

J. Hartleben's Chemisch-technische BIBLIOTHEK

Die

Keramik.

BIBLIOTEKA WYDZ. CHEMII

Politechniki Łódzkiej

№. Inw. 323.



J. Hartleben's Verlag, Wien, Pest, Leipzig.

A. Hartleben's

Chemisch-technische Bibliothek.

In zwanglosen Bänden. — Mit vielen Illustrationen. — Jeder Band einzeln zu haben.

In eleganten Ganzleinvandbänden, pro Band 45 Kreuzer ö. W. = 80 Pf. Zuschlag.

- I. Band. Die Ausbrüche, Secte und Südweine. Vollständige Anleitung zur Bereitung des Weines im Allgemeinen, zur Herstellung aller Gattungen Ausbrüche, Secte, spanischer, französischer, italienischer, griechischer, ungarischer, afrikanischer und asiatischer Weine und Ausbruchweine nebst einem Anhange, enthaltend die Bereitung der Strohweine, Rosinen-, Hefen-, Kunst-, Beeren- und Kernobstweine. Auf Grundlage langjähriger Erfahrungen ausführlich und leichtfaßlich geschildert von **Karl Mater**. Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 14 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 20 fr. ö. W. = 2 Mark 25 Pf.
- II. Band. Populäres Handbuch der Spiritus- und Brekchese-Fabrikation. Vollständige Anleitung zur Erzeugung von Spiritus und Brekchese aus Kartoffeln, Runkeln, Korn, Gerste, Hafer, Hirse und Melasse; mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiete. Auf Grundlage vielfähriger Erfahrung ausführlich und leichtfaßlich geschildert von **Alots Schönborg**, chem.-techn. Brennerei-Leiter. 2. vollständig umgearbeitete Aufl. Mit 23 erläut. Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- III. Band. Die Liqueur-Fabrikation. Vollständige Anleitung zur Herstellung aller Gattungen von Liqueuren, Crèmes, Huiles, gewöhnlicher Liqueure, Aquavite, Fruchtbranntweine (Natafia), des Rumes, Arracs, Cognacs, der Punsch-Essenzen und gebrannten Wässer auf warmem und kaltem Wege, sowie der zur Liqueur-Fabrikation verwendeten ätherischen Öle, Tincturen, Essenzen, aromatischen Wässer und Farbstoffe. Nebst einer großen Anzahl der besten Vorschriften zur Bereitung aller Gattungen von Liqueuren, Bitter-Liqueuren, Aquaviten, Punsch-Essenzen, Arrac, Rum und Cognac. Von **August Gader**, geprüfter Chemiker und praktischer Destillateur. Mit 12 Abbild. 8. Auflage. 26 Bog. 8. Eleg. geb. 2 fl. 50 fr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.
- IV. Band. Die Parfumerie-Fabrikation. Vollständige Anleitung zur Darstellung aller Taschentuch-Parfums, Riechsalze, Riechpulver, Räucherwerk, aller Mittel zur Pflege der Haut, des Mundes und der Haare, der Schminken, Haarfarbstoffe und aller in der Toilettekunst verwendeten Präparate, nebst einer ausführlichen Schilderung der Riechstoffe etc. etc. Von Dr. chem. **George William Askinson**. Parfumerie-Fabrikant. Mit 15 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geb. 2 fl. 50 fr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.
- V. Band. Die Seifen-Fabrikation. Handbuch für Praktiker. Enthaltend die vollständige Anleitung zur Darstellung aller Arten von Seifen im Kleinen wie im Fabriksbetriebe, mit besonderer Rücksichtnahme auf warme und kalte Verseifung und die Fabrikation von Lugus- und medicinischen Seifen von **Friedrich Wittner**, Seifen-Fabrikant. Mit erläut. Abbild. 2. Aufl. 15 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- VI. Band. Die Bierbrauerei und die Malzextract-Fabrikation. Eine Darstellung aller in den verschiedenen Ländern üblichen Braumethoden zur Bereitung aller Bierforten, sowie der Fabrikation des Malz-Extracts und der daraus herzustellenden Producte. Von **Hermann Büdinger**, technischer Brauerei-Leiter. Mit 20 erläut. Abbild. 29 Bog. 8. Eleg. geb. 3 fl. 30 fr. ö. W. = 6 Mark.
- VII. Band. Die Bündwaaren-Fabrikation. Anleitung zur Fabrikation von Bündhölzchen, Bündferzen, Cigarren-Bündel und Bündlanten, der Fabrikation der Bündwaaren mit Hülfe von amorphem Phosphor und gänzlich phosphorfreier Bündmassen, sowie der Fabrikation des Phosphors. Von **Jos. Frettag**. Mit 14 erläut. Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 35 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

