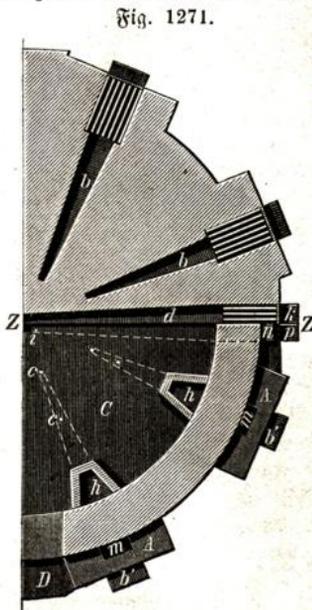


Fig. 1271.

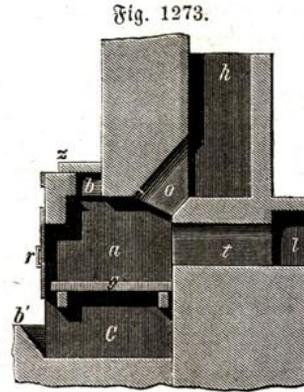
mauert, wobei man die Fugen zwischen den Steinen möglichst klein läßt, um so wenig wie möglich Ehnon zu verbrauchen und dadurch zu vermeiden, daß beim Anfeuern zu viel Feuchtigkeit in den Ofen kommt.

Nachdem die Ofen mit den gefüllten Kapseln besetzt sind, werden die Thüren mit zwei Reihen Steinen ver-

mauert, wobei man die Fugen zwischen den Steinen möglichst klein läßt, um so wenig wie möglich Ehnon zu verbrauchen und dadurch zu vermeiden, daß beim Anfeuern zu viel Feuchtigkeit in den Ofen kommt.

Je weniger die zum Brennen angewandte Kohle bakt, um so besser ist sie, denn jede stark bakende Kohle würde auf den Roßten eine große Masse Schlacke absetzen, deren Hinwegräumung schwierig ist und unfehlbar wieder kalte Luft in den Ofen dringen ließe, wodurch die Glasur verderben würde. Beim Beginn des Brandes sind die Zuglöcher und die Regulatoren der Feuerung beide offen.

Wenn man den Brand, wie es in englischen Fabriken üblich ist, um 6 Uhr Abends beginnt, so verstärkt man das Feuer nach und nach, bis um 10 Uhr die Feuerstellen ganz mit glühenden Kohlen gefüllt sind. Um diese Zeit legt man eine Ehnonplatte *s* (Fig. 1273)



auf die Oeffnung der Feuerungen, ohne sie jedoch ganz zu verschließen. Von Mitternacht bis zum Morgen giebt man alle Stunden eine Füllung Kohlen in die Feuerungen. Zwischen 6 und 7 Uhr fängt die Glasur an zu schmelzen, man zieht um diese Zeit den ersten Probefescherben. Um 8 1/2 Uhr ist der Brand schon weit vorgeschritten. Der Heizer muß dann sehr genau darauf achten, das Feuer zu unterbrechen, sobald die Probefescherben die Beendigung des Brandes anzeigen, was gewöhnlich gegen 9 Uhr stattfindet. Darauf werden sämtliche Feuerungen geöffnet, wodurch die Temperatur sehr rasch abnimmt. Der Glasurbrand dauert daher im Ganzen gegen 15 Stunden.

Die Leitung des Feuers geschieht wesentlich durch die oberhalb der Feuerungen befindlichen Oeffnungen *b*; in dem Maße, wie man die Platte *s* mehr oder weniger schließt, wird man die Flamme in die Schornsteine oder in die Canäle unter der Sohle des Ofens treiben.

Sobald die Glasur zu schmelzen beginnt, muß man darauf achten, die Hitze im Ofen möglichst gleichmäßig zu halten, auf keinen Fall darf die Temperatur dann sinken. Wenn die Temperatur im obern Theile des Ofens im Vergleich zu dem untern Theile zu hoch wird, öffnet man die Feuerthüren, um das Feuer herabzubrennen zu lassen. Sobald ein richtiges Gleichgewicht hergestellt ist, schließt man die Thüren wieder.

Die Steigerung der Temperatur muß immer vorsichtig geschehen, nicht zu rasch und nicht zu plötzlich. Ein zu rasch geführter Brand trocknet die Glasur und führt so die Bildung von Blasen und Tropfen herbei. Vor allen Dingen muß das Einstürmen kalter Luft vermieden werden.

Der Schornstein des Glasurofens muß möglichst hoch sein, um einen guten Zug herbeizuführen, und um zu vermeiden, daß der Rauch sich lange zwischen den Kapseln aufhalten kann.

Mit der Entleerung kann man schon wenig Stunden nach beendigtem Brande beginnen, es ist jedoch weit

zweckmäßiger, den Ofen langsam abkühlen zu lassen und eine Oeffnung nach der andern aufzumachen.

Die Probefcherben, nach denen man den Temperaturgrad im Ofen beurtheilt, sind kleine hohle Kugeln aus gewöhnlichem Ziegelthon oder aus mit Eisenoxyd versetzter Fayencemasse. Sie haben einen Durchmesser von 2 bis 3 Centimeter und sind durch ihre Aue durchbohrt. Beim Bisquitbrände setzt man ungebrannte Scherben ein und bestimmt nach ihrer Schwindung und nach ihrer Farbe den Fortschritt des Brandes. Beim Glasurbrände überzieht man die gebrannten Scherben mit einer leicht schmelzbaren Bleiglasur. Die Glasur erscheint dann zuerst hellroth, darauf röthlich, braunröthlich, sehr dunkelbraunroth in dem Maße, wie die Temperatur steigt. Die Probefcherben müssen möglichst rasch aus den Kapseln genommen werden, die zu dem Zwecke eine seitliche Oeffnung haben, damit sie nicht vom Rauch beschlagen werden und dadurch eine andere Farbe bekommen.

Man vergleicht gewöhnlich die Scherben eines fast gaar gebrannten Ofens mit denen eines frühern gut gelungenen Brandes; dabei muß man jedoch darauf Rücksicht nehmen, daß die Scherben in einem neuen Ofen bei gleicher Temperatur eine weniger dunkle Farbe als in einem alten, schon lange gebrauchten Ofen annehmen, der weit langsamer brennt und mehr Kohlen gebraucht. Diese Veränderung des Ofens muß sehr beachtet werden. Sie ist schwierig zu erklären und wird theils einer Verengung der Feuerzüge, theils einer Verschiebung einzelner Steine, theils kleinen, kaum sichtbaren Spalten im Mauerwerk zugeschrieben.

Die zum Bisquitbrennen erforderliche Temperatur wird beim feinen englischen Steingut zu 90 bis 100° W. angenommen, die zum Glasurbrennen zu 27 bis 30° W.

Wenn das Bisquit der feinen Fayence nicht genügend scharf gebrannt ist, so tritt häufig beim Glasurbrände Verwerfung ein, und außerdem fällt die Glasur dann immer schlecht aus, sie wird gelb, bekommt Sprünge und blättert sogar ab.

Thonpfeifen. Wenn die Masse der Thonpfeifen auch gerade keine feine Fayence ist, so kommt sie ihr doch in ihren Eigenschaften so nahe, daß man sie nothwendiger Weise diesen Thonwaaren anreihen muß. Die gebrannten Pfeifen haben eine weiße, undurchsichtige, poröse Masse und können daher als ein Fayencebisquit betrachtet werden, wenn ihre Zusammensetzung nicht eine andere wäre. Bei der Fayencefabrikation wird der Thon ohne Ausnahme, durch Zusatz von Sand, Feuerstein u. entfettet, außerdem werden durch Feldspath oder halb verwitterten Granit, Cornishstone mehr oder weniger alkalireiche Silicate ihm zugesetzt.

Die Pfeifenfabrikation verwendet dagegen nur den reinen, weißen, plastischen Thon, den Pfeifenthon ohne alle weitere Zusätze. Der Thon wird nicht geschlämmt, sondern in den Stücken, wie er aus der Grube kommt, sorgfältig ausgelesen, alle unreinen Stücke verworfen und die übrigen in gröbliches Pulver verwandelt, in welchem Zustande der Thon verwahrt wird. Vor dem Gebrauch wird ein Theil des Thons eingesumpft und nach kurzer Zeit mit soviel von dem trocknen Thonpulver vermischt, als erforderlich ist, um der Masse die nöthige Plasticität zu geben. Es folgt darauf eine höchst sorg-

fältige Bearbeitung durch Treten, Kneten und Schlagen, häufig läßt man den Thon erst durch eine Knetmaschine (Thonmühle) gehen, bildet dann aus der gekneteten Masse einen Block, den man mit einer Klinge in feine Späne schneidet, alle kleinen Steine dabei entfernt und diese schließlich noch einmal zusammenknetet und heftig schlägt, um alle eingeschlossene Luft aus dem Innern der Masse zu vertreiben.

Von der so zubereiteten Masse werden kleine Ballen genommen und diese zwischen den Händen oder auf einem Brette gleichmäßig, bis zur Länge und Dicke des Pfeifenstiels ausgerollt. Ebenso zweckmäßig und leichter kann man die Stiele auf mechanische Weise, in einer Presse von ähnlicher Construction wie die Henkelpresse (Fig. 1236) formen, und braucht dann nur die gepressten Streifen in erforderlicher Länge abzuschneiden. An das eine Ende wird ein kleiner Thonwulst angefestigt, aus dem später der Kopf geformt wird. So vorbereitet bleibt der noch massive Stiel mit dem Wulst einige Stunden liegen, um etwas abzutrocknen. Das Durchbohren des Stiels geschieht zuerst, indem ein Arbeiter mit der rechten Hand einen starken Messingdraht, der vorn einen kleinen conisch zugespitzten Knopf hat, nimmt, diesen über einen mit Del getränkten Schwamm streicht und ihn vorsichtig in drehender Bewegung der Länge nach in den Stiel schiebt, den er zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand hält. Sobald der Draht ungefähr noch einen Zoll von dem Kopfsende entfernt ist, hört man auf zu bohren und legt das Arbeitsstück in eine aus zwei Hälften bestehende Form, um darin den Kopf zu vollenden.

Fig. 1274.

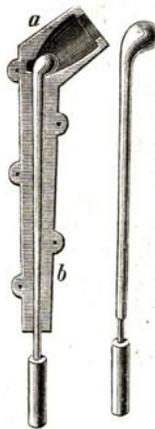
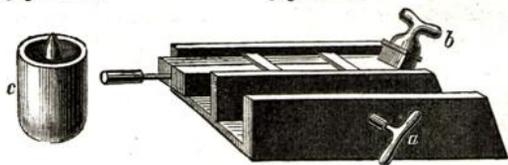


Fig. 1276.

In Fig. 1274 ist die rohe Pfeife mit dem im Stiele sitzenden Draht und seinem Handgriff und in *ab* die geöffnete Form dargestellt. Die beiden Hälften der Form, welche durch Stifte genau an einander passen, werden vereinigt und in einem kleinen Kasten, mit einer Schraubenschraube *a* (Fig. 1275) zusammengehalten. Indem man nun den eichelförmigen Kern *b*, der in Fig. 1274 besonders gezeichnet ist, in drehender Bewegung in die Form führt, wird man den Thonwulst so an den Wänden der Form vertheilen, daß dadurch die Wände des Kopfes gebildet werden, und ein kleiner Theil davon in eine entsprechende Vertiefung gedrückt, wodurch der am Kopfe befindliche, knopfförmige Ansatz entsteht. Mit einem besondern kleinen Stempel *c* (Fig. 1276) werden darauf

Fig. 1275.



noch die Ränder des Kopfes gebnet und endlich der Draht

in dem Stiele so weit vorgeschoben, bis er in den Kopf dringt, und dadurch die Höhlung des Stiels beendigt. Beim Eindringen des Drahts in den Kopf setzt sich vor der Oeffnung des Stiels ein kleiner Thonwulst ab, der in den deutschen und holländischen Fabriken mit einem kleinen Haken fortgenommen wird. Die englischen Fabrikanten überlassen es dem Raucher, diesen Wulst durch einen Druck mit dem Finger zu entfernen, wodurch dieser die Garantie hat, eine wirklich ungebrauchte Pfeife zu rauchen, da der kleine Wulst so zerbrechlich ist, daß er beim Stopfen der Pfeife von selbst abfällt.

Beim Entleeren der Form zieht man zuerst den Draht aus dem Stiele, öffnet dann die Form und nimmt die fertige Pfeife heraus, was keine Schwierigkeit hat, da der Stiel beim Bohren mit den fettigen Händen des Arbeiters angefaßt wird und daher genügend gefettet ist, um einhaften des Thons an der Metallform zu vermeiden.

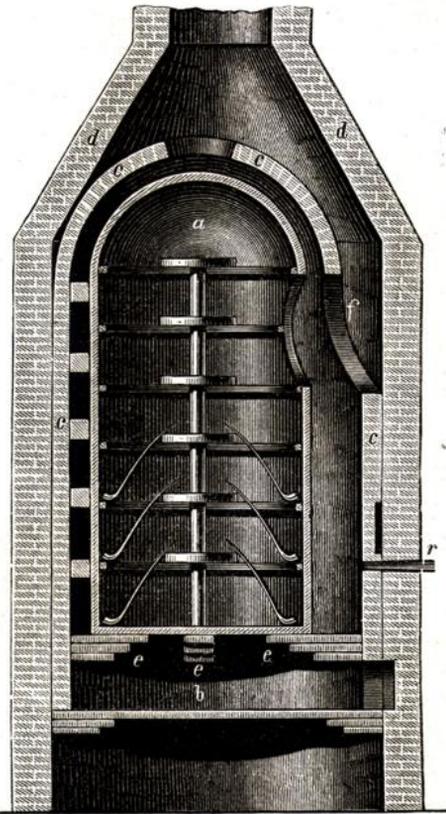
Zum Trocknen legt man die Pfeifen auf Bretter und bringt sie in einen mäßig warmen Raum. Solche Pfeifen, die einen gebogenen Stiel haben sollen, werden mit dem Kopf und dem Stielende auf zwei in einiger Entfernung von einander befindliche Bretter gelegt und biegen sich dabei durch ihr eigenes Gewicht.

Das Brennen geschieht immer in Kapseln. Die Kapseln haben eine sehr verschiedene Form, sie sind entweder cylindrisch oder viereckig. Im erstern Falle werden die Pfeifen, in schräger Richtung stehend, in sie eingesetzt und die über die Ränder der Kapsel hervorragenden Stiele mit einer Papiertute, die mit ThonSchlamm begossen und wieder getrocknet ist, bedeckt. Beim Brennen wird das Papier zerstört und es bleibt eine dünne Thondecke zurück, die die Pfeifen vor Flugasche und Ruß schützt. Wendet man viereckige Kästen an, so werden die Pfeifen gelegt. Sehr häufig pflegt man die Kapseln nach dem Einsetzen der Pfeifen ganz mit gebranntem und feingemahlenem Thon zu füllen, wodurch ein Verbiegen der Pfeifen vermieden werden soll. Es ist dies jedoch überflüssig. Die Kapseln werden entweder in einen gewöhnlichen Töpferofen gleichzeitig mit anderem Geschirre oder in einen eigenen kleinen Ofen eingesetzt.

In den Londoner Fabriken werden die Pfeifen in eigenen Muffelöfen gebrannt, von denen einer in Fig. 1277 gezeichnet ist. Die Muffel *a* ist ein cylindrischer oben geschlossener Raum, in dessen Innerem an der Wand eine Reihe von Thonleisten, auf denen die Köpfe der Pfeifen ruhen, und außerdem ein Gestell zur Stütze der Stiele angebracht ist. Die Muffel mit den Leisten und dem Gestell wird aus zerbrochenen Pfeifensstielen und Pfeifenthon angefertigt. Sie ruht auf vier eisernen oder gemauerten Stützen *e* über der Feuerung *b*. Das Feuer trifft den ganzen Boden der Muffel und windet sich dann in schraubenförmigen Zügen in dem Raume zwischen der Muffel und den Ofenwänden *c* in die Höhe, um durch eine runde Oeffnung im Gewölbe des Ofens in den Mantel und Schornstein *d* zu entweichen. Das Füllen und Entleeren der Muffel geschieht durch eine Oeffnung *f*, die in der Ofenwand angebracht und vom Mantel aus zu erreichen ist. Beim Brennen wird die Oeffnung der Muffel und die des

Ofens verschlossen. Durch eine kleine, in der Wand des Ofens befindliche Oeffnung *r* kann man sich von der Wirkung des Feuers überzeugen. Die Dimensionen

Fig. 1277.



solcher Ofen sind verschieden, die größten derselben fassen bis zu 100 Groß, also mehr als 14000 Stück. Der Brand dauert 10 bis 14 Stunden.

Die gewöhnlichen Pfeifen werden unmittelbar nach dem Brennen in den Handel gebracht. Den besseren Sorten nimmt man aber vorher die unangenehme Eigenschaft durch Aufsaugung des Speichels an den Lippen zu haften, indem man die Spitzen der Stiele entweder mit geschmolzenem Siegellack oder mit einer Art Firnis aus Wachs, Gummi und Seife bestreicht, oder man taucht auch wohl die Spitzen in einen dicklichen ThonSchlamm, mit dem die Poren sich vollsaugen und dann durch Reiben mit einem Flanellappen eine gewisse Politur annehmen, die das Ankleben an den Lippen ebenfalls verhindert.

Sechste Abtheilung. Steinzeug. Dichte, sehr harte, klingende, mehr oder weniger feinkörnige Masse. Entweder ohne Glasur oder mit glastgem Anflug, Bleiglasur oder erdig alkalischer Glasur.

Die Masse besteht im Wesentlichen aus plastischem Thon, entfettet durch Sand, Feuerstein oder Steinzeugchamotte.

Die Glasur ist bald alkalisch, durch Anflug und Zersetzung von Kochsalz auf der Oberfläche der Geschirre im Ofen hervorgebracht; bald bleiisch, dann sehr dünn,

und Quarz, Feldspath, Schwefelspath enthaltend; bald erdig, alkalisch, und besteht dann aus Hohofenschlacken, Bimstein, Lava oder Feldspath.

Das Formen ist entweder roh und wird nur auf der Drehscheibe ausgeführt, oder sorgfältig und fein, die aufgedrehten Stücke werden dann abgedreht, andere in Gipsformen gemacht und mit reichen Verzierungen versehen.

Das Brennen wird fast ohne Ausnahme in einer Operation beendigt. Es erfordert eine der höchsten Temperaturen, die auf 100 bis 120° W. angenommen wird. Nur bei den mit Bleiglasur bedeckten Geschirren wird ein doppelter Brand vorgenommen.

Im Ofen werden die Stücke meist ganz frei eingesetzt, bisweilen trennt man die einzelnen Reihen durch Thonplatten, nur die ganz feinen Steinzeuge werden in Kapseln gebrannt.

Die Ofen für das gewöhnliche Steinzeug sind liegende, einschürige Flammöfen; für das feine Steinzeug stehende Flammöfen mit mehreren Feuerungen, also dieselben, welche zum Brennen der feinen Fayence dienen. Zum Brennen wendet man entweder Holz oder Steinkohlen an, die letzteren verdrängen jetzt das Holz aber fast vollständig.

Die Steinzeugmasse bietet den größten Vortheil, daß sie sehr hart brennt und für Flüssigkeiten vollkommen undurchdringliche Geschirre liefert, selbst wenn diese nicht glasirt sind. Sie läßt sich zu Arbeitsstücken von außerordentlichen Dimensionen formen, nimmt fast jede beliebige Farbe an und kann auf das Reichste und Geschmackvollste verziert werden.

Die Geschirre haben nur den Nachtheil, daß sie nicht gut plötzliche Temperaturwechsel ertragen, daher nicht zum Kochen auf freiem Feuer benutzt werden können. Durch die zum Gaarbrennen erforderliche hohe Temperatur wird ihr Preis ein verhältnißmäßig hoher.

Die Steinzeugarten müssen nach ihrer Fabrikationsweise und ihren Eigenschaften nothwendiger Weise in zwei Classen getheilt werden. Wir werden daher ordinaires und feines Steinzeug unterscheiden.

Ordinaires Steinzeug. Die Masse besteht fast ganz ausschließlich aus plastischem Thon, der nur Spuren von Kalk enthalten darf und vollkommen feuerfest sein muß. Der am meisten geschätzte Thon ist der von Stourbridge aus der Kohlenformation in England. Es finden sich jedoch auch an vielen anderen Orten vortreffliche, zur Fabrikation des Steinzeugs sich eignende Thone, so z. B. bei Wallendar in der Nähe von Coblenz.

Die Masse hat meistens eine graue, gelbliche, röthliche oder auch bläuliche Farbe. Viele plastische Thone sind so fett, daß die daraus gefertigten Geschirre beim Trocknen sich verwerfen, im Ofen springen oder doch nicht den geringsten Temperaturwechsel ertragen können. Um diesem abzuwehren und den Thon magerer zu machen, giebt man entweder einen Zusatz von Sand oder man sucht sich zweckmäßiger einen magern Thon zu verschaffen, den man dann, in entsprechenden Verhältnissen mit dem zu fetten mischt. Es pflegen gewöhnlich solche verschiedene Thonarten in unmittelbarer Nähe von einander sich zu finden, daß leicht eine passende Auswahl zu treffen ist. Man muß dabei natürlich vor allen

Dingen darauf achten, daß durch die Vermischung der Thone die Qualität der Masse nicht beeinträchtigt wird, daß also der magere Thon nur durch einen höhern Sandgehalt weniger plastisch ist, während ein kalkhaltiger magerer Thon wegen seiner Schmelzbarkeit ganz ungeeignet ist und nie zu einer Steinzeugmasse verwandt werden darf. Versuche mit im kleinen Maßstabe ausgeführten Probemischungen können am leichtesten über den Werth der Thonarten entscheiden.

Ein Schlämmen des Thons findet fast nie Statt, da dieses zu theuer werden würde. Man begnügt sich damit, durch Treten, Schneiden und Kneten homogene Massen darzustellen und dabei die Steine so sorgfältig wie möglich zu entfernen. Die einzelnen Thonsorten werden für sich eingespumt, d. h. mit so viel Wasser gemischt, als erforderlich ist, ihnen die nöthige Plasticität zu geben, dann zunächst durch die Thonknetmühle passirt. Man bildet darauf aus abwechselnden, möglichst dünnen Schichten der einzelnen Thonarten einen Haufen, schneidet diesen mit einem Messer zu dünnen Spänen, wobei man die Steine entfernt, und knetet dann entweder die Späne mit den Füßen oder läßt sie von Neuem durch die Thonmühle gehen, was man so oft wiederholt, bis die Masse vollkommen homogen geworden ist und keine verschiedenfarbige Stellen mehr darin wahrnehmbar sind. Ist man gezwungen, einen Zusatz von Sand zu machen, so wird dieser zuerst oberflächlich mit den Füßen in den Thon geknetet und nachher auf der Knetmühle weiter mit dem Thon gemischt.

Formen. Die meisten Gegenstände werden auf der gewöhnlichen Töpferdrehscheibe aufgedreht. Für große Arbeitsstücke bedient man sich jedoch vielfach der aufgehängten Scheibe, welche in Fig. 1221 S. 102 dargestellt ist, da diese weit leichter beweglich ist. Besondere Eigenthümlichkeiten des Formens kommen bei dieser Sorte von Thonwaaren nicht vor. Henkel u. dergl. werden aus freier Hand aus Wulsten geformt und diese gleich an die fertigen Arbeitsstücke vor dem Trocknen angefügt. Verzierungen, die jedoch beim ordinären Steinzeug selten angewandt werden, werden in Gipsformen gebildet.

Brennen. Zum Brennen bedient man sich einschüriger liegender Flammöfen. Die Construction derselben kommt in den meisten Fällen mit der der gewöhnlichen Töpferöfen überein, namentlich eignet sich dazu der sogenannte Casseler Ofen (Fig. 1258 S. 163) sehr gut. Die Sohle und das Gewölbe des Ofens muß dann aber ganz aus feuerfesten Steinen erbaut sein, da selbst die besten Ziegel bei der Hitze des Brandes schmelzen würden. Außerdem müssen oben im Gewölbe mehrere von außen zu erreichende Oeffnungen angebracht sein, durch welche das Salz beim Ende des Brandes eingestreut werden kann. Ein anderer Ofen ist in Fig. 1278 in vorderer Ansicht, in Fig. 1279 im Durchschnitt dargestellt. Er unterscheidet sich von den früher beschriebenen dadurch, daß das Feuer nicht am Ende des Ofens, sondern unter der Sohle ist, und daß die Flammen durch Oeffnungen der Sohle in den Brennraum schlagen und, statt in einen Schornstein, durch zahlreiche Oeffnungen im Gewölbe entweichen. Es ist selbstverständlich, daß bei einer solchen Ofenconstruction nur

Holz gebrannt werden kann. *a* ist ein Raum vor den Feuerungen; *b* der untere Feuerraum, in welchem das Vorfeuer gegeben wird; *c* der Feuerraum für das Scharfeuer. Die Feuerungen sind ohne Kosten, nur in der

Fig. 1278.