- VIII. Band. Die Beleuchtungsstoffe und deren Fabrikation.** Eine Darstellung aller zur Beleuchtung verwendeten Materialien thierischen und pflanzlichen Ursprungs, des Petroleum, des Stearins, der Theeröle und des Paraffins. Enthaltend die Schilderung ihrer Eigenschaften, ihrer Reinigung und praktischen Prüfung in Bezug auf ihre Reinheit und Leuchtkraft, nebst einem Anhange über die Verwerthung der sehr flüchtigen Kohlenwasserstoffe zur Lampenbeleuchtung und Gasbeleuchtung im Hause, in Fabriken und öffentlichen Localen. Von **Edouard Perle**, technischer Chemiker. Mit 10 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.
- IX. Band. Die Fabrikation der Lade, Firnisse, Buchdrucker-Firnisse und des Siegelwaxes.** Handbuch für Praktiker. Enthaltend die ausführliche Beschreibung zur Darstellung aller flüchtigen (geistigen) und fetten Firnisse, Lade und Siccative, sowie die vollständige Anleitung zur Fabrikation des Siegelwaxes und Siegelwachs von den feinsten bis zu den gewöhnlichen Sorten. Leichtfäglich geschildert von **Erwin Andres**, Lade- und Firniß-Fabrikant. 2. Aufl. Mit 11 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.
- X. Band. Die Essig-Fabrikation.** Eine Darstellung der Essig-Fabrikation nach den ältesten und neueren Verfahrungsweisen, der Schnell-Essig-Fabrikation, der Bereitung von Eisessig und reiner Essigsäure aus Holzessig, sowie der Fabrikation des Weins, Treibers, Malz-, Biereessigs und der aromatisirten Essigsorten, nebst der praktischen Prüfung des Essigs. Von **Dr. Josef Bartsch**. Zweite, erweiterte und verbesserte Aufl. Mit 15 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- XI. Band. Die Feuerwerkerei oder die Fabrikation der Feuerwerkstörper.** Eine Darstellung der gesammten Pyrotechnik, enthaltend die vorzüglichsten Vorschriften zur Anfertigung sämtlicher Feuerwerksobjecte, als alle Arten von Leuchtfauern, Eternen, Leuchtkugeln, Raketen, der Luft- und Wasser-Feuerwerke, sowie einen Abriss der für den Feuerwerker wichtigen Grundlehren der Chemie. Von **August Eschenbager**. Mit 26 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geb. 2 fl. 20 fr. ö. W. = 4 Mark.
- XII. Band. Die Meerischaum- und Bernsteinwaaren-Fabrikation.** Mit einem Anhange über die Erzeugung hölzerner Pfeisentöpfe. Enthaltend: die Fabrikation der Weisen und Cigarrenspitzen; die Verwerthung der Meerischaum- und Bernstein-Abfälle, Erzeugung von Kunstmeerischaum (Masse oder Massa), künstlichem Eisenbein, künstlicher Schmutzsteine auf chemischem Wege; die zweckmäßigsten und nöthigsten Werkzeuge, Geräthschaften, Vorrichtungen und Hilfsstoffe. Ferner die Erzeugung der Decktöpfe, gestammter, gesprengelter und ruhlaer Waare. Endlich die Erzeugung der Holzpfeifen, hierzu dienliche Holzarten, deren Farben, Weizen, Poliren u. dgl. Von **G. M. Moser**. Mit 5 Tafeln Abbild. 10 Bog. Eleg. geb. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.
- XIII. Band. Die Fabrikation der ätherischen Öle.** Anleitung zur Darstellung derselben nach den Methoden der Pressung, Destillation, Extraction, Deplacirung, Maceration und Absorption, nebst einer ausführlichen Beschreibung aller bekannten ätherischen Öle in Bezug auf ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften und technische Verwendung, sowie der besten Verfahrungsarten zur Prüfung der ätherischen Öle auf ihre Reinheit. Von **Dr. chem. George William Askinson**, Verfasser des Werkes: Die Parfümerie-Fabrikation. Mit 24 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 3 Mark.
- XIV. Band. Die Photographie oder die Anfertigung von bildlichen Darstellungen auf künstlichem Wege.** Als Lehr- und Handbuch von praktischer Seite bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger**. Mit 41 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geb. 4 fl. ö. W. = 7 R. 20 Pf.
- XV. Band. Die Leim- und Gelatine-Fabrikation.** Eine auf praktische Erfahrungen begründete gemeinverständliche Darstellung dieses Industriezweiges in seinem ganzen Umfange. Von **J. Pawidowsky**. Mit 7 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geb. Preis 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XVI. Band. Die Stärke-Fabrikation und die Fabrikation des Traubenzuckers. Eine populäre Darstellung der Fabrikation aller im Handel vorkommenden Stärkesorten, als der Kartoffelstärke, Weizenstärke, Mais-, Reis-, Arrow-root-Stärke u.; der Wachs- und Toilettenstärke und des künstlichen Sago, sowie der Verwerthung aller bei der Stärke-Fabrikation sich ergebenden Abfälle und der Fabrikation des Dextrins, Stärketrännis, Traubenzuckers und der Zucker-Concentr. Von **Felix Rehwald**, Stärke- und Traubenzucker-Fabrikant. Mit 16 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XVII. Band. Die Tinten-Fabrikation, die Herstellung der Seltographen und Seltographirtinten und die Fabrikation der Tusche, der Tintenstifte, der Stempeldruckfarben sowie des Waschblaues. Ausführliche Darstellung der Anfertigung aller Schreib-, Comptoir- und Copirtinten, aller farbigen und sympathetischen Tinten, der chinesischen Tinte, lithographischen Stifte und Tinten, unauflöschlichen Tinten zum Zeichnen der Wäsche, der Bereitung des besten Waschblaues und der Stempeldruckfarben. Nebst einer Anleitung zum Verwahren alter Schriften. Nach eigenen Erfahrungen dargestellt von **Sigmund Lechner**, Chemiker und Fabrikant. 2. Aufl. Mit erläut. Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XVIII. Band. Die Fabrikation der Schmiermittel, der Schuhwächse und Leder-schmiere. Darstellung aller bekannten Schmiermittel, als Wagen-schmiere, Maschinen-schmiere, der Schmieröle für Nähmaschinen und andere Arbeitsmaschinen und der Uhrmacheröle, ferner der Schuhwächse, Lederlacks und Leder-schmiere für alle Gattungen von Leder. Von **Richard Brunner**, technischer Chemiker. Mit 5 erläut. Abbild. 2. Aufl. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

XIX. Band. Die Lohgerberei oder die Fabrikation des lothgaren Leders. Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des lothgaren Leders nach dem gewöhnlichen und Schnellgerbungsverfahren, nebst der Anleitung zur Herstellung aller Gattungen Malchinsleder, des Fuchters, Cassians, Coruans, Chagrins und Lackleders. Von **Ferdinand Wiener**, Leder-Fabrikant. Mit 43 Abbild. 35 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. ö. W. = 7 M. 20 Pf.

XX. Band. Die Weißgerberei, Samischgerberei und Pergament-Fabrikation. Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des weißgaren Leders nach allen Verfahrungsweisen, des Glacéleders, Seifenleders u. s. w.; der Samischgerberei, der Fabrikation des Pergaments und der Lederfärberei, mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Lederindustrie. Von **Ferdinand Wiener**, Leder-Fabrikant. Mit 20 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXI. Band. Die chemische Verarbeitung der Schafwolle oder das Ganze der Färberei von Wolle und wollenen Ge-spinnten. Ein Hilfs- und Lehrbuch für Färber, Färberei-Techniker, Tuch- und Garn-Fabrikanten und Solche, die es werden wollen. Dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechend und auf Grund eigener langjähriger Erfahrungen im In und Auslande vorzugsweise praktisch dargestellt. Von **Viktor Jockel**, praktischer Färber und Fabriks-Dirigent. Mit 29 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXII. Band. Das Gesamtgebiet des Lichtdrucks nebst einer vollständigen, theoretisch praktischen Anleitung zur Ausübung der Heliographen, Emailphotographie, Chemigraphie (Zinkographie) und anderwärtigen Vorschriften zur Vervielfältigung der negativen und positiven Glasbilder. Bearbeitet von **J. Jussak**, k. k. Professor am I. Staatsgymnasium in Prag. 2. Aufl. Mit 11 Abbild. und 8 Illustrationsbeilagen. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XXIII. Band. Die Fabrikation der Conserven und Canditen. Vollständige Darstellung aller Verfahren der Conservirung für Fleisch, Früchte, Gemüse, der Trockenfrüchte, der getrockneten Gemüse, Marmeladen, Fruchtsäfte u. s. w. und der Fabrikation aller Arten von Canditen, als: candirter Früchte, der verschiedenen Bonbons, der Nock-Drops, der Dragees, Pralines u. Von **A. Sausner**. Mit 18 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