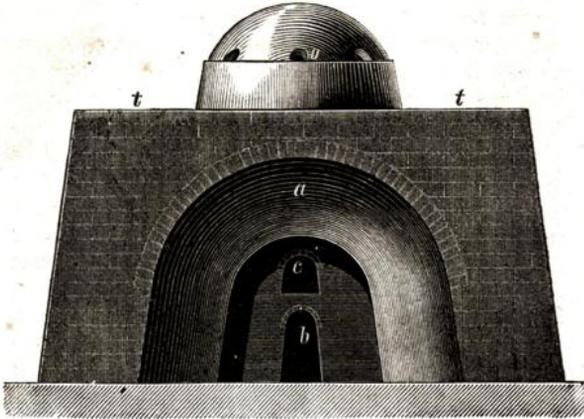
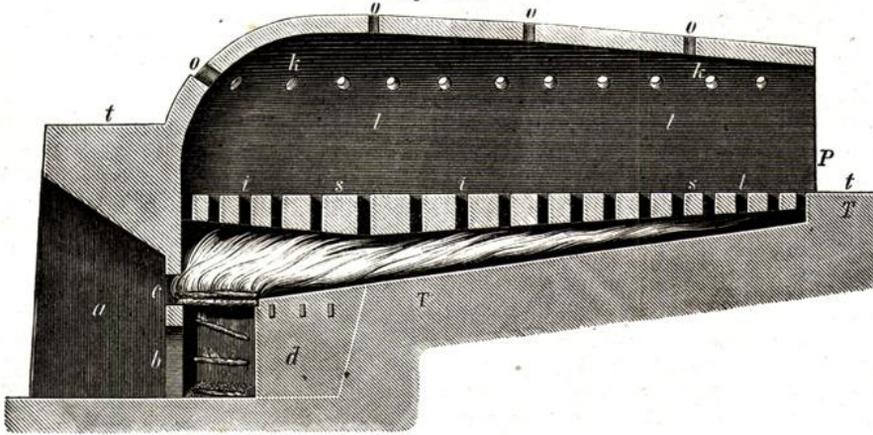


Fig. 1279.



Höhe von *c* sind einige Duerstäbe angebracht, auf welchen die langen Holzscheite ruhen. Die kleinen Kohlen sammeln sich bei *d*, die darüber hinwegstreichende Luft wird daher bedeutend erhitzt, ehe sie beim Scharfeuer zu dem bei *c* brennenden Holz gelangt. Ganz unter der Sohle *s* des Ofens erstreckt sich der Feuerraum *f*, aus dem die Flammen durch die Oeffnungen *i* in den Brennraum *l* dringen. Im Scheitel des Gewölbes sind vier Oeffnungen *o* und an den Seiten zwei Reihen von je elf Oeffnungen angebracht, durch die die Flammen ins Freie gelangen. Die hintere Seite *P* des Ofens dient als Thür beim Einsetzen und Entleeren, sie wird während des Brandes vermauert. Der ganze Ofen ist 10 Meter lang, 2,5 Meter hoch und am Gewölbe an der breitesten Stelle über der Feuerung 5 Meter breit.

Die Construction dieses Ofens ist gewiß nicht zweckmäßig zu nennen, denn bei der geringen Höhe, im Vergleich zu der bedeutenden Länge, kann keine Ausnutzung des Feuers stattfinden und auch wohl kein gleichmäßiger Brand erreicht werden, da die Flamme ganz sicher un-

mittelbar über der Feuerung in die Höhe steigen und durch die daselbst befindlichen Zuglöcher entweichen wird. Es wäre ein Anderes, wenn an dem der Feuerung entgegenliegenden Theile des Ofens ein Schornstein angebracht wäre und die Löcher im Gewölbe nur zum Einstreuen des Salzes benützt würden, oder nur dazu dienten, die stärkste Hitze an einen ganz bestimmten Theil des Ofens zu leiten, wo gerade das augenblickliche Bedürfnis vorliegt. Durch den Schornstein würde dann die Hitze, welche durch die Oeffnungen in der Sohle vertheilt wird, gleichmäßig durch den ganzen Ofen gezogen.

Das Brennen des Steinzeugs dauert länger, als bei irgend einer andern Art von Thonwaaren; bei einem großen Ofen dauert das Vorfeuer 5 Tage, das Scharfeuer 3 Tage, mithin der Brand im Ganzen 8 Tage. Der zuletzt beschriebene Ofen brennt 3 bis 3 1/2 Tage oder ungefähr 72 bis 84 Stunden. Nach 4 bis 5 Tagen ist er dann so weit erkaltet, daß man die Entleerung beginnen kann, die Hitze im Ofen ist aber selbst nach der Zeit kaum erträglich, so daß die gebrannten Geschirre nur mit dicken leinenen Handschuhen berührt werden können.

Glasiren. Die für das Steinzeug charakteristische Glasur ist die durch Kochsalz, die übrigen, sei es Bleiglasur oder ein Beguß mit Schlacken u. dergl., kommen im Wesentlichen mit denen der gewöhnlichen Töpfergeschirre überein. Wir werden daher hier vorzugsweise die Salzglasur ins Auge fassen.

Wenn der Ofen nahezu seine höchste Temperatur erreicht hat, so werden noch mehrere rasch auf einander folgende Feuer gegeben. Man läßt zuerst das

Holz soweit abbrennen, daß kein Rauch und keine Flamme mehr aus dem Schornstein entweicht. Dann werfen zwei Arbeiter so viel kleingespaltene Holzscheite in den Ofen, daß der Feuerraum ganz davon erfüllt wird. Dabei wirft der rechts stehende Arbeiter seine Scheite in schräger Richtung so, daß sie von der linken zur rechten Seite des Feuerraums fallen, der links stehende umgekehrt, wodurch die Scheite sich kreuzen und hohl liegen, so daß die Luft reichlich Zutritt zu ihnen hat. Anfangs dringt eine dicke schwarze Rauchsäule aus dem Schornstein, darauf entwickelt sich eine dunkelrothe Flamme, die immer heller wird, wenig mehr raucht, zuletzt ganz hell wird und darauf ganz verschwindet. Dieses dauert im Ganzen ungefähr 20 Minuten, worauf von Neuem gefeuert wird, was man mehrere Male wiederholt. Der Thon wird bald die richtige Temperatur erreichen, was man allerdings nur aus der Erfahrung beurtheilen kann, da keine bestimmten Anzeichen diese Temperaturgrenzen nachweisen können. Zwei Arbeiter steigen alsdann auf die Mauer, welche ringsum um den Ofen läuft, von wo sie die Oeffnungen im Gewölbe leicht erreichen können, und werfen mit der

Hand oder mit einer Schaufel das Salz durch die Oeffnungen möglichst weit in den Ofen hinein, wobei sie es möglichst gleichförmig zu vertheilen suchen. Der eine Arbeiter beginnt dabei an der einen Seite des Ofens möglichst nahe an dem Feuerraum, der andere an der andern Seite, in der Nähe des Schornsteins. Sie schreiten dabei von einer Oeffnung des Ofens zur andern, bis der ganze Ofen die nöthige Menge Salz bekommen hat. Diese richtet sich natürlich ganz nach der Größe des Ofens, sie beträgt für einen Ofen mittlerer Größe 100 bis 150 Pfd.

Während des Salzens wird das Feuer fortwährend unterhalten, jedoch nicht mit derselben Intensität, wie vorher. Wenn ungefähr die Hälfte der ganzen Salzmenge verbraucht ist, werden die Oeffnungen im Gewölbe wieder verschlossen und von Neuem ein starkes Feuer gegeben, womit man so lange fortfährt, bis einige Arbeitsstücke, von verschiedenen Stellen des Ofens mit einem eisernen Haken herausgezogen, eine dichte klingende Masse zeigen, ein schönes glänzendes Aussehen haben und durch die rasche Abkühlung in mehrere Stücke zerspringen. Bei diesem Stadium wird zum zweiten Salzen geschritten, was ganz auf dieselbe Weise geschieht, wie das erste, wobei aber eine größere Menge Salz verwendet wird. Dieses wird dabei nicht allein durch die Oeffnungen im Gewölbe eingetragen, sondern auch durch den Feuerraum vorn in den Ofen geworfen und auf das brennende Holz gestreut. Zugleich wirkt man manchmal mehrere Bündel Birkenrinde in das Feuer, wodurch das Steinzeug eine angenehme braune Farbe erhalten soll. Es ist jedoch schwer einzusehen, wie dadurch eine braune Farbe bewirkt werden kann, da es unmöglich durch den Theer, welcher sich bei der Destillation des Holzes bilden könnte, geschehen kann. Würde von den Bestandtheilen des Theers ein Theil von der Glasur auch so umhüllt, daß er nicht vollständig verbrennen könnte, so würde dieser doch jedenfalls vollständig verkohlt werden und das Geschirre nicht braun, sondern schwarz färben. Uebrigens zeigen auch die Geschirre nach dem Brande eine sehr schöne braune Farbe, wenn der Thon etwas eisenhaltig ist, selbst wenn keine Rinde verbrannt ist, und es dürfte der Eisengehalt des Thons die alleinige Ursache der Färbung sein.

Während des Salzens dringt aus dem Schornstein und aus den Arbeitslöchern des Ofens ein dichter weißer Rauch, der die nächsten Umgebungen mit einem weißen Beschlag überzieht, ein Beweis, daß ein großer Theil des Salzes verflüchtigt wird, ehe es zur Wirkung auf den Thon kommen kann. Um diesen Verlust zu vermeiden, der bei vielen Bränden seiner Kosten wegen wohl zu berücksichtigen ist, wäre es vielleicht zu empfehlen, das Salz in kleineren Mengen nach und nach in den Ofen zu bringen, da dann die Salzdämpfe von dem Thon absorbiert werden könnten, ehe sie zum Schornstein hinausgehen.

Sobald das Feuer nachläßt und der Rauch aufgehört hat, wird der Schieber im Schornstein geschlossen, auf die Mündung des Schornsteins noch außerdem eine Eisenplatte gelegt, deren Ränder mit Thon bestrichen sind, und alle Oeffnungen des Ofens durch Ziegel und Thon möglichst gedichtet, um jeden Zutritt der Luft in den Ofen zu verhindern und ihn ganz allmählig 4 bis 5 Tage lang abkühlen zu lassen.

Die Hauptbedingung zur Fabrikation eines guten Steinzeugs besteht, außer der richtig beschaffenen Masse, in einer genügend hohen Temperatur beim Brande. Nur wenn diese so weit steigt, daß die Masse auf dem Bruch keine erdige Textur mehr zeigt, sondern einen muschligen, glasartigen Bruch hat, ist der Brand ein vollkommen gelungenere zu nennen. Im andern Falle ist das Geschirre immer mehr oder weniger porös, läßt Flüssigkeiten durchdringen und es wittert mit der Zeit an seiner Oberfläche stets Kochsalz aus, welches in den Poren eingeschlossen war.

In der Fabrikation des ordinären Steinzeugs haben die englischen Fabriken, namentlich die in der Vorstadt Lambeth bei London, eine außerordentliche Vollkommenheit erreicht. Sie liefern für den Hausgebrauch Geschirre von eleganten Formen und großer Dauerhaftigkeit. Ganz unübertroffen stehen sie aber da in der Fabrikation chemischer und technischer Geräthschaften von zum Theil enormen Dimensionen. Ihre Fabrikate haben eine sehr gefällige Farbe, die von Hellgelb bis Dunkelbraun variiert und durch Eintauchen des Rohguts in einen dünnen Brei von Ocker erhalten wird.

Durch einen Beguß mit farbigem Thon lassen sich dem Steinzeug mannigfache Farben ertheilen, dieses geschieht z. B. in Bunsław ganz auf ähnliche Weise, wie wir es für das gewöhnliche Köpfergeschirre beschrieben haben.

Die Glasur mit Eisenschlacken wird verhältnismäßig selten angewandt. Da, wo es geschieht, werden die Schlacken von Eisenhöfen oder Buddelöfen fein gepocht, gemahlen und entweder als trocknes Pulver mit einem Siebe auf die nassen Geschirre gestreut oder die Schlacken werden mit Wasser gemahlen und mit der nassen Glasur die trocknen Waaren angegossen. Die Bestandtheile der Glasur verbinden sich dann mit denen des Thons beim Brennen zu einer glasartigen Masse, wodurch das Salzen unnöthig wird.

Feines Steinzeug. Diese Art von Thonwaaren unterscheidet sich wesentlich vom ordinären Steinzeug, sowohl in Betreff ihrer Masse, ihrer Glasur, als auch ihrer Fabrikation. Es werden vorzugsweise reich verzierte Luxusgegenstände daraus verfertigt. Die Undurchsichtigkeit, die Härte, die Dichtigkeit und der etwas glasige Bruch der Masse sind Eigenschaften, die es mit dem ordinären Steinzeug gemein hat, und aus diesem Grunde muß es mit diesem in dieselbe Abtheilung der Thonwaaren gebracht werden.

Die Masse hat eine weit complicirtere Zusammensetzung, wie die des ordinären Steinzeugs. Sie ist manchmal künstlich gefärbt. Sie besteht meistens aus einer Mischung verschiedener plastischer Thone, mit oder ohne Kaolin, und enthält stets eine verhältnismäßig große Menge feldspathartige Substanzen, Cornishstone.

Durch diesen Zusatz wird der zu fette Thon magerer gemacht, beim Brennen erweicht der Feldspath und dient als Bindemittel für die Thontheile, wodurch die Masse ihr dichtes Gefüge und ihren glasigen Bruch erhält. Der Cornishstone macht häufig die Hälfte der Masse aus. Die Masse wird dadurch so schmelzbar, daß sie bei weit geringerem Feuer gaar brennt, als das ordinäre Steinzeug, sie würde sogar beim Steinzeugbrande sehr et-

weichen. Beim Brennen wird die Temperatur so regulirt, daß die Masse gerade an der Oberfläche anfängt zu erweichen, sie erhält dadurch einen solchen Glanz, daß eine eigentliche Glasur ganz überflüssig wird, es wird ihr höchstens eine Glasur durch Anflug ertheilt. Für die Gegenstände, welche aus farbiger Masse dargestellt werden sollen, wird immer zuerst eine weiße Masse bereitet und dieser dann ein färbendes Metalloxyd in

solcher Menge zugesetzt, daß dadurch der Schmelzpunkt nicht zu sehr erniedrigt wird. Entweder formt man dann die Geschirre direct aus dieser Masse, oder man macht sie aus weißer Masse und giebt ihnen nur einen dünnen farbigen Ueberzug, indem man sie in einen ziemlich consistanten Schlamm der farbigen Masse taucht.

Folgende Vorschriften für die Mischung der Masse werden diese näher erklären:

Masse für weißes feines Steinzeug:

Gornisthoner	80	40	100	30	200	90	50	50
Kaolin	20	10	20	10	—	30	20	40
Blauer Thon	40	20	18	18	80	80	25	20
Feuerstein	20	—	40	2	—	—	—	—
Glasscherben	—	—	—	—	—	—	1	—

Weiße Masse für Wedgwood's Zaspiswaare:

Schwerspath	150	40	30	50	32	160
Kaolin	35	—	—	15	10	60
Blauer Thon	45	20	12	35	25	90
Feuerstein	35	—	3	10	8	40
Gips	6	—	—	—	1	8
Gornisthoner	50	20	20	—	7	—
Knochenasche	—	—	—	25	—	—

Basalt- oder schwarze ägyptische Masse:

Blauer Thon	200	330	200	—	100	—
Rother Thon	—	—	300	500	—	500
Gebrannter Ocker	200	300	100	75	100	—
Hammer Schlag	—	30	—	—	35	—
Braunstein	60	80	100	75	40	100

Zum Färben der Masse wird ihr für Blau 1/2 Proc. Kobaltoxyd, für Dunkelgrün 1 Proc. Chromoxyd, für Hellgrün 1/2 Proc. Chromoxyd, für Blaugrün 0,3 Proc. Chromoxyd und 0,3 Proc. Kobaltoxyd zugesetzt. Gelbe und braune Farben werden durch Zusatz von mehr oder weniger Ocker hervorgebracht. Durch passende Veränderungen in den Quantitäten und durch Mischung der färbenden Metalloxyde kann man fast jede beliebige Farbe hervorbringen. Nach Wedgwood's Vorgange werden jetzt sehr vielfach farbige Verzierungen auf weißem oder farbigem Grunde angebracht und dadurch die schönsten Effecte erzielt. So findet man namentlich Himmelblau auf Weiß, Schwarz auf Weiß oder Grauweiß auf Dunkelblau, Schwarz oder Gelb, Braun auf Gelb oder Hellbraun u.

Alle Bestandtheile der Masse werden auf das Sorgfältigste gemahlen und geschlämmt. Der Schlamm wird verdampft, die Masse bleibt nach dem Kneten wenigstens mehrere Monate lang liegen, um vollkommen gleichförmig zu werden. Sie wird dann mit der größten Exactität geformt und abgedreht. Will man eine weiße Masse mit einer farbigen überziehen, so wird sie nach dem Formen getrocknet, in einen dicken Schlamm der farbigen Masse getaucht, wieder getrocknet und abgedreht. Das Formen selbst geschieht theils aus freier Hand, theils in Gipsformen. Die Verzierungen, Cameen und sonstige Reliefs werden aus Lappen in einer Form von Gips oder gebranntem Thon geformt und darauf unter eine Presse gesetzt, um alle feinen Contouren scharf auszuprägen. Die Form, in welcher die Verzierungen angefertigt werden, muß genau den Krümmungen des Gefäßes, auf dem sie angebracht werden sollen, angepaßt sein. Die Vereinigung der Verzierungen mit dem Gefäß ist außerordentlich leicht, da die Masse sehr plastisch

ist. Bei vielen Arbeitsstücken, die solche Kosten tragen können, werden die Verzierungen nach dem Trocknen noch einmal mit dem Grabstichel nachgearbeitet, um ihnen die höchste künstlerische Vollendung zu geben.

Die Geschirre werden stets in runden stehenden Flammöfen gebrannt. Nur in wenigen Fällen wird man sie in besonderen Oefen brennen, sondern meist gemeinschaftlich mit feiner Fayence. Die mit dem feinen Steinzeug gefüllten Kapseln werden dann an solche Theile des Ofens gebracht, die für die Fayence eine zu hohe Temperatur haben würden.

In den meisten Fällen werden die Geschirre gar nicht glazirt, sie erhalten, wie erwähnt, schon durch das Brennen genügenden Glanz. Will man ihnen einen stärker glänzenden, glasigen Anflug geben, so bedeckt man das Innere der Kapseln vor dem Brande mit einer Mischung von:

67 Th. Kochsalz,
28 „ Potasche,
5 „ Bleioxyd.

Durch die Hitze im Ofen verflüchtigt sich ein Theil des Kochsalzes, Kalis und des Bleioxyds, deren Dämpfe begierig von der Thonmasse aufgesogen werden, die damit an der Oberfläche einen dünnen glasartigen Ueberzug bildet.

In einigen seltenen Fällen überzieht man das feine Steinzeug auch mit bleiischen oder borsaurehaltigen Glasuren, zu denen folgende Vorschriften gelten:

Krystallglasscherben	51
Quarzsand	7
Feldspath	17
Schwerspath	25

oder:

Feldspath	35
Quarzsand	25
Mennige	20
Potasche	5
Gebrannter Borax	15

Dritte Classe. Thonwaaren mit harter, durchscheinender Masse. Die durchscheinende Beschaffenheit der Masse charakterisirt diese Classe von Thonwaaren so, daß sie mit keiner andern verwechselt werden kann. Nur das sehr scharf gebrannte Steinzeug hat einige Aehnlichkeit damit, dieses ist jedoch immer nur beim Bruche an den Kanten und in kleineren Splintern durchscheinend, während die hierher gehörenden Thonwaaren in ihrer ganzen Masse, wenn diese nicht zu dick ist, wenigstens Spuren von Licht durchlassen.

Siebente Abtheilung. Echtes Porzellan. Das echte Porzellan zeichnet sich durch eine feine, harte, durchscheinende Masse und durch eine harte, erdige Glasur aus.

Die Masse enthält zwei Hauptbestandtheile. Der eine ist unerschmelzbar, thonig, — der Kaolin entweder im reinen Zustande oder mit plastischem Thon oder, in seltenen Fällen, mit einem quarzigen Magnest vermisch; der andere Bestandtheil ist schmelzbar, — Feldspath oder andere Mineralien, wie Quarzsand, Kreide, Gips, die in richtiger Mischung angewandt auf die Theile des Kaolins einwirken und mit ihnen schmelzbarere Verbindungen bilden.

Die Glasur besteht aus quarzigem Feldspath, der entweder für sich, oder mit Gips gemengt, angewandt wird. Nie aber geht Bleioryd oder Zinnoryd in die Glasur ein.

Die Bestandtheile der Masse müssen sorgfältiger geschlämmt, gestekt, gemischt werden, als bei irgend einer andern Sorte von Thonwaaren und die Masse selbst muß mit der allergößten Vorsicht geknetet und homogen gemacht werden. Trotzdem ist die Masse mager, wodurch das Formen erschwert wird. Außerdem sind an ihr nach dem Trocknen und Brennen mehr wie bei jeder andern Masse alle Ungleichheiten des Drucks beim Formen sichtbar. Das Formen erfordert daher eine außerordentlich große Geschicklichkeit und Kenntniß. Es kommen dabei die mannigfachsten Methoden zur Anwendung, in den meisten Fällen beschränkt sich jedoch das Formen auf das Aufdrehen auf der Scheibe, das Formen in Gips und das Formen durch Guß.

Man könnte das Porzellan mit der Glasur in einem Brande glatt brennen, denn die Glasur erfordert dieselbe Temperatur als die Masse. Trotzdem brennt man es aber immer zweimal. Der erste Brand, das Verglöhen, bezweckt nur eine Verdichtung der Masse, um die Glasur durch Eintauchen auf das Bisquit auftragen zu können. Erst beim zweiten Feuer, dem Glattbrennen, wird die Masse und die Glasur gaar gebrannt. Die dazu erforderliche Temperatur ist sehr hoch und steigt bis auf 135 bis 140° W. Da die Masse sich bei dieser hohen Temperatur erweicht, so sind beim Einsetzen besondere Vorsichtsmaßregeln zu treffen, die in der Einleitung beschrieben sind.

Zum Brennen dienen runde, stehende, mehrschürige Flammöfen mit mehreren Etagen. Die Kapseln müssen hinreichend feuerbeständig sein, um den hohen Hitzgraden genügend widerstehen zu können.

Als Brennstoff wird mit wenigen Ausnahmen Holz angewandt, und zwar solches Holz, welches mit langer Flamme brennt, wie Tannen-, Birken-, Bappelholz. Wenige Fabriken nur feuern mit Steinkohlen.

Nach dem vollständigen Austrocknen erleidet die Masse noch eine Schwindung von $\frac{1}{3}$ ihres Volums und verliert beim Brande $\frac{1}{3}$ ihres Gewichts.

Die Glasur muß nach dem Brande gut geflossen sein und muß sich dabei mit der Masse vollständig verbunden haben.

Dieses sind im Allgemeinen die wesentlichsten Momente der Porzellanfabrikation. Es kommen jedoch in den verschiedenen Ländern und in verschiedenen Fabriken nicht unbeträchtliche Abweichungen sowohl in der Zu-

sammensetzung als in der Fabrikation vor, die meistens durch die Rohmaterialien bedingt sind. Sie alle hier zu beschreiben, würde viel zu weit führen, wir werden uns daher darauf beschränken, die Fabrikationsmethoden der Manufactur von Sèvres zu erklären, und dabei die in anderen Fabriken vorkommenden Abweichungen kurz andeuten.

Bestandtheile der Massen und Glasuren zu Sèvres. Die zu Sèvres angewandten Rohstoffe beschränken sich auf folgende:

Kaolin,
Feldspath,
Kreide,
Quarzsand von Aumont,
Plastischer Thon,
Porzellanchamotte.

Der Kaolin wird zu St. Vrieix la Perche bei Limoges gewonnen. Man unterscheidet dort, wie oben (S. 48) angegeben, folgende Sorten: thonigen, sandigen und körnigen Kaolin. Die Stücke des ersten brauchen nur sorgfältig ausgelesen und äußerlich gereinigt zu werden. Die beiden letzteren werden an Ort und Stelle geschlämmt. Der Thonschlamm wird, nachdem er durch Absetzen soweit wie möglich von Wasser befreit ist, zuerst in großen Behältern an der Luft getrocknet und dann mit der Schaufel herausgestochen und auf Lattenverschlagen in einem Schuppen dem Luftzuge ausgefegt.

Bei der Anwendung des thonigen Kaolins wird die Masse fetter, unerschmelzbarer, wird aber nicht so weiß, hat mehr Neigung, sich im Feuer zu verwerfen, und läßt mehr alle Ungleichheiten des Drucks, welche sie beim Formen erfahren hat, hervortreten, als bei der Anwendung des körnigen Kaolins. Der letztere wird vorzugsweise zur Skulpturmasse gebraucht und diese ist daher in hohem Grade weiß, durchscheinend und leicht schmelzbar.

Die beim Schlämmen des Kaolins bleibenden sandigen Rückstände bestehen zum größten Theil aus Quarz und Feldspath. Sie werden für sich gemahlen und zur Masse verwandt, der sie den erforderlichen Gehalt an Alkalien liefern.