- XXIV. Band. Die Fabrikation des Surrogatkaffees und des Tafelsenters.** Enthaltend: Die ausführliche Beschreibung der Zubereitung des Kaffees und seiner Bestandtheile; der Darstellung der Kaffee-Surrogate aus allen hierzu verwendeten Materialien und die Fabrikation aller Gattungen Tafelsenters. Von **Karl Lehmann**. Mit 9 Abbild. 9 Bog. 8 Eleg. geh. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark
- XXV. Band. Die Rette und Klebemittel.** Ausführliche Anleitung zur Darstellung aller Arten von Ritten und Klebemitteln für Glas, Porzellan, Metalle, Leder, Eisen, Stein, Holz, Wasserdichtungs- und Dampfrohren, sowie der Oel-, Harz-, Kautschuk-, Guttapercha-, Casein-, Leim-, Wasserglas-, Glycerin-, Kalk-, Gyps-, Eisen-, Zink-Rette, des Marine-Leims, der Zahnrutte, Geißelriths und der zu speciellen Zwecken dienenden Rette und Klebemittel. Von **Sigm. Lechner**. 2. sehr vermehrte und verbesserte Aufl. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.
- XXVI. Band. Die Fabrikation der Knochenkohle und des Thieröls.** Eine Anleitung zur rationellen Darstellung der Knochenkohle oder des Spodiums und der plastischen Kohle, der Verwerthung aller sich hierbei ergebenden Nebenproducte und zur Wiederbelebung der gebrauchten Knochenkohle. Von **Wilhelm Friedberg**, techn. Chemiker. Mit 13 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- XXVII. Band. Die Verwerthung der Weinrückstände.** Praktische Anleitung zur rationellen Verwerthung der bei der Weinbereitung sich ergebenden Rückstände, als: Trester, Hefe (Weinlager, Gefäßer) und Weinstein, durch Verarbeitung derselben zu Tresterbranntwein, Weinsprit, Denanthäther, weintraumem Kalk, Weinsäure, Traubenterröth, Traubenfermentazin, Frankfurterischwarz. Mit einem Anhang: Die Erzeugung von Weinsprit und Cognac aus Wein. Handbuch für Weinproducenten, Weinbändler, Brennerei-Techniker, Fabrikanten chemischer Producte, Chemiker und zum Gebrauche für Weinbauhulen. Gemeinverständlich dargestellt von **Antonio dal Pozz**, techn. Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.
- XXVIII. Band. Die Alkalien.** Darstellung der Fabrikation der gebräuchlichsten Kali- und Natron-Verbindungen, der Soda, Potasche, des Salzes, Salpeters, Salpeters, Glaubersalzes, Wasserglases, Chromsalzes, Nussaugensalzes, Weinsalzes, Laugensalzes u. s. f., deren Anwendung und Prüfung. Ein Handbuch für Färber, Bleicher, Seifensieder, Fabrikanten von Glas, Bindwaaren, Lauge, Papier, Farben, überhaupt von chemischen Producten, für Apotheker und Droguisten. Von **Dr. S. Fick**, Fabrikbesitzer. Mit 24 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 fr. ö. W. = 4 Mark 50 Pf.
- XXIX. Band. Die Bronzwaaren-Fabrikation.** Anleitung zur Fabrikation von Bronzwaaren aller Art, Darstellung ihres Gusses und Behandelns nach demselben, ihrer Färbung und Vergoldung, des Bronzirens überhaupt nach den älteren, sowie bis zu den neuesten Verfahrungsweisen. Von **Ludwig Müller**, Metallwaaren-Fabrikant. Mit 25 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- XXX. Band. Vollständiges Handbuch der Bleichkunst** oder theoretische und praktische Anleitung zum Bleichen der Baumwolle, des Flachses, des Hanfes, der Wolle und Seide, sowie der daraus gesponnenen Garne und gewebten oder gewirkten Zeuge. Nebst einem Anhange über zweckmäßiges Bleichen der Habern, des Papiers, der Wäsche- und Wadenschwämme, des Strohes und Wachsens etc. Nach den neuesten Erfahrungen durchgängig praktisch bearbeitet von **Victor Jockel**. Mit 30 Abbild. und 2 Tafeln. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 fr. ö. W. = 5 Mark.
- XXXI. Band. Die Fabrikation der Kunstbutter, Scharbutter und Butterine.** Eine Darstellung der Bereitung der Ersatzmittel der echten Butter nach den besten Methoden. Allgemein verständlich geschildert von **Victor Lang**. Mit 8 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.
- XXXII. Band. Die Natur der Ziegelthone und die Ziegel-Fabrikation der Gegenwart.** Handbuch für technische Chemiker, Ziegeltechniker, Bau- und Maschinen-Ingenieure etc. etc. Von **Dr. Hermann Fick**. Mit 123 Abbild. und 2 Tafeln. 33 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 60 fr. ö. W. = 8 M. 30 Pf.
- XXXIII. Band. Die Fabrikation der Mineral- und Lackfarben.** Enthaltend: Die Anleitung zur Darstellung aller künstlichen Maler- und Anstreicherfarben, der Email- und Metallfarben. Ein Handbuch für Fabrikanten, Farbwaarenhändler, Maler und Anstreicher. Dem neuesten Stande der Wissenschaften entsprechend dargestellt von **Dr. Josef Berch**. Mit 19 Abbild. 41 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 20 fr. ö. W. = 7 M. 60 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

- XXIV. Band. Die künstlichen Düngemittel.** Darstellung der Fabrikation des Knochen-, Horn-, Blut-, Fleisch-Mehls, der Kalidünger, des schwefelsauren Ammoniaks, der verschiedenen Arten Superphosphate, der Boudrette u. s. f., sowie Beschreibung des natürlichen Vorkommens der concentrirten Düngemittel. Ein Handbuch für Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Landwirthe, Zucker-Fabrikanten, Gewerbetreibende und Kaufleute. Von **Dr. F. Fick**, Fabrikant chemischer Producte. Mit 16 Abbild. 16. Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 fr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
- XXV. Band. Die Zinkgravüre oder das Aetzen in Zink zur Herstellung von Druckplatten aller Art, nebst Anleitung zum Aetzen in Kupfer, Messing, Stahl und andere Metalle.** Auf Grund eigener praktischer, vielfähriger Erfahrungen bearbeitet und herausgegeben von **Julius Kräger**. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.
- XXVI. Band. Medicinische Specialitäten.** Eine Sammlung aller bis jetzt bekannten und untersuchten medicinischen Geheimmittel mit Angabe ihrer Zusammensetzung nach den bewährtesten Chemikern. Gruppenweise zusammengestellt von **G. F. Capann-Karlowa**, Apotheker. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.
- XXVII. Band. Die Colorie der Baumwolle auf Garne und Gewebe mit besonderer Berücksichtigung der Türkischroth-Färberei.** Ein Lehr- und Handbuch für Interessenten dieser Branchen. Nach eigenen praktischen Erfahrungen zusammengestellt von **Carl Romen**, Director der Möllersdorfer Färberei, Bleicherei und Appretur. Mit 6 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 fr. ö. W. = 4 Mark.
- XXVIII. Band. Die Galvanoplastik oder sichere Anleitung und ausführliche Darstellung des galvanoplastischen Verfahrens in all' seinen Theilen.** In leichtfaßlicher Weise bearbeitet von **Julius Weiß**. Mit 14 Abbild. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 fr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
- XXIX. Band. Die Weinbereitung und Kellerwirthschaft.** Populäres Handbuch für Weinproducenten, Weinbändler und Kellermeister. Gemeinverständlich dargestellt auf Grundlage der neuesten wissenschaftlichen Forschungen der berühmtesten Oenologen und eigenen langjährigen praktischen Erfahrungen von **Antonio dal Piaz**. Mit 29 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 fr. ö. W. = 4 Mark.
- XL. Band. Die technische Verwerthung des Steinkohlentheers, nebst einem Anhang: Ueber die Darstellung des natürlichen Asphalttheers und Asphaltmastig aus den Asphaltsteinen und bituminösen Schiefern und Verwerthung der Nebenproducte.** Von **Dr. Georg Thénius**, technischer Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.
- XLI. Band. Die Fabrikation der Erdfarben.** Enthaltend: Die Beschreibung aller natürlich vorkommenden Erdfarben, deren Gewinnung und Zubereitung. Handbuch für Farben-Fabrikanten, Maler, Zimmermaler, Anstreicher und Farbwaaren-Händler. Von **Dr. Jos. Berch**. Mit 14 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- XLII. Band. Desinfectionsmittel oder Anleitung zur Anwendung der praktischsten und besten Desinfectionsmittel, um Wohnräume, Krankensäle, Ställe, Transportmittel, Leichenkammern, Schlachtfelder u. s. w. zu desinficiren.** Von **Wihelm Bräunaß**. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.
- XLIII. Band. Die Heliographie oder: Eine Anleitung zur Herstellung druckbarer Metallplatten aller Art, sowohl für Halbtöne als auch für Strich- und Kornmanier, ferner die neuesten Fortschritte im Pigmentdruck und Woodbury-Verfahren (oder Reliefdruck), nebst anderweitigen Vorschriften zur Herstellung der für die Heliographie geeigneten Negative.** Mit einem Anhang: Ein Ueberblick der photomechanischen Verfahren zur Zeit der Weltausstellung in Paris 1878. Bearbeitet von **J. Susnik**, t. t. Professor in Prag. Mit 6 Illustrationen und 6 Tafeln. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 fr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