Die richtige Auswahl des Kaolins ist in der Porzellanfabrikation von größter Wichtigkeit, da ein ganz weißes Porzellan nur von dem besten Kaolin gemacht werden kann. Es ist dies um so mehr zu berücksichtigen, da die Kosten des Porzellans zum größten Theil durch die bedeutenden Handarbeiten und durch den Brand verursacht werden. Diese sind ganz dieselben, mit welcher Sorte von Kaolin man auch arbeitet. Der Werth des Porzellans ist aber um so höher, je reiner seine Farbe ist, und dadurch werden schon allein die höheren, auf die Anschaffung einer bessern Kaolinsorte verwandten Kosten reichlich gedeckt werden.

Obgleich das Vorkommen des Kaolins nicht sehr beschränkt ist, so giebt es doch nur wenige Fundstellen, die ein vollkommen tafelfreies Product liefern.

Ein guter Kaolin muß eine fast milchweiße Masse geben und die daraus angefertigte Masse muß sich leicht und sicher verarbeiten lassen, sie darf beim Trocknen nicht reißen und sich nicht verwerfen.

Der Feldspath wird in manchen Fabriken im reinen Zustande angewandt, er muß alsdann fast ganz frei von Eisen sein und darf also nur eine blaßrothe Farbe haben. In Sevres benutzt man statt des reinen Feldspaths das Gemenge desselben mit Quarz, den Bematit, aus dessen Verwitterung der Kaolin hervorgeht.

Die Kreide kommt von Bougival und von Meudon, die erstere enthält 95,5, die letztere 95,2 Proc. kohlen-sauren Kalk. Jede andere reine Kreide oder jeder eisenfreie Kalkstein kann jedoch ihre Stelle vertreten.

Der Quarzsand von Amont besteht fast aus reiner Kieselsäure.

Der plastische Thon wird zu Abondent gewonnen. Seine Eigenschaften und Analyse s. S. 46.

Die Fabrik bekommt alle Rohstoffe im natürlichen Zustande, mit Ausnahme des thonigen Kaolins, welchen man schon in St. Vrieir einmal schlämmt, um den größten Theil des Sandes daraus abzuschneiden, der selbst in dem thonigen Kaolin noch in zu großer Masse vorhanden ist und einen zu großen Ueberschuß von Quarz in die Masse bringen würde, wenn man ihn nicht entfernte. Der Sand, welcher aus dem sandigen und körnigen Kaolin abgeschieden wird, ist mehr als hinreichend, um die nöthige Menge Quarz und Feldspath zu liefern, welche als Flußmittel in die Masse kommen muß.

Zum Schlämmen des Kaolins und des Thons dient eine Art Thonknetmühle, worin sie zuerst in Wasser zu einer ganz gleichförmigen Masse vertheilt werden, indem die untere Oeffnung der Thonknetmühle verschlossen und sie bis oben mit Wasser und Kaolin oder Thon gefüllt wird. Nach genügender Bearbeitung läßt man den Schlamm unten durch eine Rinne abfließen, seibt ihn, verdünnt wenn es nöthig ist, noch mit Wasser und läßt mehrere Mal absetzen.

Die Zerkleinerung des Feldspaths u. geschieht auf Quetschmühlen, die Läufer von Sandstein haben, das Feinmahlen mit Wasser theils in kleinen Mühlen, theils in Blokmühlen.

Die beim Schlämmen des Kaolins gewonnenen Producte bezeichnet man als Thon vom thonigen Kaolin, Thon vom körnigen Kaolin, Sand vom thonigen Kaolin und Sand vom körnigen Kaolin. Sie werden einzeln der Analyse unterworfen, um ihren Gehalt an Kieselsäure, Thonerde und Kali nachzuweisen, wonach die Verhältnisse, in welchen sie zur Masse genommen werden, bestimmt werden.

Die Verhältnisse, in welchen sie zur Masse genommen werden, bestimmt werden.

Bereitung der Massen. In Sevres werden hauptsächlich drei verschiedene Arten von Masse verarbeitet und diese als Servicemasse, chinesische und Skulpturmasse unterschieden.

Servicemasse. Bis zum Jahre 1836 wurden die Rohstoffe nach empirischen Versuchen gemischt, wobei man dahin strebte, bei neuen Rohstoffen eine der frühern Masse ähnliche Zusammensetzung herauszubringen. Bei der verschiedenen Beschaffenheit der Rohstoffe, sobald diese aus einer neuen Bezugsquelle oder auch nur an einem andern Theile desselben Steinbruchs gewonnen wurden, war es nicht anders möglich, als daß sehr große Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Masse und also in der Qualität des daraus gefertigten Geschirrs eintraten. Man erreichte die gewünschte Beschaffenheit der Masse kaum, immer aber erst nach zahlreichen Versuchen. Um diesen Uebelständen abzuhelfen, wurde damals von Brongniart ein mehr wissenschaftlicher Weg eingeschlagen. Die von Laurent ausgeführten Analysen der besten Geschirre, welche in den Jahren 1770 bis 1836 geliefert waren, ergaben für die Masse folgende mittlere Zusammensetzung:

Kieselsäure	58
Thonerde	34,5
Kalk	4,5
Kali	3

Diese Zahlen wurden für die späteren Zeiten zu Grunde gelegt und die thonigen und körnigen Kaoline, die aus ihnen abgeschiedenen Sandarten und Kalk, nach ihrer vorher bestimmten Zusammensetzung in solchen Verhältnissen gemischt, daß die fertige Masse genau obiger Zusammensetzung entspricht.

Die Rohstoffe sind in Sevres immer dieselben. Da ihre Zusammensetzung aber in jeder neuen Lieferung etwas variiert, so müssen die Verhältnisse der Masse auch bei jeder neuen Lieferung abgeändert werden. So wurden in den auf einander folgenden Jahren von 1836 bis 1844 folgende Mischungen, die zwar im Verhältniß der Rohstoffe sehr verschieden, in ihrer procentischen Zusammensetzung aber ganz gleich sind, angewandt; alle Angaben beziehen sich auf wasserfreie Substanzen.

Quantitäten der Rohstoffe.		Die Rohstoffe enthalten			
		Kieselsäure.	Thonerde.	Kalk und Magnesia.	Kali.
1836.					
70	Th. Thon vom thonigen Kaolin	37,68	29,96	0,6	1,23
12	" Sand vom körnigen Kaolin	9,93	1,17	—	0,76
9,2	" Sand vom thonigen Kaolin	5,09	3,53	0,04	0,50
5,3	" Sand von Amont	5,29	—	—	—
3,5	" Kalk = 6,3 Kreide	—	—	3,53	—
		58,00	34,67	4,19	2,49
1837.					
64	Th. Thon vom thonigen Kaolin	35,52	26,50	0,70	1,28
15	" Sand vom körnigen Kaolin	12,30	2,13	0,15	0,75
18	" Sand vom thonigen Kaolin	10,02	6,17	0,72	0,99
0,16	" Sand von Amont	0,16	—	—	—
2,93	" Kalk = 5,22 Kreide	—	—	2,93	—
		58,00	34,80	4,50	3,02

Quantitäten der Rohstoffe.	Die Rohstoffe enthalten			
	Kieselsäure.	Thonerde.	Kalk und Magnesia.	Kali.
1839.				
73 Th. Thon vom thonigen Kaolin	38,69	30,66	0,73	1,75
24 " Sand vom körnigen Kaolin	19,27	3,40	—	1,27
3 " Kalk = 6,6 Kreide	—	—	3,77	—
	57,96	34,06	4,50	3,02
1840.				
43,5 Th. Thon vom thonigen Kaolin	24,79	16,96	0,24	1,30
49,0 " Sand vom thonigen Kaolin	28,91	17,15	0,59	1,76
4,3 " Sand von Aumont	4,30	—	—	—
3,73 " Kalk als Kreide	—	—	3,67	—
	58,00	34,11	4,50	3,06
1843.				
48 Th. Thon vom thonigen Kaolin	30,00	16,90	0,05	0,96
48 " Sand vom thonigen Kaolin	28,03	17,04	0,53	2,01
4 " Kalk als Kreide	—	—	4,00	—
	58,03	33,94	4,58	2,97

Skulpturmasse. Aus dieser Masse werden Büsten, Statuetten, Schaustücke und alle die Gegenstände, welche unglasiert bleiben und unter dem Namen Bisquit in den Handel kommen, angefertigt. Sie muß von rein weißer Farbe fein und dabei nur etwas ins Bläuliche spielen, wodurch sie im Ansehen dem carrarischen Marmor nahe kommt.

Für diese Masse eignet sich der körnige Kaolin am besten, man giebt ihr außerdem einen Zusatz von Feldspath. Sie wird zusammengesetzt aus:

Thon vom körnigen Kaolin	62	64
Feldspath	17	16
Sand von Aumont	17	16
Kreide	4	4
	100	100

Diese Zusammensetzung ist seit langer Zeit unverändert beibehalten. Die Analyse von vier verschiedenen Exemplaren ergab im Mittel:

Kieselsäure	64,23
Thonerde	30,05
Kalk	2,89
Kali	2,79

Sie enthält daher weit weniger Kali und Kalk wie die Servicemasse, trotzdem erweicht sie viel leichter wie diese. Es muß daher wohl durch den unzersehten Feldspath ein leicht schmelzbares Silicat hinein kommen.

Chinesische Masse. Bei der Anfertigung sehr großer Arbeitsstücke hat man mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen und diese bestehen namentlich in der geringen Plastizität der Porzellanmasse, im Zerreißen beim Trocknen und Verglühen und in der Erweichung beim Glattbrennen. Diese Nachteile hat man dadurch zu verringern gesucht, daß man einen viel mehr thonigen Kaolin oder selbst plastischen Thon und Chamotte von Porzellan-scherben zusetzte. Durch Erhitzen wollte man die Plastizität erhöhen und die Erweichung verringern, durch letztere die durch zu starke Schwindung verursachten Sprünge vermeiden. Man hat nach mancherlei Versuchen dieses am besten durch eine von Regnier zusammengesetzte Masse erreicht, welche sich sehr leicht

verarbeiten läßt und sehr gut im Feuer steht. Ihre Farbe ist etwas ins Graue spielend, ähnlich wie die der chinesischen Geschirre, und ist nach diesem chinesische Masse benannt. Sie besteht aus:

Thon vom körnigen Kaolin	43	44
Plastischer Thon von Dreux	21	25
Feldspath oder Kaolin sand	16	17
Quarzsand von Aumont	16	9
Kreide	4	5
	100	100

Die Bestandtheile aller Massen werden als Schlamm gemischt und durch Pressung verdichtet. Die früher übliche Absorption des Wassers durch Gips ist aufgegeben, weil es nicht möglich war, dabei die Masse völlig vor Verunreinigungen zu schützen, und weil die gepresste Masse plastischer wie die andere ist. Das Einkochen der flüssigen Porzellanmasse ist nicht anwendbar, weil sie dadurch kurz und unplastisch wird. Um sie im höchsten Grade plastisch zu machen, hat man drei Mittel, diese bestehen darin, daß man sie entweder möglichst lange Zeit, ein Jahr oder länger, im feuchten Zustande aufbewahrt, oder sie vor der Anwendung stark durch Treten und Kneten bearbeitet, sie ausdreht und zu Spänen schneidet, oder sie mit den beim Abdrehen abfallenden Spänen mischt. Das letzte Mittel hat sich am besten bewährt.

Zusammensetzung der Glasur. Zur Glasur wird in Sevres ausschließlich der Pegmatit von St. Drieux angewandt. Es ist dies, wie erwähnt, ein krystallinisches Gestein, welches aus Feldspath und Quarz besteht. Die außerordentliche Gleichmäßigkeit, welche diese Felsmassen darbieten, machen sie besonders für die Glasuren geeignet. Die Zusammensetzung derselben ergibt sich am besten aus folgenden Analysen:

	1826.	1839.	1839.	1841.	1842.
Kieselsäure	73,0	74,0	73,4	74,6	74,3
Thonerde	16,2	18,6	15,7	16,0	18,3
Kali	8,4	6,6	7,4	8,1	6,5
Kalk	—	0,4	1,9	1,2	0,4
Magnesia	—	0,3	0,3	—	0,2
Wasser und Verlust ..	0,6	—	1,4	—	0,3

Es ereignet sich manchmal, daß die Glasur sich nicht ganz gleichmäßig auf der Masse ausbreitet oder ihr keinen hohen Glanz ertheilt. Die Bedingungen, welche dieses herbeiführen, sind noch nicht mit Sicherheit erkannt. Man hilft ihnen aber mit bestem Erfolge ab, indem man der Glasurmasse bis 5 Proc. ihres Gewichts Skulpturmasse zusetzt. Ein Zusatz von 2 bis 4 Proc. Gips hat auch manchmal gute Dienste geleistet, meistens erscheint dann aber die Oberfläche punktiert und rauh.

Das Auftragen der Glasur geschieht stets durch Eintauchen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Verhältniß zwischen Glasurmasse und Wasser richtig getroffen sei; daß die festen Bestandtheile sich nicht zu rasch absetzen, was man durch einen Zusatz von Essig sehr verhüten kann; daß endlich das Eintauchen möglichst gleichmäßig und rasch geschehe, wobei die Stücke nicht zu lange in der flüssigen Glasur bleiben dürfen. Würde man die Arbeitsstücke länger, als erforderlich ist, in der Glasur lassen, so würde anfangs die Masse noch mehr Wasser aufsaugen und eine zu starke Glasurschicht aufnehmen. Wenige Secunden darauf würde aber die Masse vollkommen mit Wasser gesättigt sein, die Absorptionskraft der Masse würde aufgehoben werden und die schon an der Oberfläche haftenden Glasurtheile würden vom Wasser wieder abgespült werden. Alle flachen Geschirre werden in horizontaler Richtung eingetaucht, indem man sie mit der rechten Hand in den mit der flüssigen Glasur gefüllten Bottich taucht und sie mit der linken Hand wieder herauszieht. Die hohen Geschirre, Vasen, Krüge u. dgl. werden dagegen in verticaler Richtung eingetaucht. Sehr große Gegenstände, welche nicht mit Leichtigkeit von Arbeitern zu heben sind, werden von Flaschenzügen emporgewunden und durch vorsichtiges Herabsenken in die Glasur niedergelassen.

Außer der Zusammensetzung und den sonstigen Eigenschaften der Glasur übt auch die Art und Weise des Formens der Geschirre einen großen Einfluß auf die Qualität der Glasur aus. Wenn sonst alle Umstände gleich sind, so fällt die Glasur glänzender aus auf neuen Massen, wie auf alten, besser auf Tellern, die mit der Schablone gemacht sind, wie auf den auf gewöhnliche Weise geformten, besser auf aus Lappen geformten Gegenständen, wie auf abgedrehten, auf nicht polirten endlich besser wie auf solchen, die auf der Drehbank mit Horn oder sonstigen Klingen abpolirt sind.

Formen. Bei der großen Mannigfaltigkeit der aus Porzellanmasse angefertigten Gegenstände kommen alle verschiedenen Arten des Formens dabei zur Anwendung. Wir haben dieselben im allgemeinen Theile so ausführlich beschrieben, daß hier kaum etwas darüber zu sagen übrig bleibt. Da an die Porzellangeschirre die höchsten Anforderungen in Betreff einer sorgsam ausgeführten Form gestellt werden, da der verhältnißmäßig hohe Preis dieses gestattet, so müssen dabei alle nur erdenklichen Vorsichtsmaßregeln angewandt werden. Fast alle flachen runden Gegenstände, wie Teller u. dgl. werden über einem Gipskern aus Lappen geformt und mit der Schablone abgedreht, um die äußerlichen Contouren scharf und rein darzustellen. Um alle Verwerfungen beim Trocknen und Brennen zu vermeiden, ist es vor Allem erforderlich, eine völlig homogene Masse zu

haben, die durch wiederholtes Treten, Kneten, Aufdrehen und Schneiden bearbeitet ist. Vor der Anfertigung eines jeden Lappens wird der dazu bestimmte kleine Ballen nochmals mit den Händen durchgeknetet, um jedes kleinste Luftbläschen daraus zu entfernen, da dieses, wenn es in ein fertiges Geschirre eingeschlossen ist, unfehlbar die Zerstörung desselben herbeiführen würde. Schon aus diesem Grunde ist das Formen der Lappen mit der Hand auf der Scheibe dem Schneiden mit der Bock-Buschmann'schen Maschine, die wir oben (S. 192) erwähnt haben, durchaus vorzuziehen. Beim Aufdrehen und beim Eindrücken in die Gipsformen ist namentlich darauf zu achten, daß immer ein möglichst gleichförmiger Druck auf alle Theile des Arbeitsstückes ausgeübt werde, da alle Stellen, die stärker wie andere gedrückt werden, nach dem Brennen vertieft erscheinen und den fertigen Geschirren eine wellige oder geschraubte Oberfläche geben. Diese Erscheinung ist bei keiner Masse so hervortretend wie beim Porzellan. Geschirre, die noch nach dem Trocknen sehr schön gearbeitet zu sein scheinen, können nach dem Brande durch einen solchen Fehler vollkommen werthlos sein.

Beim Ankleben von Henkeln, Ausgüssen u. muß man dafür sorgen, beide zu verbindende Theile fast absolut gleich trocken zu haben, da sonst eine Verzerrung unausbleiblich sein würde. Am besten gelingt die Verbindung, wenn beide Theile ganz trocken sind. Man rührt dann aber den Massebrei, welcher auf die Verbindungsstellen aufgetragen wird, mit Gummischleim an, um dadurch die Absorption des Wassers zu verzögern.

Beim Gießen müssen die Formen eine größere Wandstärke haben, wie die gewöhnlichen Gipsformen, in welche die steife Masse eingedrückt wird, weil aus dem Massefchlamme weit mehr Wasser absorbiert werden muß, um eine feste Kruste von Masse in der Form zu hinterlassen. Solche hohl gegossene Gegenstände, wie Henkel, müssen an mehreren dem Auge verdeckten Stellen kleine Löcher haben, aus denen die Luft beim Brennen entweichen kann.

Die Porzellanöfen sind sehr verschieden in ihrer Construction, alle sind jedoch mehrschürige Stagenöfen, d. h. stehende Flammöfen mit mehreren über einander liegenden Brennräumen. Man kann sie nach ihren verschiedenen Einrichtungen in drei Gruppen theilen, nämlich:

1) Die Oefen von Sevres, die zwei selbständig zu heizende Räume zum Glattbrennen und einen Verglühsöfen haben. Das Feuer schlägt direct in den Ofen.

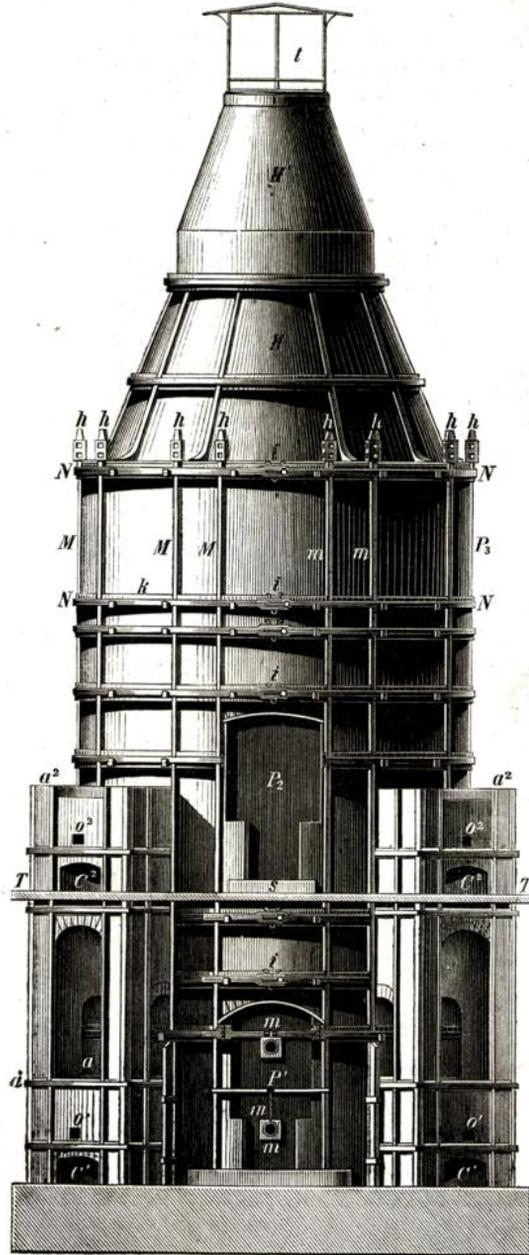
2) Die Oefen mancher anderen französischen Fabriken, welche einen Glattbrennofen haben, der aber sehr hoch ist und aus dem das Feuer durch einen in der Mitte des Gewölbes angebrachten Schornstein in den Verglühsöfen schlägt.

3) Die Oefen deutscher Fabriken. Sie sind durch niedrige Brennräume charakterisirt. Die aus den verschiedenen Feuerungen kommende Flamme sammelt sich in einem Gewölbe unter dem Glattbrennofen und dringt in diesen durch mehrere Schornsteine. Ueber dem Glattbrennofen liegen mehrere Verglühsräume. Die Zahl der Feuerungen ist immer unpaar.

Wir geben hier die Zeichnung der Oefen von Sevres, deren Construction sich vor der der übrigen französischen Oefen höchst vortheilhaft auszeichnet. Wir werden später den Berliner Ofen, der in fast allen deutschen Fabriken angewandt wird, darstellen.

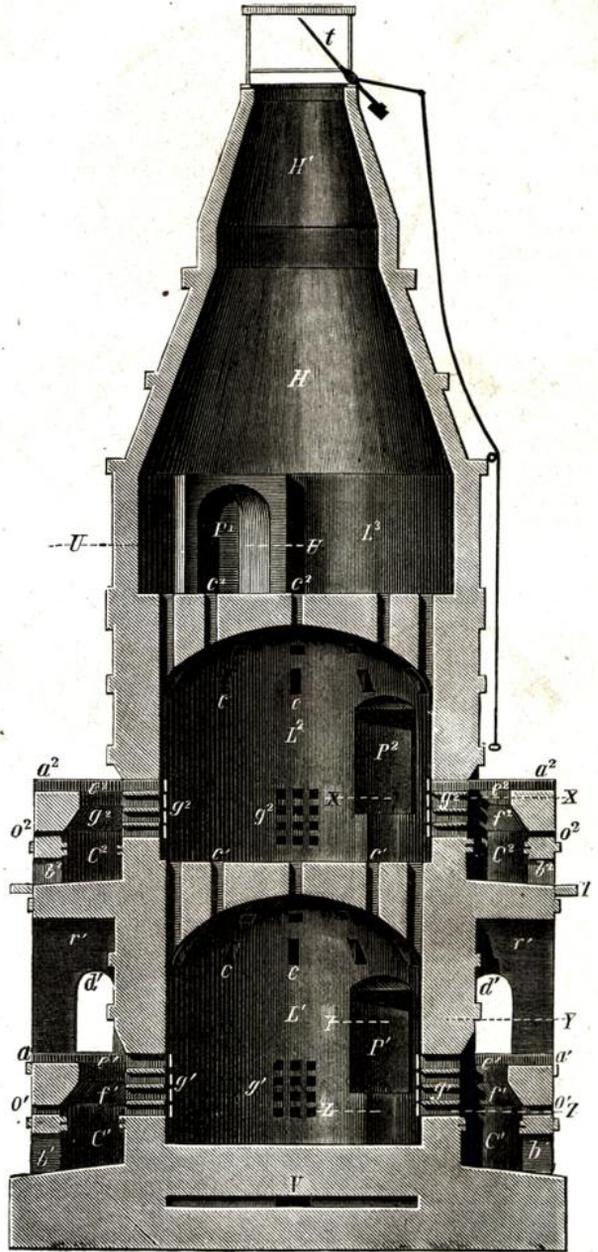
Fig. 1279 ist eine äußere Ansicht, Fig. 1280 ein verticaler Durchschnitt nach der Linie VV^1 des Grund-

Fig. 1279.



A Durchschnitt nach der Linie XX (Fig. 1280), B Durchschnitt nach der Linie UU (Fig. 1280). Dieselben Buchstaben bedeuten gleiche Theile in allen Zeichnungen. Gleiche Theile in den beiden über einander liegenden Glattbrennöfen sind mit gleichen Buchstaben bezeichnet. Die der unteren sind durch 1 , die der oberen durch 2 unterschieden. $f^1 f^1$ Feuerräume der unteren Feuerungen a^1 ; die

Fig. 1280.



risses Fig. 1282; Fig. 1281 ein Grundriß in verschiedenen Höhen. A Horizontaldurchschnitt unter dem Ofen zur Darstellung der Abzugscanäle für die Feuchtigkeit. B Durchschnitt nach der Linie ZZ (Fig. 1280). B¹ Durchschnitt nach der Linie YY (Fig. 1280). Fig. 1282

durch die durchbrochene Wand g^1 getheilte Flamme tritt unmittelbar in den untern Brennraum L^1 .

C^1 Aschenräume; e^1 der Raum, wohin beim großen Feuer des untern Ovens das Holz gelegt wird; o^1 Oeffnungen, die mit einem Pfropfen von gebranntem Thon

verschlossen werden; b^1 untere Oeffnung der Feuerung; a^1 Oeffnungen, die beim Anfeuern offen gehalten werden.

Fig. 1281.