- XLIV. Band.** Die Fabrication der Anilinfarbstoffe und aller anderen aus dem Theere darstellbaren Farbstoffe (Phenyl-, Naphthalin-, Anthracen- und Resorcinfarbstoffe) und deren Anwendung in der Industrie. Für die Praxis bearbeitet von **Dr. Josef Persch**. Mit 15 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 fr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.
- XLV. Band.** Chemisch-technische Specialitäten und Geheimnisse mit Angabe ihrer Zusammenstellung nach den bewährtesten Chemikern. Alphabetisch zusammengestellt von **G. F. Capann-Karlowa**, Apotheker u. s. w. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.
- XLVI. Band.** Die Woll- und Seidendruckerei in ihrem ganzen Umfange. Ein praktisches Hand- und Lehrbuch für Druck-Fabrikanten, Färber und technische Chemiker. Enthaltend: das Drucken der Wollen-, Halbwoollen- und Halbseidenstoffe, der Wollengarne und seidenen Zeuge. Unter Berücksichtigung der neuesten Erfindungen und unter Zugrundelegung langjähriger praktischer Erfahrung, bearbeitet von **Pictor Jockel**, techn. Chemiker. Mit 54 Abbild. und 4 Tafeln. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 fr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.
- XLVII. Band.** Die Fabrication des Rübenzuckers. Enthaltend: Die Erzeugung des Brodzuckers, des Rohzuckers, die Vertheilung von Raffinad- und Condiszucker, nebst einem Anhange über die Verwerthung der Nachproducte und Abfälle etc. Zum Gebrauche als Lehr- und Handbuch leichtfaßlich dargestellt von **Richard v. Wegner**, Chemiker und Mitglied mehrerer technischer Vereine. Mit 21 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- XLVIII. Band.** Farbenlehre. Für die praktische Anwendung in den verschiedenen Gewerben und in der Kunstindustrie bearbeitet von **Alwin von Souwerwans**. Mit 7 Abbild. und 6 Tafeln. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 fr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.
- IL. Band.** Vollständige Anleitung zum Formen und Gießen oder genaue Beschreibung aller in den Künsten und Gewerben dafür angewandten Materialien als: Gyps, Wachs, Schmelz, Leim, Harz, Guttapercha, Thon, Lehm, Sand und deren Behandlung behufs Darstellung von Gypsfiguren, Stuccatur, Thon-, Cement-, Steingut-Baaren sowie beim Guß von Statuen, Glocken und den in der Messing-, Zink-, Blei- und Eisen gießerei vorkommenden Gegenständen. Von **Eduard Pfleghuth**. Mit 10 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.
- L. Band.** Die Bereitung der Schaumweine. Mit besonderer Berücksichtigung der französischen Champagner-Fabrication. Genaue Anweisung und Erläuterung der vollständigen rationellen Fabricationsweise aller moussirenden Weine und Champagner. Mit Benützung des Robinet'schen Werkes, auf Grund eigener praktischer Erfahrungen und wissenschaftlicher Kenntnisse populär und allgemein faßlich dargestellt und erläutert von **A. v. Wegner**. Mit 28 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 fr. ö. W. = 5 Mark.
- LI. Band.** Kalk- und Luftmörtel. Auftreten und Natur des Kalksteines, das Brennen desselben und seine Anwendung zu Luftmörtel. Nach gegenwärtigem Stande von Theorie und Praxis dargestellt von **Dr. Hermann Zwick**. Mit 30 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- LII. Band.** Die Legirungen. Deren Darstellung, Eigenschaften und Anwendungen für industrielle und künstlerische Zwecke. Handbuch für alle Metallarbeiter. Bearbeitet von **A. Krupp**. Mit 11 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 fr. ö. W. = 5 Mark.
- LIII. Band.** Unsere Lebensmittel. Eine Anleitung zur Kenntniß der vorzüglichsten Nahrungs- und Genussmittel, deren Vorkommen und Beschaffenheit in gutem und schlechtem Zustande, sowie ihre Verfälschungen und deren Erkennung. Von **G. F. Capann-Karlowa**. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.
- LIV. Band.** Die Photokeramik, das ist die Kunst, photographische Bilder auf Porzellan, Email, Glas, Metall u. s. w. einzubrennen. Als Lehr- und Handbuch nach eigenen Erfahrungen und mit Benützung der besten Quellen bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger**. Mit 19 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