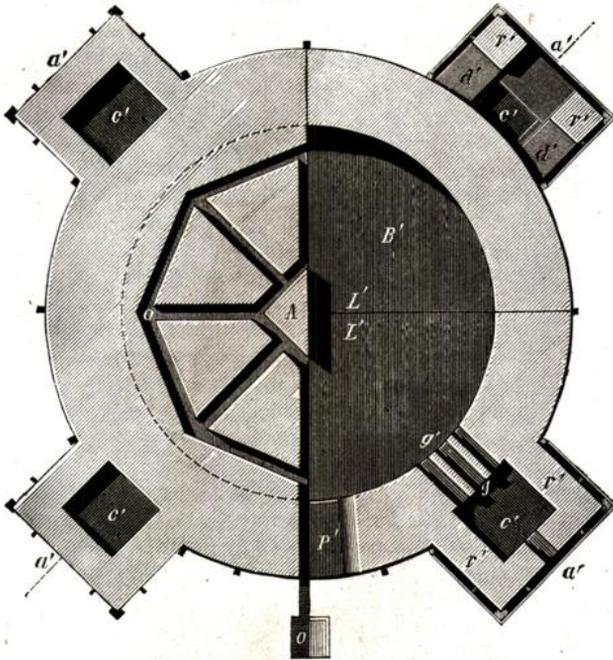
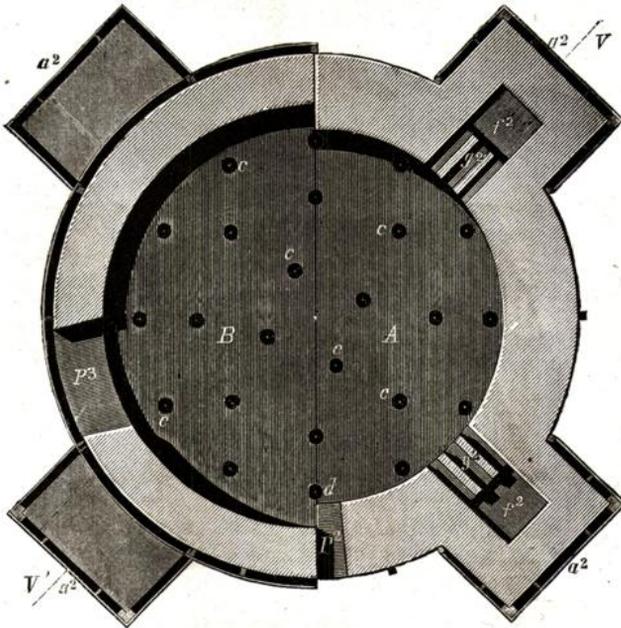


Fig. 1282.



r^1 Gewölbe, welche die Feuerungen des zweiten Ofens tragen.
 T Fußboden der zweiten Etage des Brennhauses, der in gleicher Höhe mit der Schwelle s der Thür P^2 des zweiten Ofens L^2 ist.
 t eiserne Klappe zum Verschluß des Schornsteins.
 H conischer Raum über dem Verglühofen L^3 .

H^1 eigentlicher Schornstein, dem eine conische Gestalt gegeben ist, um ihn, wenn es sich als nöthig herausstellt, ohne große Kosten ändern zu können.

L^3 Verglühofen.

MN eiserne Anker und Ringe, welche den Ofen befestigen. Die Ringe sind durch elastische eiserne Klammern i so zusammengehalten, daß sie bei der Ausdehnung des Ofens etwas nachgeben, beim Erkalten der Wände sich aber wieder zusammenziehen.

m Schaulöcher, um den Grad des Feuers beurtheilen zu können, zugleich Oeffnungen zum Ziehen der Probefcherben.

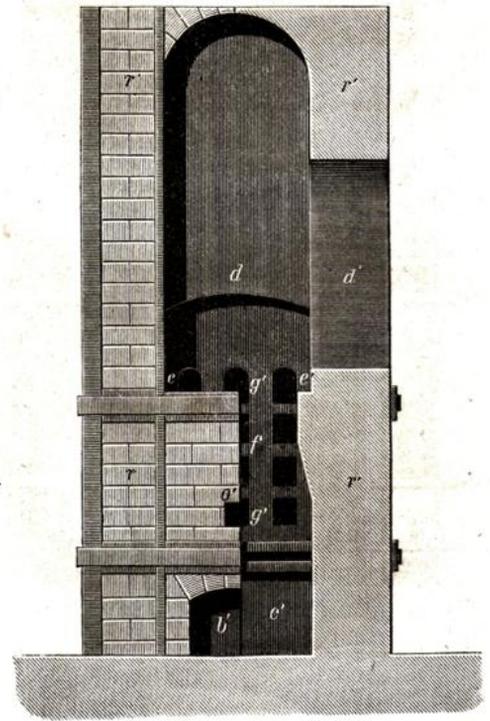
c^1c^2 Canäle, durch die die Hitze aus dem untern Brennofen L^1 in den obern L^2 und aus diesem in den Verglühofen L^3 dringt.

V leerer Raum unter dem Ofen, um alle Feuchtigkeit durch die Canäle o , welche in der Halle des Ofens münden, abzuleiten.

Eine der Feuerungen des untern Ofens ist in Fig. 1283 im größern Maßstabe gezeichnet. Darin ist

r^1 Durchschnitt des Gewölbes, welches die Feuerung des zweiten Ofens trägt. dd^1 überwölbte Oeffnungen zum Eintragen des Brennmaterials. b^1 untere Oeffnung; o^1 Schauloch; g^1 schachbrettartig durchbrochene Wand, welche die Flamme vor ihrem Eintritt in den Ofen zertheilt; e^1 Träger für das Holz.

Fig. 1283.



Der Ofen hat, wie man aus der Zeichnung sieht, vier Feuerräume für jeden der beiden Glattbrennöfen. Das Gewölbe des untern Ofens L^1 ist mit fünf-

zwanzig Canälen c^1 durchbrochen, von denen man nach Bedürfnis eine gewisse Anzahl verschließen kann. Im Gewölbe des zweiten Ofens L^2 sind ebenso viele Canäle. Nach mehrfachen Beobachtungen hat man es für zweckmäßig gefunden, die Zahl der Canäle im untern Gewölbe auf vierzehn zu reduciren, indem man den mittlern Canal und acht von den äußeren Canälen ganz verschloß und vier der Mittelreihe um die Hälfte verengte. Im obern Gewölbe wurde nur ein Canal abgesperrt.

Das Einsetzen im untern Ofen geschieht ganz auf gewöhnliche Weise. Zu den Stößen, welche gerade vor den Feuerungen stehen, werden jedoch nur ausgezeichnete gute Kapseln genommen und diese noch außerdem durch starke Platten vor der heftigen Einwirkung des Feuers und vor der Flugasche geschützt. Die Beschickung des zweiten Ofens macht mehr Umstände, da man hier nicht allein alle die offen gebliebenen Canäle nicht besetzen darf, sondern auch die Kapselstöße in passender Entfernung von diesen Canälen halten muß, um den Zug nicht zu hemmen. Man verliert dadurch etwas Raum und ist verhindert, sehr große Stücke zu brennen.

Das roße zu verglühende Porzellan kommt in den dritten Ofen L^3 . Dieser Raum ist nicht überwölbt. Die Geschirre werden darin sämmtlich in Kapseln eingesetzt. Die Stöße reichen nicht weiter als bis zum Anfang des conischen Raumes H .

Nachdem die drei Defen mit Kapseln gefüllt sind, vermauert man die Thüren $P^1 P^2$ auf gewöhnliche Weise. Die Thür P^3 des Verglühofens wird nur durch eine einfache Reihe von Ziegeln verschlossen, hinter diesen befindet sich eine eiserne Thür, die den dichten Verschluss bewirkt und durch die Ziegel nur vor der Einwirkung der zu starken Hitze geschützt werden soll. In den Thüren und an anderen Stellen des Ofens werden Oeffnungen gelassen, die als Schaulöcher dienen. In diese wird eine conische Metallhülse eingesetzt, welche vorn eine mit starkem Glase verschlossene Oeffnung hat. Diesen Oeffnungen gerade gegenüber stehen die Kapseln mit den Probefcherben.

Die Leitung des Feuers in einem solchen Ofen unterscheidet sich nicht wesentlich von der bei einfachen Defen, in denen nur ein Raum zum Glattbrennen vorhanden ist. Anfangs sind die Feuerräume im zweiten Brennraum dicht verschlossen. Erst ungefähr eine Stunde vor dem Zeitpunkt, wo die Geschirre im untern Ofen ganz gaar gebrannt sind, öffnet man die Feuerungen im obern Ofen und macht ein kleines Feuer an, indem man dann noch die Luft von unten in den Feuerraum treten läßt. Sobald die Geschirre unten ganz gaar gebrannt sind, verschließt man hier die Feuerungen hermetisch und steigert das Feuer in der zweiten Etage bis zur stärksten Gluth, indem man die Feuerräume ganz mit Holz füllt, die untere Zugöffnung verschließt und die Flammen verkehrt in den Ofen schlagen läßt.

Die durch die Anwendung dieser Doppelöfen herbeigeführte Kostenersparnis ist allerdings nicht so beträchtlich, wie man es vorher erwartet hatte. Sie fällt aber dennoch sehr bedeutend ins Gewicht. Um dieses zu constatiren, wurden zehn Brände mit drei verschiedenen Defen, einem Doppelofen und zwei einfachen Defen, ge-

nau überwacht und registriert und die Kosten für je 1 Kilogr. Gesamtfüllung, also Porzellan mit Kapseln und Zubehör und für je 1 Kilogr. Porzellan berechnet.

Dabei kostete im Durchschnitt 1 Kilogr. Gesamtfüllung:

Doppelöfen.	Einfache Defen.
Fr. — 0,68 C.	Fr. — 0,68 C. Fr. — 0,75 C.
1 Kilogr. Porzellan:	
Doppelöfen.	Einfache Defen.
Fr. 1 0,90 C.	Fr. 1 1,10 C. Fr. 1 2,00 C.

Da ein Ofen im Durchschnitt 12000 Kilogr. Porzellan und Kapseln faßt und diese in dem dritten Ofen 900 Fr. zu brennen kosten, so wird dasselbe Quantum im Doppelofen nur 732 Fr. kosten, mithin wird doch bei jedem Brande eine Ersparnis von 168 Fr. bewirkt. Aus diesen Berechnungen ersieht man ferner, ein wie großes Quantum der Wärme auf das Erhitzen der Kapseln verwandt werden muß, denn je 800 Kilogr. Porzellan, die ein Brand liefert, erfordern allein 12000 Kilogr. Kapseln und Zubehör.

Einer der größten Fortschritte der Porzellanfabrikation beruht wohl darin, daß man in neuerer Zeit angefangen hat, statt des theuren Holzes die billigere Steinkohle zum Brennen anzuwenden. Die ersten Versuche datiren schon aus früherer Zeit, aus dem Jahre 1780, wo eine Fabrik bei Lille Steinkohlen anwandte. Es wurde dort aber bald wieder aufgegeben. Ungefähr ums Jahr 1840 wurde in Meissen zuerst die Steinkohle angewandt und dort im Gemenge mit Braunkohle gebrannt. 1845 wurden die ersten Versuche in französischen Fabriken gemacht, die ein ungemein günstiges Resultat gaben, so daß auch 1849 in Sèvres die Steinkohlenfeuerung eingeführt wurde, wo am 10. Mai desselben Jahres der erste Ofen damit angefeuert wurde. Es ergab sich dabei, daß alle weißen Geschirre völlig tafelfrei damit zu brennen sind. Auf die Farben hat die Feuerung mit Steinkohlen dagegen in manchen Fällen einen günstigen, in anderen einen ungünstigen Einfluß. Die dunkelblauen Farben nehmen keinen Glanz an und kommen fast schwarz aus dem Ofen. Die blaßgrünen (seladon) Farben waren sehr gut gelungen und hatten einen weit angenehmeren Ton wie bei der Holzfeuerung; ebenso Chromgrün.

Die einzige Veränderung der Construction der Defen für Steinkohlen besteht darin, daß die Zahl der Feuerungen vermehrt und daß diese mit Kosten versehen werden müssen. Defen, welche für Holz fünf Feuerungen haben, müssen für Steinkohlen acht haben; die mit sechs müssen zehn haben, die früher mit vier Feuerungen brannten, müssen für Steinkohlen sechs haben.

Beim Betriebe mit Steinkohlen muß die größte Sorgfalt auf das Einsetzen verwandt werden und alle Kapseln, sowohl für das Verglühn, wie für das Glattbrennfeuer müssen sorgfältig verfitet werden, damit der Steinkohlenrauch nicht in das Innere der Kapseln dringen kann, weil er sonst alle Geschirre färben würde.

Das Einsetzen der Geschirre in den Ofen, die verschiedenen Arten von Kapseln, die zu beachtenden Vorsichtsmaßregeln haben wir früher (S. 130) weit-

läufig beschrieben und können auf das Gesagte verweisen, indem alle dort angeführten Umstände gerade vorzugsweise bei der Porzellanfabrikation eintreffen.

Beim Brennen muß man wesentlich das Vorfeuer, welches das allmähliche Anwärmen des Ofens und seines Inhalts bezweckt, von dem Scharffeuer oder dem Glattbrennfeuer, wobei der bis zur Rothgluth geheizte Ofen auf den höchsten Hitzeegrad gebracht wird, unterscheiden. Beim Beginn des Brandes stürzt man grob gespaltene Klüfte von Pappel- und Birkenholz durch die obere Oeffnung in den Feuerraum, dessen unteres Zugloch geöffnet ist, und verschließt nach jedesmaligem Eintragen die obere Oeffnung mit einer eisernen Klappe. Die Luft dringt dann von unten ein und treibt die Flamme aufwärts und durch die gitterförmigen Oeffnungen in den Ofen. Nach ungefähr 15 Stunden ist die Temperatur im Ofen bis zur deutlichen Rothgluth gestiegen. Alsdann wird das Zugloch geschlossen, der Feuerraum mit gespaltenen Holzstücken von höchstens 3 Centimeter Dicke gefüllt und von diesen Holzstücken ein Stapel auf der obern Oeffnung aufgethürmt. Sobald das Feuer im guten-Gange ist, strömt die Luft mit Gewalt durch die Zwischenräume der Holzstücke von oben ein und treibt die Gluth gleich seitwärts in den Ofen, so daß man weder eine Flamme noch Rauch aus der obern Oeffnung hervordringen sieht. Der Luftstrom ist so stark, daß man, ohne sich zu verbrennen, die Hand auf den über dem Feuerloch brennenden Holzstoß legen kann. Dabei wird das Holz so rasch verzehrt, daß es von selbst in den Ofen nachstürzt und man ununterbrochen frisches Holz nachlegen muß. Alle Kohlen werden dabei vollständig consumirt, so daß man nach beendigtem Brande nur eine kaum bemerkenswerthe Menge davon in den Feuerungen vorfindet. Der Rauch verbrennt vollständig, nach Beginn des Scharfheuers erhebt sich nie mehr die kleinste schwarze Wolke aus dem Schornstein.

Der ungemein heftige Zug des Ofens kann unter Umständen lästig werden, indem dann viel kalte Luft in den Ofen eindringt, die nicht Zeit hatte, sich im Feuerraum zu erhitzen, und so eher zur Abkühlung der Kapseln als zu ihrer Erhitzung beiträgt und die erhitzte Luft mit solcher Geschwindigkeit durch den Ofen jagt, daß diese ihre Temperatur nicht abgeben kann. Der zu starke Zug rührt entweder von einer zu großen Anzahl oder einer zu großen Weite der Canäle, welche den untern mit dem obern Ofen verbinden, oder von einer zu großen Höhe des Schornsteins her. Man kann beim folgenden Brande diesen Uebelstande durch Verringerung der Canäle und durch Abtragen des Schornsteins bis zu einer gewissen Höhe abhelfen. Um den Zug augenblicklich zu verringern, muß man sich damit begnügen, den Holzhaufen über der Feuerung zu erhöhen, die Scheite möglichst dicht zu packen und durch die untere und seitliche Oeffnung des Feuerraums Holz einzuwerfen, wodurch sich mehr Kohlen bilden, die den Zug wenigstens etwas mildern.

Es giebt leider bis jetzt kein bestimmtes Mittel, um den in den Ofen herrschenden Temperaturgrad auch nur mit annähernder Genauigkeit bestimmen zu können. So nachtheilig dieses schon bei den gewöhnlichen Töpferöfen ist, so wäre es beim Porzellanbrande, bei dem die

höchsten Temperaturen entwickelt werden, noch weit wünschenswerther, genaue Indicationen über das Wachsen der Hitze leicht und mit Sicherheit aufnehmen zu können. Man muß sich daher darauf beschränken, den Fortschritt des Feuers nach Probefcherben zu beurtheilen. Die Probefcherben sind kleine, etwas convexe, mit Glasur versehene Porzellanplatten, welche man in die zweite Reihe der Kapselhöhe bringt. Manchmal wendet man fünf mit Probefcherben gefüllte Kapseln an, gewöhnlich aber nur zwei. Bei fünf solchen Kapseln kann man nicht allein die Steigerung, sondern auch die gleichmäßige Vertheilung der Hitze im Ofen beurtheilen. Zwei Kapseln werden immer in die zweite Reihe zur Seite der Thür gestellt und zwar die eine in einer Höhe von ungefähr 55 Centimeter und die andere in einer Höhe von 165 Centimeter von der Sohle des Ofens. Von den drei anderen Kapseln kommt eine der Thür gerade gegenüber und je eine an eine Seite des Ofens zu stehen.

Man beurtheilt den Fortschritt des Feuers nach dem Glanz der Glasur auf den Scherben. Sobald die Glasur hinreichend glänzend geworden ist, weiß man, daß das Porzellan in der Nähe der Probekapseln vollkommen gebrannt ist.

Nach beendigtem Brande läßt man den Ofen acht Tage lang abkühlen. Erst am letzten Abend vor der Entleerung öffnet man die Thüren, um ein ganz allmähliches Abkühlen zu bewirken und die kalte Luft nur langsam eindringen zu lassen. Bei der Entleerung findet gleich eine Sortirung Statt, indem alle ungenügend gebrannten Stücke bei Seite gestellt werden, um beim nächsten Brande sie wieder einzusetzen, und alle unbrauchbaren ganz beseitigt werden. Alle ganz geringen Beschädigungen, in die Geschirre gefallener Sand, der am Boden haftende Sand wird gleich auf der Stelle fortgenommen, indem man sie auf einem Stücke künstlichen Sandsteins reibt, welcher hart genug ist, um anhaftenden Sand wegzunehmen, aber doch die Glasur nicht beschädigt. Dieser Sandstein wird aus 96 Th. Quarzsand und 4 Th. Porzellanmasse angefertigt und gebrannt. Ebenso werden die Kapseln sortirt, unbrauchbar gewordene austragirt und solche, die zwar gesprungen, aber noch brauchbar sind, mit Bindfaden zusammengebunden.

Die gebrannten Geschirre können zwei Unvollkommenheiten zeigen. Die erste ist ein wirklicher Fehler, den man durch ein möglichst sorgfältiges Einsetzen in die Kapseln, wenn auch nicht ganz vermeiden, so doch wesentlich verringern kann. Es sind kleine Scherbenstücken und Sandkörner, die von den Kapseln abdröckeln, während des Brandes auf die Geschirre fallen und in der Glasur festbrennen. Die zweite Unvollkommenheit wird durch die Stellen gebildet, welche man matt lassen mußte, d. h. auf denen man keine Glasur auftragen konnte, weil sie sonst mit den Unterlagen, Stützen etc. zusammenkleben würden. Solche Stellen können nicht vergoldet werden, sie beschmutzen sich sehr rasch und geben dem Geschirre ein höchst unangenehmes Ansehen. Um beide Unvollkommenheiten zu beseitigen, bringt man die Geschirre auf die Polirmaschine, die ganz der des Steinschleifers analog ist. Zuerst entfernt man mit dieser Maschine die Sandkörner, indem man eine Scheibe von künstlichem Sandstein, der man durch größern Zu-

satz von Porzellanmasse mehr oder weniger Härte giebt, darauf wirken läßt. Die Mizen, welche die Sandsteinscheibe in der Glasur hervorgebracht hat, werden durch eine zweite Scheibe von verglühtem Porzellan und Smirgel fortgenommen und endlich polirt man mit einer Holz- oder Bleischeibe mit Zinnasche völlig blank. Jede der Scheiben macht durchschnittlich 1200 Umdrehungen pro Minute.

Auf diese Weise werden nicht allein die Fehlstellen der Sandkörner polirt, sondern auch alle matt gebliebenen Stellen, alle Füße von Tellern, Schalen, Schüsseln, die oberen Ränder von Vasen, die auf ihren Rändern stehend gebrannt sind u. Sie werden dadurch so vollkommen glatt geschliffen, daß man die Stellen kaum bemerkt und daß sie die vollkommenste glänzende Vergoldung annehmen.

Alle übrigen Fabriken des Continents unterscheiden sich nur verhältnißmäßig wenig von der zu Sevres. Die Hauptabweichungen beruhen in der Zusammensetzung der Massen und Glasuren und in der Construction der Ofen. Indem wir diese kurz andeuten, glauben wir dem Bedürfnisse der Leser zu entsprechen.

Königliche Porzellanmanufaktur zu Meissen. Die Rohmaterialien für die Masse und die Glasuren sind:

Ein röthlicher Feldspath aus der Gegend von Carlsbad.

Kaolin von Aue bei Schneeberg, von Seilig, von Sosa bei Johann-Georgenstadt.

Kalkstein.

Quarz.

Die Servicemasse besteht aus:

Kaolin von Aue	18
Kaolin von Sosa	18
Kaolin von Seilig	36
Feldspath	26
Porzellanschmotte	2

Die Skulpturmasse besteht aus Kaolin von Aue, Feldspath, Quarz.

Die Glasur besteht aus:

Geglühtem Quarz	37
Geglühtem Kaolin von Seilig ..	37
Dichtem Kalkstein von Pirna ..	17,5
Porzellanscherven	8,5

Der Kaolin muß vor der Anwendung scharf geglüht werden, geschieht dies nicht in hinreichendem Maße, so wird die Glasur löcherig, wird er aber zu stark geglüht, so wird sie leicht von den Geschirren aufgesogen. In der Glasur fehlt der Feldspath ganz und wird nur in einzelnen Fällen angewandt. Man muß dann vorher aus den Bestandtheilen der Glasur eine Fritte bereiten, weil sie sonst leicht abblättert.

Die Ofen sind stehende Kammöfen mit drei über einander liegenden Brennräumen, von denen aber nur der untere geheizt wird. In den fünf Feuerräumen wird ein Gemisch von Steinkohle und Braunkohle auf Roosten gebrannt.

Kaiserliche Manufaktur zu Wien. Die Rohstoffe sind:

Kaolin aus der Umgegend von Passau, von Brinzdorf in Ungarn, von Blansko bei Brünn, Zetlig u. a. D. Feldspath von Auerbach und Lanowa in Böhmen.

Quarz.

Gips von Salzburg.

Die Servicemasse besteht aus:

Sorgfältig geschlämtem Kaolin ..	72
Feldspath	12
Quarz	12
Gips	4

In die Skulpturmasse kommt eine größere Menge Feldspath.

Die Glasur besteht aus gleichen Theilen Quarz und Porzellanscherven und einem Dolomit von Mariaszell. Von letzterem werden $\frac{2}{5}$ bis $\frac{1}{8}$ des Gewichtes des Quarzes angewandt.

Früher brannte man in liegenden Kammöfen, bei denen mehre Brennräume mit besonderen Feuerungen über einander lagen. Diese sind aber seit langer Zeit durch die Berliner Ofen verdrängt.

Königliche Manufaktur zu Nymphenburg bei München. Die Rohstoffe sind:

Verschiedene Sorten Kaolin von Diendorf bei Gafnerzell.

Feldspath von Rabenstein.

Quarz.

Gips.

Man fertigt zwei verschiedene Massen und Glasuren an, von denen die eine für niedrige, die andere für hohe Temperaturen ist.

Die Massen bestehen aus:

	niedrige	hohe
	Temperaturen.	
Kaolin	62,5	65
Quarz	19	21
Gips	5	5
Scherben	7,5	5
Abgeschlämmer Sand ..	6	4

Die Glasuren bestehen aus:

Kaolin	7	7
Quarz	36	35,5
Gips	16	18,5
Scherben	41	40

Die Ofen haben drei Brennräume und vier Holzfeuerungen.

Königliche Porzellanmanufaktur zu Berlin. Die Rohstoffe sind:

Kaolin von Morl bei Halle und von Weidensee.

Feldspath.

Quarz.

Gips.

Die Servicemasse besteht aus:

Kaolin von Morl	76
Feldspath	24

Die Skulpturmasse wird angefertigt aus:

Kaolin von Morl	25
Kaolin von Weidensee	50
Feldspath	15
Sand	10

Die Glasur aus:

Kaolin von Morl	31
Quarzsand	43
Gips	14
Scherben	12

Einer der Ofen ist in Fig. 1284 im senkrechten Aufsicht, in Fig. 1285 in Ansicht, in Fig. 1286 im

Grundriß in verschiedenen Höhen des Fundaments und in Fig. 1287 im horizontalen Durchschnitt des Glattbrennofens dargestellt (nach Schubart). Der Ofen ist

über einem starken Fundamente, welches mit Abzügen versehen ist, erbaut. Er enthält vier verschiedene Räume in senkrechter Richtung über einander. *a* ist die Feuer-

Fig. 1284.

Fig. 1285.

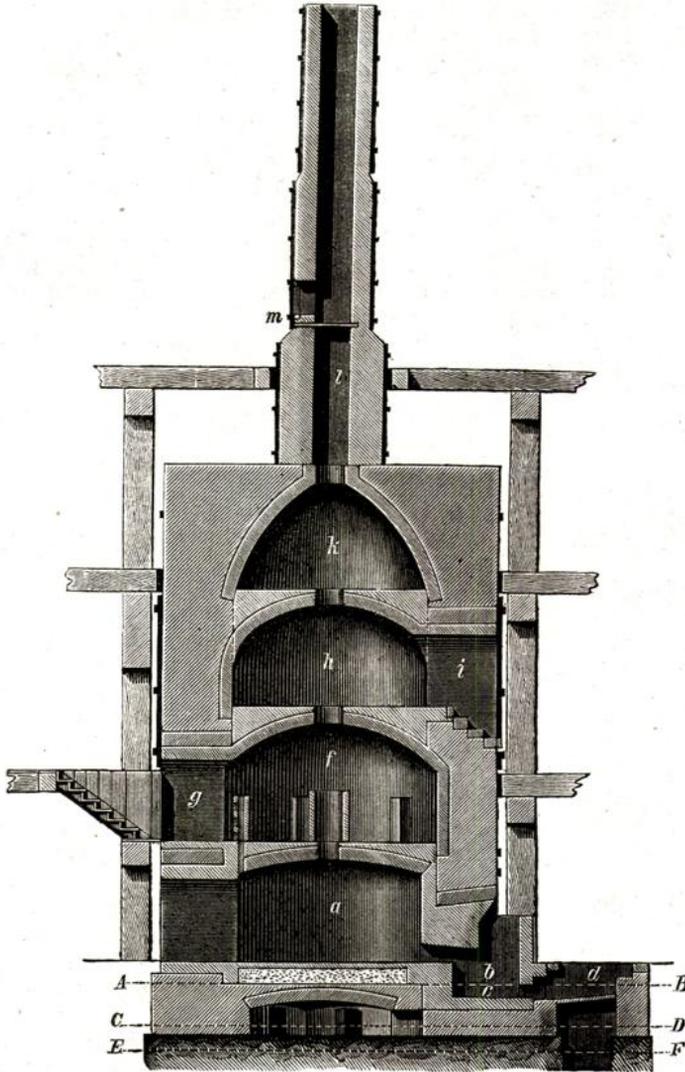


Fig. 1286.

nach A.B.

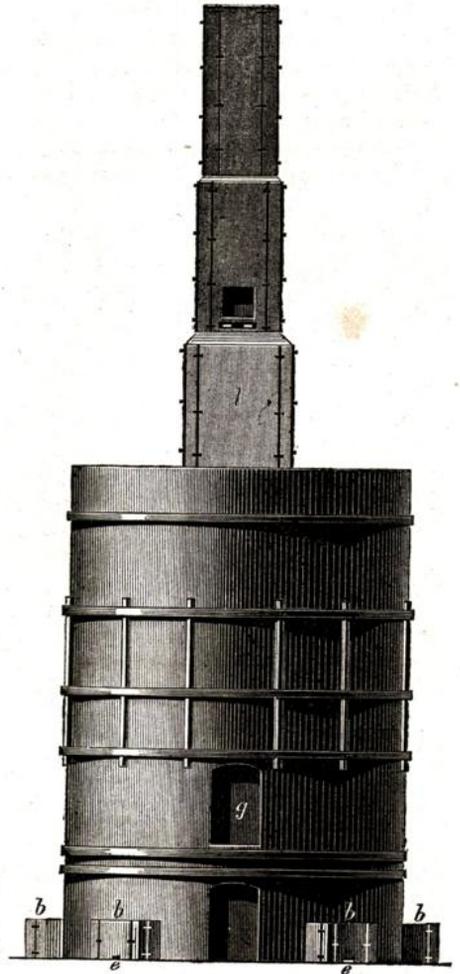
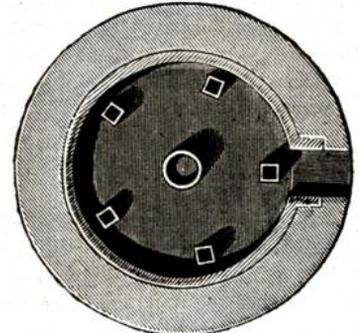
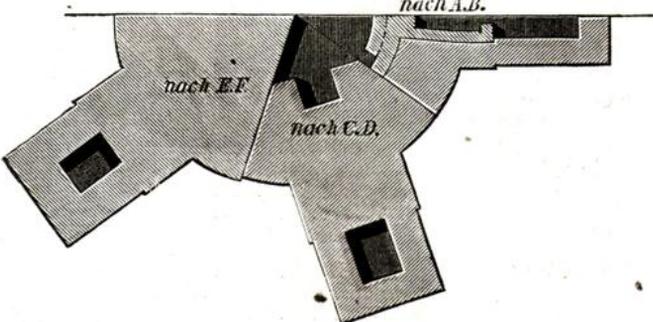


Fig. 1287.



kammer (diese fehlt bekanntlich bei französischen Oefen ganz und unterscheidet diese dadurch wesentlich von den deutschen), in welche fünf im Umkreise des Oefens

angelegte Feuerungen *bb* ihre Flamme entsenden. Es wird Nichtenholz gebrannt. Die Feuerplätze sind so construirt, daß das gespaltene Holz normal gegen den Quer-

durchmesser des Ofens eingelegt wird, daß der Luftzutritt nur von oben stattfindet, also die Flamme nach unten gerichtet ist. Deshalb müssen auch die Aschenfalle *c*, zu denen man, um die Asche auszugießen, durch die mittelst Deckeln geschlossenen Oeffnungen *d* gelangen kann, dicht geschlossen sein. *ee* Schaulöcher, mit Thonstopfeln verschlossen. Die in der Feuerkammer sich vereinigenden Feuerströme steigen nun durch ein in der Mitte des Gewölbes angeordnetes weites Rohr und durch fünf Nebencanäle (Den fünf Feuerungen entsprechend) in den Glattbrennofen *f*, zu dem man durch die Thür *g* gelangen kann. Aus diesem Raume zieht die Flamme durch eine im Gewölbe angebrachte Oeffnung in den Verglühofen *h*, dessen Eingang die Thür *i* bildet. *k* ist ein dritter Raum, in welchem Steine und Kapseln gebrannt werden und von dem das Feuer unmittelbar in die Esse *l* übergeht. *m* ist ein Schieber zur Regulirung des Zuges. Der Ofen ist durch starke eiserne Bänder, welche auf Halbholz liegen, verankert. Nicht selten werden diese Bänder durch die starke Ausdehnung des Ofens zersprengt und dabei die Arbeiter verletzt, ein Umstand, der durch die Anwendung der elastischen Klammern, welche die Verankerungen des Ofens zu Sévres zusammenhalten, zu vermeiden sein würde.

Die Hitze der Berliner Ofen ist bedeutend höher wie die der Ofen zu Sévres. Die zu letzteren dienenden Steine verwandeln sich darin zu Schlacke; Stabeisen in eine Kapsel eingesezt, verschlackt sich unter Verflüchtigung des gebildeten Dryds (Schubarth).

Achte Abtheilung. Weiches englisches Porzellan. Diese Art von Thonwaaren unterscheidet sich in ihren physikalischen Eigenschaften dadurch vom gewöhnlichen Porzellan, daß sie eine weiche, mit dem Messer rigbare Glasur hat und bei einer Temperatur schmilzt, bei welcher das echte Porzellan noch nicht gaar gebrannt ist. Ihre chemische Zusammensetzung weicht sowohl in der Masse als in der Glasur weit von der des Porzellans ab. Die Masse ist dadurch charakterisirt, daß sie stets neben Kaolin, selbspathigen Gesteinen und Feuerstein auch phosphorsauren Kalk enthält. Die Glasur ist ein borsaurehaltiges Bleiglas.

Nach den äußeren Eigenschaften steht das englische Porzellan zwischen der feinen Fayence und zwischen dem echten Porzellan. Von ersterem unterscheidet es sich durch die durchscheinende Masse und die größere Härte der Glasur, von letzterem durch die größere Schmelzbarkeit der Masse und die bleiische Glasur.

Die dazu verwandten Rohstoffe sind:

Thoniger Kaolin von Cornwall (Cornish Clay), der am Fundorte gereinigt und geschlämmt wird.

Cornishstone. Er wird im rohen Zustande in die Fabriken geliefert und dort zerkleinert.

Knochen, welche den phosphorsauren Kalk liefern. Sie werden in größter Menge von Südamerika importirt. In der Porzellanfabrikation werden vorzugsweise Ochsenknochen verwandt, Pferde- und Schweineknochen werden ganz verworfen, weil sie immer mehr oder weniger Eisenoxyd enthalten, welches die Masse gelb färben würde.

Die Knochen werden zunächst äußerlich gereinigt, durch Kochen mit Wasser vom Fett befreit und darauf ge-

brannt, um die organische Substanz zu zerstören. Das Brennen geschieht entweder in Flammöfen unter freiem Zutritt der Luft oder in Retorten. In letzterem Falle können die flüchtigen Destillationsproducte zugute gemacht und auf Salmiak zc. verarbeitet werden. Die dabei zurückbleibende Knochenkohle muß dann aber nochmals bei Zutritt der Luft in Flammöfen erhitzt werden, um weiß zu brennen. Die Knochenasche wird mit Wasser in Blockmühlen zum feinen Schlamm gemahlen.

Außerdem verwendet man zur Masse:

Plastischen Thon, Feuerstein, Quarz.

Zur Glasur wird gebraucht:

Borax, zweifach borsaures Natron, das man der Boräure vorzieht, weil diese nicht leicht in hinreichender Reinheit darzustellen ist. Mennige, Soda, Flintglas.

Die Masse wird in einem großen mit Gipsplatten ausgelegten Ofen durch künstliche Erwärmung verdichtet. Die Hitze steigt dabei jedoch nie bis zum Kochen der Masse, wie es bei der Fayencefabrikation üblich ist, sondern dient nur dazu, die Gipsplatten auszutrocknen, um ihre Absorptionsfähigkeit zu erhöhen.

Die Massen werden auf verschiedene Weisen bereitet. Entweder indem die Bestandtheile einfach zusammengemischt werden, oder indem ein Theil derselben vorher gefrittet und darauf mit Kaolin oder Thon gemischt wird. Bei den ersten vier der folgenden Vorschriften werden die Bestandtheile nur gemischt, bei den folgenden gefrittet.

Zusammensetzung der Masse:

1)	Thoniger Kaolin	11
	Plastischer Thon	19
	Feuerstein	21
	Knochenerde	49
2)	Thoniger Kaolin	41
	Feuerstein	16
	Knochenerde	43
3)	Thoniger Kaolin	31
	Cornishstone	26
	Feuerstein	2,5
	Knochenerde	40,5
4)	Kaolin	18
	Cornishstone	50
	Knochenerde	29
	Scherben	1,5
	Drehschwäne	1,5

Die gefritteten Massen für Skulpturgegenstände und Reliefverzierungen bestehen aus:

5)	Quarzsand	33
	Knochenerde	65
	Potasche	2

Die Mischung wird gefrittet und ihr nach dem Mahlen 21 bis 22 Kaolin zugesetzt:

6)	Cornishstone	40
	Feuerstein	28
	Krythallisirte Soda	20
	Borax	7
	Zinkoxyd	5

sollen zusammengefrittet und dann gemischt werden mit:

Thonigem Kaolin	33
Blauem Thon	45
Cornishstone	7,5
Feuerstein	3
Knochenerde	52
Fritte	7

Die letzte Vorschrift (nach Akin, Brongniart II. 448) scheint aus mehr als einer Ursache unrichtig zu sein.

Zu dieser Classe gehören auch die in neuerer Zeit mehrfach angefertigten schönen Thonwaaren, die unter dem Namen *Parian* bekannt sind und vorzugsweise zu Skulpturgegenständen verwandt werden. Der erste aus dieser Masse in der Fabrik von Copeland und Garret angefertigte Gegenstand war der reizende *Marcis* von John Gibson.

Die dazu dienende Masse besteht aus:

Quarzsand.....	80
Feldspath.....	35
Cornifhstone.....	15
Potafche.....	12

Diese werden gefrittet und in folgenden Verhältnissen gemischt:

Fritte.....	50
Feldspath.....	35
Geglühter Feldspath.....	35
Kaolin.....	75
Knochenerde.....	75
Flintglas.....	15

Das Formen dieser Masse geschieht genau auf dieselbe Weise, wie die der feinen Fayence. Bei der hohen Plasticität derselben ist keine Schwierigkeit mit dem Formen verbunden, es kann mit großer Geschwindigkeit ausgeführt werden. Meistens sind die Formen aus Gips, selten aus gebranntem Thon. Kupferne Formen, welche früher wohl gebraucht wurden, sind ganz abgekommen.

Zusammensetzung der Glasur:

1) Feldspath.....	48
Feuerstein.....	9
Kryallifirter Borax.....	22
Flintglas.....	21

Die Bestandtheile werden gefrittet und beim Mahlen mit 11 bis 12 Th. Mennige gemischt.

Glasur für die Masse Nr. 3:

2) Cornifhstone.....	20
Feuerstein.....	17
Borax.....	19
Flintglas.....	11,5
Kryallifirte Soda.....	6,5
Mennige.....	23
Zinnoxyd.....	2,5
Smalte.....	1

Glasur für die Masse Nr. 4:

3) Cornifhstone.....	34
Kreide.....	17
Feuerstein.....	15
Borax.....	34

Die Bestandtheile werden gefrittet und dann verfezt mit:

Fritte.....	69
Cornifhstone.....	10
bleiweiß.....	21
4) Feldspath.....	44
Sand.....	8
Kaolin.....	5
Borax.....	28
Potafche und Soda.....	10

Die Glasuren dieser Gattung des Porzellans sind im Allgemeinen schön geflossen und haben einen guten

Glanz. Sie sind härter wie alle übrigen bleiischen Glasuren, aber nicht ganz so hart wie eine gute Zinnoxydglasur der ordinären Fayence.

Bei dem Bisquitbrande werden alle kleinen Stücke ohne alle weitere Stützen in die Kapseln eingesetzt. Große Arbeitsstücke werden in den Kapseln durch Unterlagen und Ringe gestützt, um jede Verbiegung zu vermeiden.

Nach dem Bisquitbrande wird die Glasur durch Eintauchen aufgetragen.

Die Defen sind ganz dieselben, welche zum Brennen der feinen Fayence dienen. Der Bisquitbrand dauert gegen 50 Stunden, der Glasurbrand 17 bis 20 Stunden, doch kommen gerade in dieser Hinsicht große Verschiedenheiten in den einzelnen Fabriken vor, indem manchmal der Bisquitbrand in der Hälfte der angegebenen Zeit beendigt wird.

Das weiche englische Porzellan nimmt mit Leichtigkeit jede beliebige Verzierung an, manche Farben treten darauf mit besonders schönem Glanze hervor.

Neunte Abtheilung. Künstliches weiches oder französisches Porzellan. Die Fabrikation dieser Porzellansorte ist fast ganz erloschen und hat daher nur noch historisches Interesse. Sie blühte in Sevres in den Jahren 1750 bis 1804, seitdem wurde sie dort ganz aufgegeben und durch das echte Porzellan verdrängt. Gegenwärtig werden nur noch einzelne Gegenstände und zwar namentlich Knöpfe u. dgl. aus dieser Masse angefertigt.

Die Masse ist fein, dicht, von fast gläserner Textur, hart, durchscheinend, bei hoher Temperatur schmelzbar.

Die Glasur ist ein durchsichtiges hartes Bleiglas. Sie ist hart im Vergleich zur Bleiglasur des gewöhnlichen Töpfergeschirres, weich im Vergleich zum echten Porzellan.

Die Masse enthält immer einen Bestandtheil, der ihr bei hoher Temperatur eine so hohe Schmelzbarkeit ertheilt, daß sie eine glasartige Durchsichtigkeit annimmt. Die Schmelzbarkeit wird theils durch Alkalien, Kali, Natron, theils durch alkalische Salze, Salpeter, Kochsalz, theils durch Erdsalze, Gips, Schwerspath bewirkt, welche mit den thonigen Bestandtheilen ziemlich leicht schmelzbare Verbindungen bilden.

Die Glasur ist ein eigentliches Flintglas, sie besteht aus Kieselsäure, Kali, Bleioxyd.

Das Formen der Masse ist schwierig, insofern sie nicht plastisch genug ist, um sich ausdehnen zu lassen. Sie muß in Gipsformen geformt und nachher trocken abgedreht werden, wobei ein der Gesundheit der Arbeiter höchst nachtheiliger Staub entsteht.

Das Brennen geschieht immer in zwei Operationen. Da die Masse sich aber dabei sehr erweicht, so müssen alle einzelnen Stücke auf eigene Unterlagen und mit Stützen eingesetzt werden.

Da das Bisquit nicht mehr porös ist und kein Wasser einfaugt, so kann die Glasur nicht durch Eintauchen aufgetragen werden. Sie wird aufgegossen. Das Bisquit wird am schärfsten gebrannt. Beim Einbrennen der Glasur ist jedoch auch eine so hohe Temperatur erforderlich, daß die Masse dabei erweicht. Jeder flache

Gegenstand, Zeller u. dgl. muß daher mit seiner Unterlage in einer eigenen Kapsel gebrannt werden.

Nach der Qualität der Masse kann man noch wieder ein feines und ein ordinaires weiches Porzellan unterscheiden. Bei dem geringen Interesse der Sache wird aber eine kurze Beschreibung der früher zu Sevres üblichen Verfahrungsweise genügen.

Die Masse hatte folgende Bestandtheile:

Geschmolzener Salpeter.....	22,0
Kochsalz	7,2
Alaun	3,6
Soda von Alicante	3,6
Gips vom Montmartre.....	3,6
Sand von Fontainebleau....	60,0

Die Stoffe wurden gemischt und im Bisquitofen oder in einem besondern Ofen gefrittet; vorher wurden jedoch der Alaun und der Gips jeder für sich gegläht, um sie von ihrem Krystallwasser zu befreien.

Die Fritte wurde gepulvert, mit kochendem Wasser gewaschen und darauf in folgenden Verhältnissen zur Masse gemischt:

Fritte.....	75
Kreide.....	17
Kalkmergel.....	8

Der Kalkmergel wurde vorher mit Wasser eingesumpft und geschlämmt, wobei ein unbrauchbarer Schlammrückstand von 55 bis 56 Proc. zurückblieb.

Die Glasur hatte folgende Bestandtheile:

Bleiglätte	38
Geglühter Sand	27
Gebraunter Feuerstein	11
Potasche	15
Soda	9

Die Substanzen wurden in Kiegeln geschmolzen, die Schmelze gepulvert und von Neuem geschmolzen.

Da die Masse durchaus nicht plastisch war, so war ein Aufdrehen unmöglich, in Formen von Gips zerriß das Arbeitsstück gewöhnlich. Es wurde ihr daher ein künstliches Bindemittel zugesetzt, welches aus einer Mischung von Schmierseife und Pergamentleim bestand. Von dieser Mischung war ungefähr $\frac{1}{2}$ des Gewichts der Masse erforderlich. Die Seife wurde später durch Traganthgummi ersetzt.

Die Formen bestanden aus Gips und waren bedeutend stärker wie die jetzt üblichen Formen. Die äußeren Contouren des Arbeitsstücks wurden durch die Form, die inneren durch einen passenden Kern gebildet, der mit einer Presse in die Formen gedrückt wurde.

Nach dem völligen Trocknen wurden die Arbeitsstücke trocken abgedreht.

Beim Einsetzen waren wegen der bedeutenden Erweichung die größten Vorsichtsmaßregeln erforderlich, wie wir oben angedeutet haben. Die Ofen waren liegende Flammöfen. Darin dauerte der Bisquitbrand 75 bis 100 Stunden. Der Glasurbrand erforderte 30 Stunden. Sehr häufig hatte die Glasur nicht hinreichenden Glanz, sie wurde dann abgeschliffen und eine neue Glasur aufgetragen.

Farbige Verzierungen der Thonwaaren. Im Vorhergehenden haben wir die Fabrikation der verschie-

densten Thonwaaren beschrieben, von den gewöhnlichsten zu den feinsten Sorten fortschreitend, haben wir Alles gelehrt, was auf den plastischen Theil dieser interessanten Fabrikation, auf die Verarbeitung der Massen, in dem Zustande, wie wir sie durch Zusammensetzung ihrer Bestandtheile herstellen, Bezug hat. Wir haben nur in einzelnen Fällen kurze Andeutungen über einen andern, ebenso wichtigen Zweig gegeben, über die farbigen Verzierungen. Ebenso verschieden wie die Formen der Thonwaaren sind die farbigen Verzierungen, welche sie schmücken sollen. Derselbe Unterschied und dieselben Abstufungen, welche zwischen dem rohen Milchtöpfe und der im classischen Styl gebildeten Vase liegen, finden sich auch zwischen den farbigen Sudeleien der Töpfer und den Bildwerken, welche die Fabriken Berlin, Meissen, Sevres liefern, mit deren Ausführung nur wirkliche Künstler betraut werden können.

An einigen Orten verziert man die Thonwaaren durch einen Anstrich mit Lackfarben und giebt ihnen dadurch ein Ansehen, welches auf keine andere Weise beschafft werden kann. Diese Fabrikation werden wir hier nicht berücksichtigen, die Thonwaare ist Nebensache, der zu bemalende Gegenstand könnte ebenso gut aus jedem andern Material gefertigt sein. Wir werden hier nur von solchen Farben handeln, die eine chemische Verbindung mit der Masse oder der Glasur eingehen, die durch Einwirkung der Hitze fixirt werden.

Die einzelnen Farben lassen sich in folgende Hauptclassen bringen, die wir einzeln betrachten werden:

1) Schmelzfarben. Die Bestandtheile derselben bilden beim Erhitzen eine glänzende glasige Masse, die sich mit der Masse oder Glasur verbindet.

2) Unschmelzbare Farben. Erdige Substanzen oder Dryde, die durch ein Flußmittel befestigt werden. Sie haben für sich keinen Glanz, dieser wird ihnen erst durch die sie bedeckende Glasur erteilt.

3) Edle Metalle. Sie werden im fein vertheilten Zustande aufgetragen und erhalten ihren Glanz nach dem Einbrennen durch Politur.

4) Metalllasuren unterscheiden sich von den vorigen Metallfarben dadurch, daß sie in einer unendlich dünnen Schicht aufgetragen werden. Diese ist so zart, daß nicht die eigentliche Farbe des Metalls erscheint, sondern daß das darauffallende Licht nur gebrochen wird und einen Ueberzug in Regenbogenfarben erscheinen läßt.

Alle Farben müssen für sich oder durch den Zusatz von passenden Flußmitteln folgende Eigenschaften zeigen:

1) Sie müssen bei einer bestimmten Temperatur schmelzbar sein und sich bei dieser Temperatur nicht verändern. Diese Bedingung schließt von selbst die Anwendung jeder flüchtigen oder organischen verbrennbaren Farbe aus.

2) Sie müssen fest an dem Gegenstande, auf welchen sie aufgetragen sind, haften.

3) Sie müssen im Allgemeinen ein glasiges Ansehen nach dem Brände behalten.

4) Sie müssen dem Einfluß des Wassers, der Luft und der in der Luft verbreiteten Gase widerstehen.

5) Sie müssen endlich beim Erhitzen und Erkalten sich in demselben Verhältniß ausdehnen und zusammen-

ziehen wie die Masse und Glasur des Gegenstandes, den sie bedecken.

Die Schmelzbarkeit der Farben muß immer höher als die der Unterlage sein. Manchmal ist die Verschiedenheit der Schmelzbarkeit der Glasur und der Farben sehr beträchtlich, wie beim harten Porzellan, in anderen Fällen schmelzen die Farben fast bei derselben Temperatur wie die Glasur, so beim weichen Porzellan und der Fayence.

Die Härte der Farben wechselt mit ihrer Zusammensetzung. Man muß ihnen immer einen solchen Härtegrad geben, daß sie beim Reiben mit solchen festen Körpern, mit denen sie voraussichtlich in Berührung kommen werden, nicht zu leicht abnutzen.

Ihre Unveränderlichkeit muß sich auf die Einwirkungen der im gewöhnlichen Leben am meisten verbreiteten Stoffe erstrecken. Sie dürfen von den gewöhnlichen vegetabilischen Säuren, von heißen Fetten, vom Schwefelwasserstoff nicht beschädigt werden.

Die im Verhältniß zu der Unterlage stehende Ausdehnbarkeit der Farben ist jedenfalls eine der wichtigsten Eigenschaften, da sie ohne dieselbe unfehlbar beschädigt werden würden.

Die einzelnen Farben verhalten sich bei verschiedenen Temperaturen nicht gleich. Manche erfordern hohe Hitzegrade, um sich vollständig zu entwickeln, während andere bei derselben Temperatur viel von ihrer Schönheit einbüßen würden, und hiernach lassen sich die Farben wieder eintheilen in:

- 1) Weiche oder Muffelfarben,
- 2) Harte oder Ofenfarben,
- 3) Scharffeuerfarben.

Die beiden ersten können nur auf der Glasur angewandt werden, die Scharffeuerfarben werden entweder unter oder auf der Glasur angebracht und müssen daher die Hitzegrade ertragen können, welche zum Einbrennen der Glasur erforderlich sind.

Der Erfolg der Arbeit bei der künstlerischen Verzierung hängt wesentlich davon ab, daß die angewandten Farben, also die Dryde und die Flußmittel, mit denen sie gemischt werden, nicht allein immer eine constante Zusammensetzung haben, die allerdings wohl nur im Zustande der chemischen Reinheit zu erreichen ist, sondern, daß auch die mechanische Beschaffenheit sich nicht ändert, daß also die Farben im höchsten Grade fein vertheilt sind. Durch weniger feine Farben kann man ganz unerwartete, unwillkommene Resultate erhalten.

Unter dem Namen Schmelzfarben begriff man früher gleichzeitig die Farbe und ihr Flußmittel; man glaubte, daß beide sich durch die Schmelzung chemisch verbänden und ein homogenes Ganzes bildeten. Dieses ist jedoch, wie Salvétat bewiesen hat, nur in ganz bestimmten Fällen wahr. Das Kobaltoryd und die Kupferoxyde haben allerdings nur ihre farbigen Verbindungen in der Form von Silicaten oder als Salze. Bei allen übrigen Farben, so namentlich beim Eisenoryd und Chromoryd, bildet das Flußmittel nur eine Umhüllung des farbigen Dryds und dient nur dazu, es auf der Unterlage zu befestigen.

Die Zahl der anzuwendenden Farbstoffe ist nicht groß, da nur wenige die oben genannten Bedingungen

erfüllen können. Ihre Zahl wird dadurch beschränkt, daß die einzelnen Farben, wenn man sie zur Hervorbringung verschiedener Farbentöne mit einander mischt, nicht auf einander reagiren dürfen, sondern unverändert bleiben.

Bis jetzt werden nur folgende Farben angewandt:
Metalloryde:

- 1) Chromoryd,
- 2) Eisenoryd,
- 3) Uranoryd,
- 4) Manganoryd,
- 5) Zinkoryd,
- 6) Kobaltoryd,
- 7) Antimonoryd,
- 8) Kupferoxydul und Kupferoryd,
- 9) Zinnoryd,
- 10) Iridiumoryd.

Metallorydsalze und erdige Substanzen:

- 11) Chromsaures Eisenorydul,
- 12) Chromsaurer Baryt,
- 13) Chromsaures Bleioryd,
- 14) Chlor Silber,
- 15) Cassius' Goldpurpur,
- 16) Umbra,
- 17) Siena,
- 18) Gelber und rother Ocker.

In dieser Form, als chemisch reine Verbindungen werden die Farben nur bei den feinsten Verzierungen, in der Porzellanmalerei u. angewandt. Zum Bemalen des rohen Töpfergeschirrs und aller billigen Ehonwaaren wendet man z. B. statt des Eisenoryds Ocker an, statt des Manganoryds Braunstein, statt der Kupferoxyde Kupferasche, statt des Kobaltoryds Smalte u.

Unter den Farben ist auch das Zinkoryd aufgeführt. Dieses ist jedoch für sich farblos und bildet auch nur farblose Gläser. Trotzdem wird es sehr vielfach angewandt und geht namentlich mit in die grünen, gelben, blauen Farben ein. Es dient zum Schönen dieser Farben, deren Glanz es bedeutend erhöht.

Die Zusammensetzung der Flußmittel, welche dazu dienen, die Farben mit der Unterlage zusammenzuschmelzen, muß sich wesentlich nach der Beschaffenheit der Masse oder Glasur, auf welche die Farbe befestigt werden soll, und nach den Eigenschaften der Farbe selbst richten. Je nach dem Bedürfniß müssen die Mischungsverhältnisse abgeändert werden und diese müssen immer so getroffen sein, daß sie für die bestimmten Zwecke passen. Die Substanzen, welche in ihre Zusammensetzung eingehen, sind:

- 1) Quarzsand,
- 2) Feldspath,
- 3) Borax oder Borsäure,
- 4) Salpeter,
- 5) Potasche,
- 6) Soda,
- 7) Mennige oder Bleiglätte,
- 8) Wisnuthoryd.

In der Porzellanmalerei wendet man sieben verschiedene Flußmittel an, die den einzelnen Farben und be-

stimmten Zwecken entsprechen. Dieselben lassen sich mit geringen Modificationen auch auf weichem Porzellan, auf den verschiedenen Fayencen u. anwenden, wir werden uns daher hier darauf beschränken, diese zu beschreiben.

1) Kocaillefluß. 3 Th. Mennige und 1 Th. Sand werden gemischt und im irdenen Tiegel im gut ziehenden Windofen zusammen geschmolzen. Die flüssige Masse, kiesel saures Bleioryd, wird ausgegossen und im Porzellanmörser fein gepulvert. Manche Fabrikanten bringen die Mischung in den Porzellanofen und setzen sie während der Dauer des Brandes dem Berglühfeuer aus. Dieses ist jedoch durchaus nicht zu empfehlen, denn durch die lange Einwirkung der Hitze verflüchtigt sich ein großer Theil des Bleioryds und die Bestandtheile reagiren auch auf die Substanz des Tiegels, wodurch der Fluß hart und weit weniger brauchbar wird.

2) Fluß für graue Farben. 8 Th. Kocaillefluß und 1 Th. Borax werden auf dieselbe Weise wie der Kocaillefluß geschmolzen und ausgegossen.

3) Fluß für Carminfarben. 5 Th. gebrannter Borax, 3 Th. Sand, 1 Th. Mennige werden geschmolzen und auf eine Metallplatte ausgegossen.

4) Fluß für Purpur. 3 Th. Bleioryd, 1 Th. Sand und 2 Th. wasserfreie Bor säure werden geschmolzen und ausgegossen.

5) Fluß für Violett. 1 Th. Sand, 13 1/2 Th. Mennige, 5 1/2 Th. Bor säure werden geschmolzen. Nach einer neuern Vorschrift von Salvétat werden dazu angewandt 1 Th. Sand, 4 Th. Mennige und 4 Th. Bor säure, wodurch der Fluß offenbar ganz andere Eigenschaften erhalten muß.

6) Fluß für Grün. 8 Th. Mennige, 1 Th. Sand, 2 Th. krystallisirte Bor säure, oder nach der in Weißen angewandten Vorschrift 8 Th. Mennige, 2 Th. Sand, 1 Th. Bor säure.

7) Metallfluß. Dazu dient das basisch salpetersaure Wismuthoryd, 12 Th. davon werden mit 1 Th. geschmolzenem Borax vermischt und, ohne vorher geschmolzen zu sein, dem Metallpulver zugesetzt.

Die einzelnen Farben werden auf sehr verschiedene Weise angewandt. Man bringt sie entweder in die Masse, so daß das Arbeitsstück durch und durch dieselbe Farbe zeigt, oder auf die Masse, wobei diese entweder roh, halb gebrannt oder ganz gebrannt sein kann, oder in die Glasur, oder auf die Glasur.

Färbung der Masse. Jede in die Masse gebrachte Farbe ist um so lebhafter und schöner, je mehr sich die Masse beim Brennen der Verglasung nähert. Da die Metalloxyde die Masse aber leichter schmelzbar machen, so kann dieses Mittel bei solchen Massen, die zum Gaar brennen eine sehr hohe Temperatur erfordern, nur selten angewandt werden. Von allen verschiedenen Massen bietet die des harten Porzellans in dieser Beziehung die größten Schwierigkeiten. Wirklich schön ist sie nur durch Kobaltoryd hellblau zu färben, da dieses Dryd hinreichend Färbkraft hat, um in so geringer Menge angewandt werden zu können, daß die Feuerbeständigkeit der Masse nicht dadurch gefährdet wird. Indem man jedoch die Zusammensetzung der Masse etwas modificirt hat, ist man auch dahin gekommen, ein schönes Dunkelblau,

Grün, Blaugrün, Schwarz, Hellgelb und Rosa in verschiedenen Farbentönen herzustellen. Die dazu dienenden Farben sind das Chromoryd, Kobaltoryd, Eisenoryd, Manganoryd, Titansäure und der Goldpurpur. Man nähert sich dabei der Zusammensetzung der Steinzeug- und Fayencemassen, welche sehr geeignet sind, jede beliebige Farbe anzunehmen, und diese um so schöner erscheinen lassen, je mehr sich ihre Textur dem Glasigen nähert. Das weiche Porzellan, welches die Bestandtheile des Glases enthält, und das feine englische Steinzeug, das sich am meisten dem Glase nähert, bieten die schönsten Farben.

Wenn die zu färbenden Massen nicht von selbst hinreichend glasig sind, so müssen die Farben ihnen in der Form von Fritten gegeben werden.

Die Vorschriften zu farbigen Steinzeugmassen haben wir schon oben (S. 211) gegeben und können daher auf das dort Gesagte verweisen.

Farbige Massen für hartes Porzellan und feines Steinzeug.

Man bereitet eine besondere weiße Masse A aus folgenden Bestandtheilen:

Thon vom körnigen Kaolin	48
Weißer plastischer Thon	16
Quarz sand	16
Porzellan glasur	16
Kreide	4

Dieses ist die Basis der meisten folgenden Massen.

Blaue Masse.

Masse A	89	70
Scharfffeuerblau	10	20
Weißer plastischer Thon. —	10	

Diese Massen bleiben unter der Porzellan glasur blau. Das Scharfffeuerblau bereitet man, indem man 1 Th. reines Kobaltoryd mit 4 bis 5 Th. Porzellan glasur mischt und es in einem Tiegel dem Berglühfeuer aussetzt, wobei die Substanz zusammensintert. Nach dem Erkalten wird das Ganze feingemahlen.

Hellblaue, sogenannte Achatmasse.

Masse A	95
Kobaltoryd	5

Dunkelblaue Masse.

Masse A	95
Kobaltoryd	10

Diese Masse hat nach dem Einbrennen der Glasur das Ansehen des graublauen Calcedons.

Grüne Masse.

Masse A	85	85
Scharfffeuerblau	5	10
Chromoryd	10	5

Diese Masse ist schön grün und behält denselben Ton nach dem Glasiren.

Grünlichblaue Masse.

Man bereitet dazu aus folgenden Bestandtheilen das Dryd V:

Chromoryd	50
Kohlensaures Kobaltoryd	25
Kohlensaures Zinkoryd	25

Zu der Masse nimmt man:

Masse A.....	90	95
Dryd V.....	10	5

Die Farbe dieser Masse erscheint erst nach dem Glasiren frisch und lebhaft.

Bronzegrüne Masse.

Masse A.....	95
Nickeloryd.....	5

Olivengrüne Masse.

Masse A.....	88
Nickeloryd.....	10
Kobaltoryd.....	2

Dieser Farbenton gelingt nicht immer gleich gut, seine Schönheit hängt sehr von Zufälligkeiten ab.

Braune Masse.

Masse A.....	85	80
Eisenoxyd.....	15	20

Nach dem Mischen muß das Ganze sehr sorgfältig geschlämmt und die Rückstände von Neuem gemahlen werden, bis Alles ganz gleichförmig geworden ist. Die Erlangung einer schönen Farbe hängt dabei sehr von der Temperatur des Brandes ab, sie wechselt von Braunroth bis fast zum Schwarzen. Es kann sogar bei zu starkem Brande eine Schmelzung der Masse eintreten.

Braunschwarze Masse.

Man bereitet zuerst eine Fritte aus folgenden Bestandtheilen:

Chromsaures Eisenorydul.....	14
Kobaltoryd.....	14
Manganoryd.....	14
Masse A.....	58

Die Fritte wird im Glattbrennofen geglüht und in verschiedenen Verhältnissen mit der Masse A vermischt.

Schwarze Masse.

Masse A.....	91
Eisenoxyd.....	5,5
Kobaltoryd.....	3,5

Diese Masse wird in einer nicht zu starken Schicht auf gewöhnliche Masse aufgetragen und kann sehr gut als Grund für weiße oder farbige Cameen oder Reliefs dienen.

Außerdem kann man der Masse A eine schöne schwarze Farbe durch Zusatz von Uranoryd geben.

Graue Masse.

Masse A.....	97,5
Rutil.....	2,5

Die Masse behält ihre Farbe unter der Glasur.

Gelbe Masse. Durch Zusatz von 5 bis 10 Proc. Rutil (natürlich vorkommende eisenhaltige Titansäure) giebt man der Masse A eine hellere oder dunklere gelbe Farbe, die sie aber nur in der Form von Bisquit behält. Nach dem Glasiren wird sie grau.

Röthliche Massen. Die rosa bis purpur Farben werden durch Zusatz von Goldpurpur erhalten. Man mischt die Masse A, ohne ihr jedoch die Kreide zuzusetzen, fügt zuerst eine Lösung von Goldchlorid und dann tropfenweis eine Lösung Zinnchlorid hinzu, in dem Ver-

hältniß, daß auf 1 Th. metallisches Gold 5 Th. metallisches Zinn kommen. Der Purpur bildet sich dabei in der Masse und wird in ihr gefällt. Erst darauf wird die Kreide zugegeben. Indem man die Dosis des Goldpurpurs größer oder geringer macht, erhält man verschiedene Farbentöne, die durch Versuche im Kleinen zu ermitteln sind. Sie erhalten sich gut unter der Glasur.

Farbige Massen für künstliches oder weißes Porzellan.

Türkisblaue Masse.

Man bereitet bei nicht zu hoher Temperatur eine Fritte aus:

Kupferoryd.....	5,88
Calcinite Soda.....	17,65
Sand.....	76,47

Diese wird feingepulvert und in folgenden Verhältnissen gemischt:

Farbige Fritte.....	59,26
Weißes Porzellanfritte.....	14,81
Geschlämmter Mergel.....	11,12
Kreide.....	14,81

Die Bestandtheile werden fein gepulvert, das Ganze geschlämmt und die Masse im Drydationsfeuer gebrannt.

Gellgrüne Masse.

Gewöhnliche weiße Masse.....	90
Chromsaures Bleioxyd.....	5
Sand.....	5

Die Chromsäure wird in dieser Masse beim Brennen offenbar zu Chromoxyd reducirt. Durch Anwendung von gewöhnlichem Chromoxyd erhält man nie eine so schöne glänzende Farbe.

Blaue Masse. Der gewöhnlichen Fritte fügt man vor dem Glühen 1 bis 4 Proc. Kobaltoryd zu und vermischt darauf die Fritte in den gewöhnlichen Verhältnissen mit Mergel und Kreide.

Beim Brennen dieser Masse muß die Luft Zutritt zu dem Inhalt der Kapseln haben.

Violette Masse.

Reines Manganoryd.....	5,55
Calcinite Soda.....	16,65
Salpeter.....	5,55
Sand.....	72,25

werden gefrittet. Durch Zusatz von etwas Kobaltoryd lassen sich sehr schöne, mehr ins Blaue spielende Farbentöne hervorbringen. Die Fritte wird zur Masse gemischt in den Verhältnissen:

Fritte.....	77
Kreide.....	11,5
Mergel.....	11,5

Citrongelbe Masse.

Antimonsaures Kali.....	33,3
Mennige.....	50,0
Sand.....	16,7

werden gefrittet und darauf sorgfältig gemischt im Verhältniß:

Fritte.....	1
Porzellanmasse.....	12
Porzellansherben.....	1

Ranckingelbe Masse.

Antimonfaures Kali.....	23,53
Rothes Eisenoryd.....	11,76
Mennige.....	47,06
Sand.....	17,65

Im selben Verhältniß wie die vorhergehende Fritte mit weißer Masse und gemahlener Scherben gemischt.

Schwarze Masse. Sie kann dargestellt werden, indem man die violette Masse mit Schwefel und Eisenoryd mischt.

Sehr häufig sind die farbigen Massen nicht in ihrer ganzen Substanz gefärbt, sondern nur mit einem Ueberzug von farbiger Masse überzogen, der die weiße Hauptmasse deckt.

Farben unter der Glasur. Die einfachste Anwendung der Farben unter der Glasur finden wir bei der Fabrikation des gewöhnlichen Töpfergeschirrs. Wir haben dort (S. 175) beschrieben, wie man das Bunzlauer Töpfergeschirr, welches von gewöhnlichem Töpferthon angefertigt wird, vor dem Glasiren mit einem Beguß von weißem oder rothem Thon überzieht, um dem Geschirre eine weiße oder braune Farbe zu ertheilen, welche die Mißfarbe der Masse verdeckt. Es lassen sich jedoch noch manche andere Begußfarben darstellen. Sie haben stets einen größern oder geringern Zusatz von Thon, um sie der Substanz der Geschirre ähnlicher zu machen und ihr Anhaften zu erleichtern. Bei ihrer Anwendung mahlt man sie mit dem Thon auf der Farbenmühle und verdünnt sie so weit mit Wasser, daß sie gerade leicht fließen, aber doch nicht zu flüßig sind, weil sie sonst die ungebrannten Geschirre, auf welche sie meistens aufgetragen werden, zu sehr erweichen würden.

Rother Beguß. Gelber Ocker wird geglüht. Er ist genügend thonhaltig, um sich ohne Zusatz auftragen zu lassen.

Brauner Beguß. Umbra oder Siena.

Schwarzer Beguß. Feingemahlener Braunstein wird entweder für sich, oder mit mehr oder weniger Thon gemischt angewandt.

Weißer Beguß. Wird durch weißen Thon gebildet, dem man 4 bis 5 Proc. Zinnoxid zusetzt.

Für andere Sorten von Beguß bereitet man zuerst eine Fritte, die dann mit Thon gemischt wird.

Gelber Beguß.

Fritte.....	1
{ Sand.....	1 }
{ Potasche.....	2 }
{ Neapelgelb.....	1 }

Weißer Thon..... 2

Violetter Beguß.

Fritte.....	1
{ Sand.....	32 }
{ Potasche.....	66 }
{ Braunstein.....	2 }

Weißer Thon..... 2

Blauer Beguß.

Smalte.....	32
Mennige.....	3
Weißer Thon.....	65

Grüner Beguß.

Blau Fritte.....	40
Gelbe Fritte.....	40
Weißer Thon.....	20

Die mit dem Beguß versehenen Waaren werden entweder erst verglüht oder unmittelbar nach dem scharfen Trocknen mit einer durchsichtigen Glasur überzogen. Außer auf dem gewöhnlichen Töpfergeschirre bringt man die Begußfarben vorzugsweise auf den verschiedenen Fayencesorten an.

Da die Basis der Begußfarben stets erdiger Natur ist, so muß man von ihnen die Farben unterscheiden, welche angewandt werden, um Porzellangeschirre mit einer gleichmäßigen Grundfarbe zu überziehen. Diese Verzierungen werden immer mit Schmelzfarben hervorgebracht. Damit diese Farben nicht in die Masse des Geschirrs eindringen, macht man die Oberfläche der verglühten Waaren zuerst weniger absorbierend, indem man sie mit Gummiwasser, Milch oder mit Fett tränkt. Darauf werden die Farben, wenn sie den ganzen Grund bedecken sollen, mit einem breiten Pinsel aufgetragen und gleichmäßig über die ganze Fläche vertheilt. Nur selten werden Malereien unter der Glasur ausgeführt. Hat man mit fetten Farben gearbeitet, oder hat man den Grund mit Fett getränkt, so muß dieses durch Verglühen zerstört werden, sonst können die Geschirre unmittelbar in die Glasur gebracht und gebrannt werden.

Eine der wichtigsten Anwendungen der Farben unter der Glasur wird in der Fabrikation der feinen Fayence gemacht. Die Verzierungen werden auf Papier gedruckt, die Farbe von diesem auf das einmal gebrannte Geschirre übertragen, darauf wird die Fettsubstanz der Farbe durch Verglühen zerstört und erst dann das Arbeitsstück mit der Glasur versehen. Da aber nicht allein unter, sondern auch auf der Glasur gedruckt wird, so werden wir diese Methode später beschreiben.

Farben in der Glasur. Bei dieser Methode mischt man das Oryd entweder im reinen Zustande, oder mit etwas Feldspath versetzt, zu der Glasur und zwar in solchen Verhältnissen, daß sie dadurch genügend gefärbt wird, ohne aber durch großen Ueberschuß der Farbe undurchsichtig und zu leicht schmelzbar zu werden. Das Auftragen der farbigen Glasur geschieht durch Eintauchen des verglühten Geschirrs. Dabei sind jedoch viele Vorsichtsmaßregeln zu treffen. Zunächst darf das Verglühen nicht bei einer zu hohen Temperatur geschehen sein, damit die Masse porös und absorptionsfähig bleibt. Sehr häufig beabsichtigt man nur die äußere Oberfläche mit farbiger Glasur zu bedecken, während das Innere weiß erscheinen soll. Man taucht dann zunächst das ganze Geschirre in gewöhnliche weiße Glasur, läßt es trocknen und entfernt durch kräftiges Bürsten die außen anhängende Glasur. Darauf taucht man es in die farbige Glasur, verhindert diese jedoch, in das Innere zu gelangen. Es kann geschehen, indem man die obere Oeffnung des Gefäßes verschließt, wenn dieses thunlich ist; oder indem man es mit der Oeffnung zu unterst in die Farbglasur führt, oder indem man es aufrechtstehend eintaucht, jedoch nur soweit, daß die Farbglasur nicht

in das Innere bringen kann und nur gerade mit der weißen Glasur in einer Berührungslinie zusammentrifft.

Dieses Eintauchen erfordert große Geschicklichkeit. Da die äußere Glasur farbige ist, ohne undurchsichtig zu sein, so muß man sie ganz gleichmäßig über die ganze Oberfläche vertheilen, denn wenn dieses nicht geschähe, so würde die Glasur an verschiedenen Stellen verschieden intensiv gefärbt sein und das Geschirr ein schlechtes Ansehen bekommen. Da nun aber z. B. eine Vase aufrechtstehend eingetaucht wird, um das Einfließen der Glasur zu verhindern, so bleibt der Fuß wenigstens doppelt so lange in der Farbe wie der Hals. Um dieses möglichst auszugleichen, bringt man das Gefäß in geneigter Lage in die Glasur und sucht durch entsprechende Drehung alle einzelnen Theile möglichst gleich lange darin zu halten.

Andere Ungleichheiten werden dadurch hervorgerufen, daß nach dem Herausziehen der Ueberschuß der Glasur an den Wänden herabfließt, wodurch leicht Streifen und Adern entstehen. Auch diese lassen sich nur durch große Sorgfalt vermeiden, indem man das Gefäß, sowohl in der Glasur, als nachher in passender Bewegung erhält und die Flüssigkeit gleichförmig darüber auszubreiten sucht.

Da die Glasurfarben dieselbe Temperatur ertragen müssen, welche die Glasur zum Saarbrennen erfordert, so ist ihre Zahl um so beschränkter, einer je höhern Temperatur sie ausgesetzt werden müssen. Aber nicht allein aus diesem Grunde werden manche Farben hierzu unanwendbar. Andere Farben erhöhen oder verringern die Schmelzbarkeit der Glasur in einem so hohen Grade, daß dadurch die gleichmäßige Ausdehnung und die Verbindung mit der Masse aufgehoben wird, so z. B. das Kobaltoryd, das Eisenoryd und das Manganoryd. Andere verringern die Schmelzbarkeit so, daß die Glasur undurchsichtig, glanzlos, matt erscheint, z. B. das Zinnoryd, das Chromoryd, die Titansäure etc.

Da diese Farben mit der Glasur über die ganze Oberfläche ausgebreitet werden, so nennt man sie Grundfarben. Sie werden am häufigsten bei der gewöhnlichen Fayence und den Porzellanarten angewandt. Die farbigen Fayenceglasuren haben wir schon früher (S. 183) beschrieben. Auch auf gewöhnliches Töpfergeschirr bringt man mitunter solche farbige Glasuren; meistens giebt man diesem jedoch einen farbigen Beugß und verziert es durch Malereien auf der Glasur. Die Zusammensetzung der farbigen Glasuren, die zugleich zum Bemalen dienen, ist S. 177 angegeben.

Reserven. Wenn man solche Grundfarben durch Eintauchen auf flache, mit sehr weiten Oeffnungen versehene Gegenstände bringen will, so genügen die angegebenen Vorichtsmaßregeln nicht, um eine Verunzierung der weiß zu bleibenden Stellen zu vermeiden. Man muß dann dazu einen andern Weg einschlagen und ein Hilfsmittel anwenden, welches man Reserve nennt. Es besteht darin, daß man die Theile, welche weiß bleiben sollen, mit einem fetten Körper überzieht. Die im Wasser vertheilte farbige Glasur wird von solchen Stellen nicht angenommen.

Man wandte dazu früher allgemein Del an. Da dieses aber zu sehr in die verglühte Masse eindringt und

zu ungleichmäßig von dieser aufgenommen wird, so ist es schwer, den reservirten Stellen die Schärfe der Zeichnung und der Contouren zu erhalten. Aus diesem Grunde ersetzt man es jetzt durch geschmolzenen Talg, welches sofort, wenn es mit der kalten Masse in Berührung kommt, erstarrt und so die Zeichnungen scharf zum Vorschein bringt. Um dann auch diese Stellen zu glätten, muß man zunächst die Geschirre schwach verglühen, um das Fett zu zerstören und sie dann ganz in farblose Glasur eintauchen; die farbige Glasur hat durch das vorläufige Brennen Festigkeit genug erlangt, um durch das zweite Eintauchen nicht beschädigt zu werden.

Die weißen Stellen können auch auf eine andere Manier erhalten werden. Man trägt zunächst mit dem Pinsel farblose Glasur auf alle zu reservirenden Stellen auf und besprengt dann mit einem dicken Vorstenpinsel das ganze Geschirr gleichmäßig mit der Farbglasur. Nach dem Trocknen kann man leicht durch Abtragen die weiße Glasur mit den darauf gefallenem Tropfen beseitigen. Man taucht das ganze Geschirr dann in gewöhnliche Glasur, die die farbigen und weißen Stellen gleichmäßig bedeckt und sie nach dem Brennen in ihrem ganzen Glanz erscheinen läßt.

Auf welche Weise man die Reserven auch ausführt, so bleiben sie doch immer eine mühsame und delicate Operation, die dadurch nothwendig kostspielig wird. Man wird daher in den meisten Fällen lieber die Farbe auf die Masse unter der Glasur mit dem Pinsel auftragen.

Manchmal will man auf einem farbigen Grund Verzierungen oder Gegenstände von einer andern Farbe anbringen. Bei der Natur der Schmelzfarben gelingt es jedoch selten, daß man eine Farbe über die andere legen kann; da die Farben durchsichtig sind, so würde die eine durch die andere hindurchscheinen und so eine unerwünschte Mischung hervorbringen. Es kann sogar eintreten, daß eine Farbe die andere abwirft und sie abblättern läßt; dieses wird immer geschehen, wenn man eine weiche auf eine harte Farbe legt. Solche zu bemalende Stellen müssen daher in der Grundfarbe reservirt werden.

In den meisten Fällen hat man dazu kein anderes Mittel, als mit einem Grabstichel oder anderen Instrumenten die Grundfarbe abzutragen und so die zu verzierenden Stellen frei zu machen. Dieses Verfahren ist jedoch sehr langwierig und erfordert große Geschicklichkeit, da der geringste Fehler fast nie wieder gut zu machen ist. Man wendet daher manchmal ein anderes Verfahren an.

Die zu reservirende Stelle wird mit einem ziemlich dicken Gummischleime, der durch Zusatz von Kreide noch consistenter gemacht ist, auf das weiße Geschirr gemalt. Nach dem vollständigen Trocknen trägt man die Grundfarbe, welche aber zu diesem Zweck mit Terpentinöl angerieben ist, auf, ohne auf die reservirten Stellen Rücksicht zu nehmen. Man läßt die Farbe trocknen und setzt das Geschirr dann einer genügend hohen Temperatur aus, um die Farbe haften zu machen. Die ölige Farbe wird von den gummirten Stellen nicht angenommen und fällt dort beim Erhitzen mit der Kreide

entweder von selbst ab, oder kann durch die geringste Reibung entfernt werden.

Noch einfacher kann man dasselbe erreichen, indem man das ganze Geschir in die gewöhnliche farbige Glasur taucht und, sobald die Grundfarbe hinreichend fest geworden ist, ohne jedoch vollkommen trocken zu sein, mit Gummi und Kreide die zu reservirenden Stellen aufmalt. Beim Trocknen bindet der Gummi die Kreide und die mit ihr in Berührung befindliche Farbe, welche vorher noch nicht sich auf der Masse befestigt hatte. Diese Verzierungen fallen dann entweder von selbst ab, oder weichen doch der leisesten Reibung; die Stellen brauchen nachher nur noch mit einem weichen trocknen Pinsel überfahren zu werden, um ganz rein zu erscheinen.

Farben auf der Glasur. Diese Art der Verzierung der Thonwaaren ist die am allgemeinsten gebräuchliche. Sie umfaßt folgende verschiedene Arten: Scharfffeuer-Grundfarben, harte und weiche Muffel-Grundfarben und Malerei mit Schmelzfarben.

Scharfffeuer-Grundfarben. Diese Art der Anwendung der Farben besteht darin, daß die Farben auf die eingebrannte Glasur gebracht werden und daß das Arbeitsstück wieder einer ebenso hohen Temperatur ausgesetzt wird, als zum Brennen der Glasur erforderlich war. Die Glasur schmilzt dabei von Neuem, die Farbe verbindet sich mit ihr und nimmt dadurch die Härte, die Festigkeit und den Glanz der Glasur an. Bei dieser Methode muß der zu verzierende Gegenstand die Kosten des doppelten Brandes tragen, muß allem Risiko einer zweiten Erhitzung ausgesetzt werden, was um so mehr zu berücksichtigen ist, je mehr Kunst und Fleiß, also Kosten, auf die erste Herstellung schon verwandt ist. Trotzdem wird dieses Verfahren, namentlich in der Porzellanfabrikation, sehr häufig angewandt.

Bei den bisher erwähnten Verfahren wurden die Farben für sich angewandt, sie waren in der Masse oder in der Glasur so vertheilt, daß sie kein anderes Vehikel bedurften. Bei den jetzt folgenden Anwendungsweisen müssen die Farben jedoch besonders präparirt werden, damit sie an der Oberfläche haften. Die Farben werden zu dem Zweck mit Wasser oder Del abgerieben. Das reine Wasser würde sich am besten dazu eignen, da es beim Trocknen verdampft und die Farben ohne irgend eine Beimischung von fremder Substanz auf der Oberfläche zurückläßt. Es ist aber dennoch nicht anwendbar, weil es keine Bindkraft hat und die Farben nach dem Verdampfen als Staub wieder abfallen würden. Man bedient sich deshalb nur in einzelnen Fällen des Wassers als Verdünnungsmittel der Farben, und dann giebt man ihm durch Zusatz von Gummi oder Zucker eine solche Consistenz, daß die Farben durch den trocknenden Schleim festgehalten werden. Bei solchen Farben jedoch, deren Flußmittel Borax enthält, kann man nicht gut Gummivasser gebrauchen.

Das gebräuchlichste Verdünnungsmittel für die Farben ist das Terpentinöl. Davon eignet sich jedoch nicht jede Sorte gleich gut. Es ist durchaus erforderlich, daß das Terpentinöl zweimal destillirt und vollkommen frei von Harz sei. Das Harz verkohlt beim Erhitzen,

die dabei entstehende Kohle kann leicht die Metalloryde der Farben und Flußmittel reduciren.

Dem Oele fügt man eine sogenannte fette Essenz zu, um seine Anwendung zu erleichtern. Diese Essenz wird bereitet, indem man das Terpentinöl in dünnen Schichten mehrere Tage lang der Luft aussetzt. Sie muß in Terpentinöl in jedem Verhältniß löslich sein; sie löst sich aber nur dann leicht, wenn sie aus demselben Terpentinöl bereitet ist, in welchem man sie lösen will.

Die aus Lavendelöl bereitete fette Essenz taugt für die feinere Malerei gar nicht, da sie zu stark verkohlt und Reduction bewirkt. Sie ist dagegen sehr geeignet für die Metalllustres, da sie die Oxydation der Metalle während des Einbrennens verhindert. Das ätherische Lavendelöl hat dagegen große Vorzüge für manche Zweige der Malerei. Da es weniger flüchtig ist wie das Terpentinöl, so bleiben die Farben länger feucht, und man kann sie daher leichter retouchiren und ausgleichen. Es ist dies ein großer Vortheil, namentlich beim Auftragen der Grundfarben, deren große Fläche man sonst nie ganz gleichförmig herstellen könnte, wenn man sie nicht später mit einem breiten flachen Pinsel überfahren könnte.

Auch des reinen Baumöls kann man sich bedienen. Es hat nur den einen Nachtheil oder die Unbequemlichkeit, daß die Farben so lange, bis sie in den Ofen kommen, feucht bleiben. Rußöl und Mohnöl sind im frischen Zustande sehr gut zu gebrauchen, sie trocknen in wenigen Tagen und befestigen die Farbe. Sobald sie aber ranzig sind, blähen sie sich auf und werfen die Farben ab. Das Verhältniß, in welchem das Terpentinöl mit der fetten Essenz oder anderen Oelen zu mischen ist, ist nicht allgemein zu bezeichnen; es muß sich nach der Beschaffenheit der Farben und nach der Anwendung, die man von ihnen machen will, richten. Nur das richtige Urtheil und die Sachkenntniß des Malers kann darüber entscheiden.

Zu den Scharfffeuer-Grundfarben wendet man meistens Kobaltoryd für Blau und Chromoryd für Grün an. Die Oryde werden auf der Glasplatte so lange unter Zusatz von reinem Terpentinöl gerieben, bis die Farbe sich unter dem Läufer verdickt. Man fügt darauf etwas fette Essenz zu. Die Farbe wird zunächst mit einem kurzhaarigen Pinsel aufgetragen und dann mit einem langhaarigen, breiten, flachen Pinsel möglichst gleichförmig ausgebreitet. Man läßt darauf in einem Ofen trocknen, giebt einen zweiten Ueberzug von Farbe, die jedoch weniger fette Essenz enthält, und schließlich nach dem Trocknen noch einen dritten Ueberzug, dem dann jedoch mehr fette Essenz zugefetzt ist wie das erste Mal. Manche Fabrikanten geben sogar noch einen vierten und fünften Anstrich, wodurch der Grund allerdings an Schönheit noch gewinnt.

Durch das wiederholte Auftragen hat man es in seiner Gewalt, den Ton der Farbe beliebig heller und dunkler zu machen, indem bei einem dünnen Ueberzug die Masse weiß durchscheint und die Farbe heller macht.

Muffel-Grundfarben. Die Muffel-Grundfarben werden ungefähr auf dieselbe Weise aufgetragen, wie

die vorigen, es ist dazu jedoch noch mehr Sorgfalt und Sachkenntniß erforderlich wie bei jenen.

Die sehr feingeriebene Farbe muß vom Maler kurz vor dem Gebrauch nochmals auf der Glastafel gerieben und mit der nöthigen Menge Terpentinöl vermischet werden. Bei dieser Art der Malerei wird das Terpentinöl stets mit mehr oder weniger Lavendelöl versetzt, um die Farben länger feucht zu erhalten.

Manche Farben lassen sich weit leichter auftragen als andere, manche sind kurz, wie die blauen, grünen etc., andere fließen zusammen, wie das Chromgrün, Purpur etc. Die rothen und braunen Farben sind im Allgemeinen am leichtesten zu behandeln.

Eine wichtige sehr zu berücksichtigende Vorsichtsmaßregel besteht darin, alle Feuchtigkeit sorgsam zu vermeiden. Man muß die Farben vollkommen trocken erhalten und dieses kann man nur erreichen, indem man das Maler-Atelier sehr stark heizt. Man hat bemerkt, daß sich, wenn man dem Arbeitsraum nur die Temperatur der äußern Luft giebt, selbst im Sommer, manche Farben nicht gut auftragen lassen, vorzüglich nicht Morgens, oder an regnigen Tagen, oder wenn viele Arbeiter in demselben Raume beschäftigt sind.

Manchmal wird auch die Anwendung der Farbe sehr erleichtert, wenn man sie vor dem Gebrauch einen Tag lang an einem ganz trocknen Raum auf der Palette stehen läßt.

Malerei mit Schmelzfarben. Bei der Malerei, seien es nun die geringsten farbigen Verzierungen auf gewöhnlichem Töpfergeschirr; seien es die feinsten Arbeiten des Künstlers, hat man einen Punkt vor Allem zu beachten und dieser besteht darin, daß die Farben glänzend, gut geflossen und dauerhaft seien. Dieses ist unter allen Umständen nur dann zu erreichen, wenn die Farben, außer ihrer richtigen Zusammensetzung, auch den erforderlichen Feinheitegrad haben. Sie müssen daher durch sorgfältiges Reiben auf das Feinste vertheilt sein, welches an einem vor Staub geschützten Orte zu geschehen hat, sie müssen vor dem Anreiben mit Del durchaus von aller Feuchtigkeit frei sein. Dieses ist um so mehr zu berücksichtigen, je höhern Werth die anzufertigende Malerei haben soll. In vielen Fällen wird es bei der Malerei von Vortheil sein, den schon verdünnten Farben etwas Baumöl zuzusetzen, da dadurch ihr Gebrauch erleichtert und ein zu rasches Austrocknen verhindert wird. Die Anwendung der Farben läßt sich nicht beschreiben, sie hängt ganz und gar von der Geschicklichkeit und dem richtigen Urtheil der Künstler ab.

Es giebt wohl keine werthvollere Malerei, die nicht wenigstens zwei Mal dem Feuer ausgesetzt werden muß; häufig macht die höchste Vollendung es erforderlich, daß das Arbeitsstück drei, vier oder sogar fünf Mal durch die Muffel passiren muß. Dieses sind jedoch Ausnahmen und es ist immer zu berücksichtigen, daß bei jedem Brande das oft sehr kostbare Arbeitsstück der Gefahr der Zerstörung ausgesetzt ist.

Wenn jedoch eine so häufige Wiederholung des Brennens vorausgesehen und die Zeichnung so angelegt ist, wie es für solche Fälle erforderlich ist, wenn die härtesten Farben im ersten Feuer eingebrannt sind,

wenn man von vorn herein die verschiedenen Farbentöne richtig gewählt hat und nicht versucht, sie erst durch Uebereinanderlegen von verschiedenen Farben hervorzu- bringen, wodurch selten der gewünschte Zweck erreicht wird, wenn man solche Vermischungen von Farben vermeidet, wodurch diese Farben verändert oder wohl gar zerstört werden, so kann man mit Aussicht auf Erfolg den vierten Brand anwenden, wenn er nöthig ist. Man muß immer Sorge tragen, bei jedem Feuer gleichmäßig schmelzbare Farben zu gebrauchen.

Es giebt gewisse kräftige, lebhaftere Farbentöne, die man nur durch Uebereinanderlegung mehrerer Farben erhalten kann. So wird man nie ein schönes dauerhaftes Purpur, Incarnat, Amaranth oder Violet mit einer Farbe hervorbringen. Man muß diesen Farben immer erst eine rothe, braunrothe, orange, blutrothe Unterlage geben und diese im zweiten Feuer durch Goldpurpur oder Goldviolett beleben, nie darf aber der Goldcarmin dazu angewandt werden.

Der Maler ist beim Einbrennen manchen Zufälligkeiten ausgesetzt. Eine der gewöhnlichsten ist das Abspringen oder Ablättern der Farben. Dieses wird jedoch nie eintreten, wenn die Farben vorzüglich, in einer dünnen Schicht und gleichmäßig aufgetragen werden. Um dünne Farbschichten anwenden zu können, müssen für alle Schattirungen und Abstufungen des Tons bestimmte Farben gebraucht werden. Die Tiefe des Tons muß durch entsprechende Farben und nicht durch erhöhte Dicke der Farbschicht hervorgebracht werden.

Für die Mischung der Farbentöne ist es ganz unmöglich, irgend eine Vorschrift zu geben, sie variiren für jede einzelne Figur ebenso sehr wie die beabsichtigten Schattirungen. Der Künstler selbst kann nur dieses durch wiederholtes Probiren ermitteln.

Metallfarben. Als Metallfarben lassen sich nur die drei edlen Metalle, Gold, Platin, Silber anwenden, weil sie beim Erhitzen und unter dem Einfluß der Luft völlig unverändert bleiben. Die Metalle müssen vorher in den Zustand möglichst feiner Vertheilung gebracht werden, wie man sie durch Reduction auf nassem Wege erhält.

Das Gold wird aus einer verdünnten Lösung von Goldchlorid mittelst Eisenvitriol gefällt. Die Fällung geschieht in der Kälte, man vermeidet dabei zu heftiges Umrühren und auch beim Auswaschen gießt man die Flüssigkeit nur vorsichtig ab und ersetzt sie durch reines kaltes Wasser, ohne den Niederschlag viel mit einem Glasstabe zu berühren, wodurch das Gold zusammenballen und zu Klumpen oder Flittern sich vereinigen würde, die später nicht gleichmäßig aus dem Pinsel fließen würden. Das ausgewaschene Gold mischt man wohl mit seinem gleichen oder mehrfachen Gewicht präcipitirtem Quecksilberoxyd, welches sich beim Einbrennen ohne Rückstand verflüchtigt. Es wird dabei eine Verdünnung des Goldes bewirkt, welche gestattet, in einer gleichen Menge von Farbe weniger Gold auf das zu bemalende Arbeitsstück zu bringen, mithin Gold zu sparen. Da wo es darauf ankommt, eine sehr dauerhafte, starke Vergoldung zu haben, wird man selbstverständlich diesen Zusatz weglassen.

Nach einer andern Methode fällt man das Gold durch eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul. Als Verdünnungsmittel gebraucht man dann Calomel. In dieser Form wird es viel von englischen Steingutfabriken gebraucht. In der Porzellanmalerei wendet man dagegen meistens das reine durch Eisenvitriol gefällte Gold an.

Das Silber wird aus einer sehr verdünnten Lösung seines salpetersauren Salzes durch metallisches Kupfer gefällt. Zweckmäßiger und jedenfalls in feinerer Vertheilung wird man es aber erhalten, wenn man feuchtes Chlor Silber durch metallisches Zink reducirt.

Das Platin wird durch Glähen von Platinsalmiak als Platinschwamm gewonnen.

Die pulverförmigen Metallfarben werden mit dem Metallfluß (S. 241) in dem Verhältniß von 1 Th. Metall auf $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{10}$ Fluß gemischt und mit Del auf einer Glasplatte mit dem Läufer sorgfältig abgerieben.

Das Reiben der Metalle und besonders des Goldes ist schwieriger wie das der Farben, denn wenn man nicht die nöthige Geschicklichkeit dazu besitzt, so vereinigt man das Goldpulver zu kleinen Blättchen und Körnchen, die sich nachher nicht mehr vertheilen lassen, das Auftragen sehr erschweren und das Poliren fast unmöglich machen. Je sorgfältiger man bei der Darstellung des Niederschlags verfahren ist, je pulveriger und matter das Metall ist, um so leichter und um so sparsamer ist es im Gebrauch.

Das Auftragen geschieht je nach der Art der auszuführenden Zeichnung mit verschiednen geformten Pinseln. Man setzt vor dem Gebrauch dem Gold gewöhnlich etwas Rienruß zu, wodurch die Farbe besser aus dem Pinsel fließen soll. Dieser Zusatz ist fast unumgänglich nöthig, wenn man auf chromgrünem Scharffener-Grunde vergoldet, weil man sonst kaum die Spuren des Pinsels beim Malen erkennen würde.

Die Vergoldungen werden meistens auf die weiße Glasur gebracht, häufig werden jedoch auch Grundfarben damit bedeckt. Wenn man eine Scharffener-Grundfarbe hat, so weicht das Verfahren beim Einbrennen nicht von dem der Vergoldung auf weißem Grunde ab. Bei weichen Muffelfarben ist es jedoch weit schwieriger, denn die Hitze muß dabei so weit getrieben werden, daß das Gold dauerhaft auf der Unterlage haftet, ohne daß es aber in die erweichte Farbe eingehe und diese verderbe. Dieser Umstand führt häufig zum Mißlingen der Arbeit. Auf harten Muffelfarben brennt sich das Gold fast ebenso leicht ein, wie auf weißer Glasur, es haftet gut darauf und nimmt eine schöne Politur an.

Nach dem Auftragen der Goldfarbe brennt man die Geschirre in der Muffel. Die Hitze muß dabei wenigstens etwas höher sein als beim Einbrennen der härtesten Muffelfarben. Bei der Malerei müssen alle Vergoldungen eingebrannt sein, ehe man die erste Zeichnung auf dem Grunde anlegt, damit man dem Golde die nöthige Hitze geben kann, ohne fürchten zu brauchen, dadurch schon aufgetragene Farben zu verderben.

Wenn das Gold nicht scharf eingebrannt ist, haftet es gar nicht; hat die Hitze nicht ihren vollkommen höchsten Grad erreicht, so haftet es anfangs, wird aber beim

Gebrauch sehr bald abgenutzt; hat man dagegen zu stark gebrannt, so wird es körnig und polirt sich schlecht.

Das Gold erscheint nach dem Brennen matt. Man kann es in diesem Zustande lassen, wenn man eine matte Verzierung anbringen will, meistens ertheilt man ihm aber Glanz durch Poliren. Es geschieht dies mit Polirinstrumenten aus Achat und Blutstein von passenden Formen, womit das Gold so lange gerieben wird, bis es einen hellen metallischen Glanz annimmt.

Mit dem Namen leichte Vergoldung bezeichnet man Verzierungen in Goldfarbe, die zuerst in Meißel hergestellt und auf Spielwaaren, Nippfachen u. angewandt wurden und sich durch ihren billigen Preis auszeichneten. Ihre Dauerhaftigkeit entspricht dem Preise, indem der sehr dünne Ueberzug sich sehr rasch abnutzt und nach kurzem Gebrauch einen fast goldfreien Gegenstand zurückläßt. Bei Sachen von geringem Werth, bei Nippfiguren u. dergl. ist dies kein großer Nachtheil; bei Geschirren, die zum täglichen Gebrauch bestimmt sind, sollte man aber nie eine solche Vergoldung dulden.

Von dieser Goldfarbe weiß man nur, daß sie eine ölige Flüssigkeit ist, eine Lösung von Goldchlorid in Del, daß sie sich leicht auftragen läßt und nach dem Brennen glänzend erscheint. Die Bereitung wird geheim gehalten. In ihrer Zusammensetzung dürfte diese Goldfarbe aber nicht weit von dem Goldlustre abweichen.

Metalllustre. Die dünnen metallischen Ueberzüge, welche so fein sind, daß sie meistens die Farbe des Metalls nicht erkennen lassen und nur eine Brechung des Lichts bewirken, oder sonst doch gleich nach dem Brennen die Metalle mit ihrem ganzen Glanz erscheinen lassen, nennt man Metalllustre. Die Feinheit des Ueberzugs wird dadurch erreicht, daß man die Metalle nicht in Form von Pulver, sondern als sehr verdünnte Lösung mit dem Pinsel aufträgt.

Goldlustre. Er hat ganz die Farbe des Goldes und erhält seinen metallischen Glanz durch einfaches Reiben mit einem leinenen Tuche. Zu seiner Bereitung sind sehr verschiedene Vorschriften gegeben, von denen wir nur die beiden folgenden anführen wollen.

Eine Lösung von Goldchlorid wird mit Ammoniak gefällt. Der dabei entstehende Niederschlag ist Knallgold. Er wird durch Decantation ausgewaschen und noch feucht mit Terpentinöl gemischt. Man vermeidet durchaus das Trocknen des Knallgoldes, weil es dabei leicht mit der furchtbarsten Heftigkeit explodirt. Zur Vermischung mit dem Oele schüttelt man es in einer verkorkten Flasche und gießt die ölige Flüssigkeit mit dem darin vertheilten Niederschlage von dem sich abscheidenden Wasser ab. Die Flüssigkeit wird ohne weitern Zusatz mit dem Pinsel wie eine Farbe aufgetragen und in der Muffel eingebrannt.

Nach einer andern Methode (nach G e n t e l e) bereitet man Schwefelbalsam, indem man 1 Th. Schwefelblumen mit 3 Th. Leinöl so lange erhitzt, bis die Masse nicht mehr aufschäumt, sondern ruhig fließt. Diese wird noch warm mit Terpentinöl verdünnt und durch feinen Flanell filtrirt, hierauf gelinde erwärmt und mit einer concentrirten Lösung von Goldchlorid vermischt. Die

Menge der erforderlichen Goldlösung muß durch Versuche im Kleinen bestimmt werden.

Man erkennt den Goldlustre bei Verzierungen daran, daß die Goldschicht überall absolut gleich glänzend ist und daß darauf nirgends Spuren der Polirsteine sichtbar sind, welche bei der echten Vergoldung nie ganz zu verwischen sind und einem geübten Auge immer kenntlich bleiben.

Platinlustre. Eine concentrirte Platinchloridlösung wird mit Lavendelöl oder einem andern ätherischen Oele vermischt und mit dem Pinsel auf die Glasur aufgetragen. Er wird in der Muffel eingebrannt.

Das Platin erscheint mit seinem metallischen Glanze. Es ist gleichmäßig über die ganze Oberfläche, deren Farbe es vollständig verdeckt, ausgebreitet. Es nimmt beim Einbrennen einen ebenso schönen Glanz an, als ob es mit dem Polirstein gegläntzt wäre.

Burgoßlustre. Dieser Lustre hat die rosenrothe Schattirung und zugleich den gelben metallischen Glanz mancher Muscheln; er ist nicht undurchsichtig und läßt die Farbe der Glasur, welche er bedeckt, sehr deutlich erkennen. Durch die Farbe der Glasur erhält er sehr schöne und angenehme Töne.

Es giebt mehrere Methoden, ihn darzustellen. Man schmilzt entweder Gold, Schwefel und Potasche, oder Gold und Schwefelleber zusammen, läßt erkalten, löst in Wasser und fällt durch Zusatz einer verdünnten Säure Schwefelgold, welches man auswäscht und mit fetter Lavendellefenz zu einem dicken Syrup mischt.

Wenn man ihn auf Porzellan anwenden will, so reibt man ihn mit einer geringen Menge Metallfluß an, trägt ihn mit großer Sorgfalt und so dünn und gleichmäßig wie möglich auf die Glasur und brennt ihn in der Muffel. Um die Farbe noch schöner erscheinen zu lassen, trägt man nach dem ersten Brande eine zweite Schicht auf und erhitzt von Neuem.

Das bloße Einbrennen genügt, um ihm ohne alle Reibung seinen Glanz und seine Politur zu geben. Aber der geringste Rauch in der Muffel, Funken, der geringste Staub, zu starke Dichte verändern ihn und geben ihm ein schmutziges unansehnliches Ansehen.

Statt des Schwefelgoldes wendet man auch Knallgold an, dieses muß dann aber äußerst dünn aufgetragen werden, da es sonst Goldlustre geben würde.

Der Burgoßlustre läßt sich auf allen Arten von gläsernen Thonwaaren anbringen.

Dieser Lustre bildet manchmal kreisförmige Flecken, deren Umkreis den Glanz des metallischen Goldes zeigt. Man kann diese Flecken beliebig durch einen einfachen Handgriff hervorbringen. Man braucht dazu nur auf den gleichmäßig ausgebreiteten und noch feuchten Grund einige Tröpfchen fetter Essenz aufzuprützen. Diese Tropfen breiten sich von selbst aus und nehmen dabei den größten Theil des Goldes mit sich, welches sie an ihrem Umkreis ablagern. Da an diesen Stellen die Dichte des Lustres beträchtlicher wird, so erscheint er dort nicht mehr in seiner eigenthümlichen Schattirung, sondern zeigt den Glanz des Goldes.

Kupferlustre. Dieser Lustre bietet fast dasselbe Ansehen, dieselbe Schattirung wie der vorige, er ist nur etwas mehr purpurfarben. Er findet sich angewandt

auf den gewöhnlichen spanischen Fayencen. Seine Verbreitung ist nicht bekannt. Es scheint jedoch, als ob er durch Verflüchtigung von Kupferoxyd oder Kupfersalzen, in den heißen mit weißer Fayence gefüllten Muffeln, also durch Anflug erhalten wird.

Cantharidenlustre. Er zeigt die schöne schillernde Farbe der Flügeldecken mancher Insecten. Trotzdem wird er doch nur von wenigen Fabriken angewandt, welche es verstehen ihn in seiner ganzen Schönheit darzustellen.

Er besteht aus Chlorzinn, welches durch organische Substanz, die Dämpfe des Brennmaterials, zum Theil zu Metall reducirt ist.

Zu seiner Darstellung macht man ein Gemisch von Bleiglasur oder Theilglas, mit etwas Wismuthoxyd und Chlorzinn. Er wird mit dem Pinsel entweder über den ganzen Grund vertheilt oder als Verzierungen aufgemalt. Das Einbrennen geschieht in den Fabriken zu Almenau in Thüringen, die schön verzierte Thonwaaren zu äußerst billigen Preisen in den Handel bringen, im gewöhnlichen Töpferofen, ohne Anwendung von Kapseln. An anderen Orten erhitzt man die Geschirre in Muffeln, zieht sie fast rothglühend heraus und setzt sie den Dämpfen verbrennender Körper aus, oder erzeugt solche Dämpfe in der Muffel. Die mit diesem Lustre bedeckten Stellen nehmen rothe, grüne, gelbe, blaue, kurz alle Farben des Regenbogens an, welche durch theilweise Reduction des Chlorzinns und des Bleioxyds entstehen können.

Die Farben dieses Lustres werden um so mehr variirt, je nachdem man die Farbe der Glasur, auf welcher er eingebrannt wird, abändert.

Application der Farben durch mechanische Mittel. Dieses Verfahren besteht darin, daß die Farben mit gravirten Kupferplatten auf Papier gedruckt und von diesem auf Thonwaaren übertragen werden.

Die Vortheile dieses Verfahrens sind so einleuchtend, daß sie kaum erwähnt zu werden brauchen. Man ist dadurch im Stande, complicirte und fein ausgeführte Zeichnungen mit der durch den Druck ermöglichten Schnelligkeit auf beliebige Thonwaaren zu übertragen. Es kommen dabei jedoch einige Schwierigkeiten und Hindernisse in Betracht, mit welchen der Kupferstichdrucker nicht zu kämpfen hat. Dahin gehört vor Allem der Umstand, daß die Fläche, auf welche die Zeichnung gebracht werden soll, nicht gerade und eben, sondern in den meisten Fällen in mehr als einer Richtung gebogen ist. Die Bewegung in einer Richtung, also das Auftragen auf eine cylindrische Fläche erträgt jede Zeichnung ohne alle Verzerrung und das Papier ohne Falten zu werfen. Bei Flächen, die sich mehr oder weniger der Kugelform nähern, ist dieses jedoch bedeutend schwieriger, man wird dann entweder eine Reihe kleinere Zeichnungen neben einander legen, deren Gesammtheit die Decoration bildet, oder für größere Verzierungen, die z. B. den ganzen innern Kreis einer Schale bedecken, die Zeichnung gleich so entwerfen, daß sie sich der Form des Gefäßes anpaßt, und dann ein so dünnes Papier anwenden, daß dieses sich im feuchten Zustande vollkommen glatt an die Oberfläche anlegen läßt, oder die

Uebertragung statt durch Papier durch eine biegsame Leintafel bewirken.

Die Anfertigung der Druckplatten ist die gewöhnliche des Kupferstechers. Die Zeichnungen werden jedoch mit kräftigen, deutlich markirten Strichen ausgeführt und allzu feine Schattirungen vermieden. Da die Platten sich sehr leicht abnutzen, so sollte man die Originalplatte des Künstlers nie zum Druck selbst benutzen, sondern sie nur zur Anfertigung von Copieen verwenden, zu der die Galvanoplastik so außerordentliche Erleichterung gewährt. Die Platte wird zu dem Zweck zuerst mit einer sehr dünnen Schicht Silber galvanisch überzogen und dann ein Kupferniederschlag davon gemacht. Auf diesem erscheinen alle Gravirungen erhaben, er kann daher nicht zum Druck gebraucht werden, sondern dient als Matrize für die folgenden Niederschläge. Die auf diese Matrize nach einander abgelagerten Kupferniederschläge sind die Druckplatten. Man kann daher mit einer Originalplatte, welche nicht im Geringsten beschädigt wird, beliebig viel Druckplatten herstellen. Noch leichter läßt sich die Copirung ausführen und man erhält vollkommen ebenso scharfe Platten, wenn man die Matrize aus Gutta-Percha macht. Eine mäßig dicke Platte sehr reiner Gutta-Percha wird in fast kochend heißem Wasser so viel erweicht, als sie gerade ertragen kann, ohne zu schmelzen, dann auf die Kupferplatte gelegt, mit der Hand sorgfältig darauf geebnet und so in eine gute Schraubenpresse gebracht. Die Platte bleibt darin so lange bis die Gutta-Percha vollkommen erhärtet ist, darauf wird sie herausgenommen, die Matrize mit gutem Graphit überzogen und in den galvanischen Apparat gebracht. Die Abdrücke in Gutta-Percha sind, wenn vorsichtig damit manipulirt wird, von bewundernswürdiger Schärfe. Die feinsten Guillochirungen von Banknotendruckplatten lassen sich damit sogar mit aller Feinheit des Originals wiedergeben.

Das Bindemittel für die Farben ist gekochtes Leinöl oder Rußöl. Es wird in einem eisernen Kessel so lange gekocht, bis es dickflüssig wird. Ein Abbrennen des Oels, welches früher für nöthig gehalten wurde, ist vollkommen überflüssig. Die Farben werden mit dem Del auf einer Glasplatte möglichst fein abgerieben, in je feinerem Zustand man dabei die Farben bringt, um so schönere Abdrücke wird man erlangen und um so weniger wird man seine Druckplatte angreifen. Um der Farbe mehr Körper zu geben, vermischt man sie mit etwas Kienruß, auf 10 Th. blaue Farbe nimmt man 1 Th. Ruß, auf 3 Th. Gold ebenfalls 1 Th. Ruß, grüne, rothe, schwarze Farben werden für sich mit Del abgerieben. Knochenkohle, Beinschwarz kann dabei den Ruß nicht ersetzen; durch ihren Gehalt an phosphorsaurem Kalk würde sie verändernd auf die Farben einwirken.

Die Farben sind im Wesentlichen dieselben, welche man zum Bemalen der verschiedenen Thonwaaren anwendet; man giebt ihnen jedoch einen höhern Gehalt an Flußmitteln, je nachdem sie auf Bisquit oder auf Glasur aufgetragen werden sollen. Nach diesen Umständen müssen auch die einzelnen Manipulationen etwas abgeändert werden.

Druck auf Papier und auf Glasur. Es dient dazu das feinste Seidenpapier, welches völlig leimfrei und vorher gehörig gefeuchtet sein muß. Sobald man den Abdruck darauf gemacht hat, legt man es mit der Rückseite auf Wasser, um dieses vollständig das Papier durchdringen zu lassen.

Die gläsernen Geschirre werden vorher mit einer Mischung von 12 Th. Serpentinöl und 1 Th. Copalfirniß überstrichen und in einem Ofen getrocknet. Dieser Firniß ist nicht unbedingt nöthig, er sichert aber das Annehmen der Farbe sehr. Man kann statt dessen auch eine schwache Alaunlösung anwenden, die leichter und einfach an der Luft trocknet.

Das bedruckte Papier wird darauf vom Wasser genommen, auf trocknes Löschpapier, Flanell oder verglühte Thonplatten gelegt, um den Ueberschuß des Wassers fortzunehmen, und dann mit der bedruckten Seite auf das Geschirr gebracht. Durch gelinden Druck mit einem Baumwollenballen oder einer kleinen Walze überträgt sich die Farbe von dem Papier vollkommen auf die Glasur. Das Papier läßt sich leicht abheben, sollte es zu fest haften, so braucht man es nur etwas zu befeuchten. Die so aufgedruckten Farben werden in der Muffel eingebrannt.

Beim Golddruck verstärkt man die Farbe noch dadurch, daß man die noch feuchten Züge mit einem weichen Pinsel, den man in sehr feingeriebenes trocknes Goldpulver taucht, überfährt. Die noch feuchte Farbe ist hinreichend klebrig, um das Goldpulver haften zu machen. Das Gold wird vorher unter Zusatz von $\frac{1}{20}$ seines Gewichts Fluß sorgfältig mit Wasser abgerieben, dadurch so fein wie möglich vertheilt und darauf bei gelinder Wärme wieder getrocknet. Nachdem die Farbe trocken geworden ist, fährt man mit einem langhaarigen weichen Pinsel darüber her, um den nicht haftenden Goldstaub zu beseitigen. Nach dem Einbrennen wird das Gold ebenso polirt wie das aufgemalte, es nimmt dabei ebenso schönen Glanz an und ist ebenso dauerhaft als jenes.

Druck auf Papier und auf Bisquit. Diese Art der Verzierung läßt sich auf alle Arten von Thonwaaren anwenden, welche zwei Mal gebrannt werden und eine durchsichtige Glasur haben. Sie ist vorzugsweise bei der Fabrikation der feinen Fayence, dem englischen Steingut üblich. Man bedarf dazu eines eigenen geleimten Papiers, welches sehr dünn, aber doch stark sein muß. Es wird in englischen Papierfabriken besonders für diesen Zweck angefertigt und von keiner Fabrik auf dem Continent so gut geliefert. Der Firniß, mit welchem die Farbe aufgedruckt wird, muß sehr zähe und klebrig sein. Er besteht nach Gentele aus 12 Th. Leinöl, 3 Th. Baumöl und 2 Th. schwarzem Pech, die so lange zusammen erhigt werden, bis sie eine hinreichende Consistenz erlangt haben. Die Farben werden ohne Zusatz von Flußmittel mit dem Firniß verrieben.

Das Papier wird, ehe es zum Abdruck gebraucht wird, mit Seifenwasser überstrichen. Die Druckplatten werden auf einem besondern Ofen erwärmt, mit Farbe überzogen, der Ueberschuß der Farbe mit einem scharfen Messer fortgenommen und dann mit dem befeuchteten Papier in die Presse gebracht. Nach dem Abdrucken

schneidet man alle die nicht von der Zeichnung bedeckten Theile des Papiers fort und legt es dann auf das Bisquit, woran es durch Reiben gleichmäßig angedrückt wird. Das Papier haftet fest an dem Geschirre und kann von diesem nicht, ohne es zu zerreißen und ohne einen Theil der Farbe mit fortzunehmen, wieder getrennt werden. Deshalb legt man die Geschirre, ungefähr eine Stunde nachdem man die Farbe aufgetragen hat, in Wasser, bis das Papier genügend erweicht ist, um sich abnehmen zu lassen. Die Farbe bleibt dabei auf dem Geschirre.

Die bedruckten Waaren kommen, nachdem sie wieder getrocknet sind, in einen eigenen Verglühofen oder in Muffeln, worin sie so stark erhitzt werden, daß der Firniß völlig zerstört ist. Sie werden darauf wie gewöhnlich mit Glasur bedeckt und gebrannt.

Druck mit Leimtafeln. Diese Methode wird ungleich seltener angewandt, wie die vorige, sie ist weitläufiger, bietet aber den Vortheil, daß die Zeichnungen sauberer ausfallen und daß die Kupferplatten dadurch durchaus nicht beschädigt werden.

Man bereitet sich zunächst die Tafeln, indem man Leim in Wasser löst und die Flüssigkeit auf polirte Metallplatten gießt, die mit einem Rande umgeben sind, um das Abfließen des Leims zu verhüten. Nach dem Erkalten hat man dann Tafeln, deren Dicke nicht 2 bis 3 M.-M. zu übersteigen braucht.

Die Kupferplatte wird mit gefochtem, trocknendem Rußöl, welches man mit etwas Terpentinöl versetzt hat, so eingerieben, wie es sonst beim Auftragen der Farben geschieht. Darüber legt man die Leimplatte und drückt sie gelinde an. Das Öl verläßt dann das Metall und wird durch den Leim auf das Bisquit gebracht, auf welchem man durch Andrücken die Zeichnung, welche nur in Delzügen besteht, abdrückt.

Die Farben oder Gold werden darauf im völlig trocknen Zustande mit einem Baumwollbäuschchen aufgetupft, sie haften nur an den Stellen, wo das Öl befindlich ist, von allen übrigen Theilen der Geschirre werden sie später durch Abwischen mit einem langhaarigen Pinsel fortgenommen. Nur wenn man Porzellan auf diese Weise bedrucken will, braucht man den Farben Flußmittel zuzusetzen, auf Fayence bewirkt die Glasur die Verglasung der Farbe.

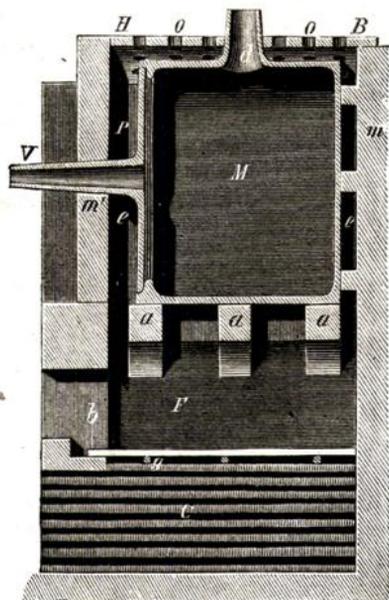
Diese Methode bietet den Vortheil, daß man dieselbe Zeichnung fast beliebig vergrößern oder verkleinern kann, ohne dazu mehr als eine Druckplatte nöthig zu haben. Man macht zu diesem Zwecke zuerst einen Farbenabdruck auf Papier wie gewöhnlich und überträgt diesen durch gelindes Drücken auf eine sehr dünne Leimtafel. Um die Zeichnung zu vergrößern, legt man die Leimtafel, die bedruckte Seite nach oben gefehrt, auf Wasser, auf dem sie schwimmt. Nach sehr kurzer Zeit beginnt der Leim anzuschwellen und nach ungefähr einer Stunde hat er sich gleichmäßig ziemlich um ein Drittel seiner Größe nach allen Richtungen hin ausgedehnt. Man hebt dann die Tafel vorsichtig, ohne die obere Seite zu benetzen, vom Wasser ab und drückt sie auf das Bisquit. Um die Leimtafel zu entfernen, legt man das Geschirre in heißes Wasser, worin der Leim sich löst.

Ebenso verfährt man, um die Zeichnung zu verkleinern, nur legt man die Tafel auf Weingeist. Sie zieht sich dadurch zusammen und ist vor Ablauf einer halben Stunde um ein Viertel ihrer Größe geschwunden.

Einbrennen der Farben. Je nach der Art der Thonwaaren und nach der Beschaffenheit der Farben werden beim Einbrennen verschiedene Methoden angewandt. Alle Scharfffeuerfarben, seien sie nun unter der Glasur oder auf ihr angebracht, brennen im gewöhnlichen Ofen ein. Beim Einbrennen der Farben auf gewöhnlichem Töpfergeschirre, auf Fayence oder auf Porzellan wird dann dasselbe Verfahren angewandt, wie beim Saarbrennen und es fällt mit diesem zusammen, sobald überhaupt nur ein Brand gemacht wird, wie beim Töpfergeschirre, oder wenn die Farben unter der Glasur befindlich sind, wie bei der Fayence und den Porzellangrundfarben. Es bleibt uns daher nur noch übrig, das Einbrennen der Muffelfarben zu beschreiben.

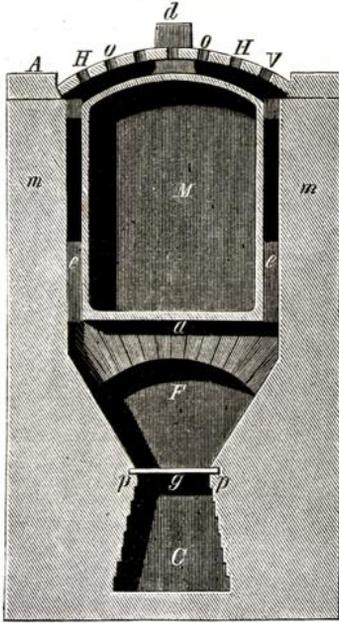
Die Muffelfarben haben ihren Namen nach dem Ofen, in welchem sie gebrannt werden. Muffel nennt man einen faßförmigen, länglich viereckigen, oben schwach gewölbten, an einer Seite offenen Behälter aus feuerfester Thonmasse, der so über einer Feuerung angebracht ist, daß die Flamme ihn überall berühren kann. Muffeln werden außer in der Thonwaarenfabrikation auch zum Einschmelzen der Emaille, zum Probiren von Erzen und zu anderen chemischen Zwecken benutzt und haben wir schon mehrfach Gelegenheit gehabt, sie zu beschreiben (s. Bd. II. S. 428, 1178; Bd. III. S. 401, 995). Die zum Einbrennen der Farben auf Geschirre gebrauchten unterscheiden sich im Wesentlichen von jenen nur durch ihre Dimensionen. Sie werden aus einer Masse dargestellt, welche aus einer Mischung von 1 Th. feuerfestem Thon und 2 Th. Chamotte desselben Thons besteht. Fig. 1288 giebt einen solchen Muffelofen im Querschnitt und Fig. 1289 im Längendurchschnitt.

Fig. 1288.



M ist die eigentliche Muffel, deren vordere Seite offen ist, aber durch eine Platte *P*, welche in einen Falz der Muffel paßt, verschlossen wird. In der Wölbung der Muffel ist ein Rohr *d* angebracht, um beim Er-

Fig. 1289.



hizen die Dämpfe des Dels entweichen zu lassen, ein ähnliches Rohr *V* in der vordern Wand dient zur Beobachtung der Temperatur im Innern und zum Einbringen der Probefcherben. Die Muffel wird von drei Gurtbögen *a*, über dem Feuerraum *F*, getragen. *b* ist die Feuerthür, *g* die Kofistäbe, *C* der Aschenfall. Das Feuer trifft unmittelbar den Boden der Muffel, bestreicht die Wände in dem zwischen der Ofenmauer *m* und der Muffel liegenden Raume *e* und entweicht durch die Oeffnungen *o* in einem aus feuerfester Thonmasse gefertigten Gewölbe *H* in den Schornstein.

Während des Einsetzens der Geschirre ist die vordere Seite der Muffel offen. Sie wird durch Einsetzen der Platte *P* geschlossen und dann die Vorderwand *m'* des Ofens aus lose über einander geschichteten Steinen aufgeführt. Das Rohr *V* geht durch diese Wand und ruht auf den Steinen.

In allen größeren Fabriken liegen mehrere solcher Ofen neben einander, es können dann die Seitenmauern immer zwei Ofen gemeinschaftlich sein, wodurch nicht allein an Constructionskosten, sondern auch an Brennmaterial gespart wird. Eine sehr zweckmäßige Abänderung dieser Ofen findet man in manchen Fabriken. Die Feuerung liegt nämlich nicht wie bei unserer Zeichnung an der Vorderseite, also unter der Einfaßöffnung, sondern an der entgegengesetzten Seite, unter dem geschlossenen Ende der Muffel, es wird dadurch jedes Eindringen von Rauch, Staub, Asche vermieden.

Beim Einsetzen sucht man den Raum der Muffel so weit es möglich ist auszunutzen. Flache Gegenstände, Teller, Schalen u. dergl. werden in einander gesetzt und

nur durch kleine Scherben von glasirtem Porzellan, die auf farblose Stellen gelegt werden, so weit von einander getrennt, daß die Farbe nirgend die Glasur des darüber befindlichen Gegenstandes berührt. Größere Vasen u. dergl. werden frei auf eine Unterlage von Porzellan gestellt.

Die zum Einbrennen der Farben erforderliche Temperatur liegt zwischen der dunklen Rirschrothgluth und dem Schmelzpunkt des Silbers, ohne diesen jedoch ganz zu erreichen. Die Heizung geschieht ganz allgemein durch Holz. Steinkohlen sind nicht anwendbar, weil sie wohl nie ganz frei von Kiesen sind, durch deren Verbrennung leicht schweflige Säure in die Muffel dringen und die Farben verderben würde. Solches Holz, welches mit langer Flamme brennt, eignet sich am besten. Es wird vorher gut getrocknet und klein gespalten.

Anfangs heizt man die Muffel nur mäßig, um die Geschirre allmählig zu erwärmen, sobald dieses genügend geschehen ist, steigert man die Hitze aber rasch bis zu der erforderlichen Höhe, um die Farben zu schmelzen. Wenn man die Wärme nur ganz allmählig wachsen läßt, so erscheinen die Farben sehr leicht matt und glanzlos, trotzdem sie auf die nöthige Höhe gebracht sind. Es erklärt sich dies durch die bekannte Eigenschaft des Glases, bei langem Erhizen seine Durchsichtigkeit zu verlieren. Setzt man solche Farben dann einer weit höhern Temperatur aus, als sie zum Einbrennen bedürfen, so nehmen sie ihren Glanz wieder an, ebenso wie das entglaste Glas in höherer Temperatur wieder durchsichtig wird. Die wenigsten Farben können jedoch, ohne verändert zu werden, eine so hohe Temperatur ertragen.

Den richtigen Wärmegrad und somit die Beendigung des Brandes erkennt ein geschickter Arbeiter an dem Aussehen der Geschirre, wenn er durch die vordere Oeffnung in die Muffel sieht. Bessere Andeutungen erhält man durch Probefcherben. Es sind dies kleine Cylinder aus glasirtem Porzellan, welche mit Goldcarminfarbe bestrichen und an einem Eisendraht durch die vordere Oeffnung, das Schauloch, in die Muffel gehängt werden. Bei steigender Hitze verändert diese Farbe sich sehr, indem sie zuerst braunroth, schmutzig kaum glänzend, dann schön rosa, etwas ziegelroth, dann rosa ins Purpurfarbene scheinend, dann rosa mit violettem Schimmer, dann violett erscheint und bei noch höherer Temperatur fast ganz verschwindet. Diese Farbenmüancen, die man aber nur bei hinreichender Uebung erkennt, geben ein Maß ab für die fortschreitende Entwicklung der übrigen Farben.

Um ein directeres Mittel zur Bestimmung der Temperatur in der Muffel zu haben, construirte Brongniart ein Pyrometer, welches auf demselben Principe beruht, wie das Daniel'sche Pyrometer (Vd. II. S. 486). Ein Silberstab von 2 Decimeter Länge liegt in einer Rinne von Porzellan. Mit seinem einen Ende stößt er gegen einen festen Punkt, mit seinem andern Ende berührt er einen Porzellanstab von derselben Länge, der in derselben Rinne liegt. In dem Maße, wie das Silber sich beim Erhizen ausdehnt, wird daher der Porzellanstab vorwärts geschoben. Dieser berührt, ebenso wie beim Daniel'schen In-

strument, einen Indicator, der so lang ist, daß er die Ausdehnung des Silbers gerade um das Hundertfache multiplicirt und auf einem in 300 Grade getheilten Kreisbogen anzeigt. 27 bis 30 Grade dieses Kreisbogens entsprechen 100 Graden der hunderttheiligen Scala des Quecksilberthermometers.

Die zum Einbrennen der Porzellanfarben erforderlichen Temperaturen liegen zwischen 200° und 280° dieses Thermometers.

Sobald man sich durch eines dieser Mittel von der Beendigung des Brandes überzeugt hat, zieht man rasch

das Feuer aus dem Ofen und läßt die Muffel erkalten *).

*) Bei der Beendigung dieser Arbeit halte ich es für meine Pflicht, nochmals hervorzuheben, daß ich dabei sehr ausführlich das vortreffliche Werk von Brongniart benutzt habe, es ist eine Quelle, aus der wohl Alle, die über diesen Gegenstand gearbeitet haben, schöpfen. Sollte es mir nur gelungen sein, einen brauchbaren Auszug dieses Buches mit einigen Zusätzen gegeben zu haben, so glaube ich Jedem, der sich über die interessante Fabrication der Thonwaaren unterrichten will, dadurch ein Hilfsmittel an die Hand gegeben zu haben. St.