- LV. Band. **Die Harze und ihre Producte.** Deren Abstammung, Gewinnung und technische Verwerthung. Nebst einem Anhang: Ueber die Producte der trockenen Rectifikation des Harzes oder Colophoniums: das Camphin, das schwere Harzöl, das Geddöl, und die Bereitung von Wagenfetten, Maschinenölen u. aus den schweren Harzen sowie die Verwendung derselben zur Leuchtgas-Erzeugung. Ein Handbuch für Fabrikanten, Techniker, Chemiker, Droguisten, Apotheker, Wagenfett-Fabrikanten und Brauer. Nach den neuesten Forschungen und auf Grundlage langjähriger Erfahrungen zusammengestellt von **Dr. Georg Henius.** Mit 40 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 80 fr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
- LVI. Band. **Die Mineralsäuren.** Nebst einem Anhang: Der Chloralkali und die Ammoniak-Verbindungen. Darstellung der Fabrication von schwerflüchtiger Säure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlensäure, Amonsäure, Phosphorsäure, Fluorwasserstoffsäure, Chloralkali und Ammoniumsulfat, deren Untersuchung und Anwendung. Ein Handbuch für Apotheker, Droguisten, Färber, Bleicher, Fabrikanten von Farben, Zucker, Papier, Düngemittel, chemischen Producten, für Gastechner u. s. f. Von **Dr. S. Fick,** Fabrikdirector. Mit 27 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geb. 2 fl. 75 fr. ö. W. = 5 Mark.
- LVII. Band. **Wasser und Eis.** Eine Darstellung der Eigenschaften, Anwendung und Reinigung des Wassers für industrielle und häusliche Zwecke und der Aufbewahrung, Vertheilung und künstlichen Darstellung des Eises. Für Praktiker bearbeitet von **Friedrich Ritter.** Mit 35 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geb. 2 fl. 20 fr. ö. W. = 4 Mark.
- LVIII. Band. **Hydraulischer Kalk und Portland-Cement nach Rohmaterialien, physikalischen und chemischen Eigenschaften.** Untersuchung, Fabrication und Vertheilung unter besonderer Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Cement-Industrie. Bearbeitet von **Dr. A. Zwick.** Mit 28 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geb. 2 fl. 50 fr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.
- LIX. Band. **Die Glasfabrikation für Tafel- und Hohlglas, Hell- und Mattgläser in ihrem ganzen Umfange.** Alle bis heute bekannten und viele neue Verfahren enthaltend; mit besonderer Berücksichtigung der Monumental-Glasfabrikation. Insbesondere dargestellt mit genauer Angabe aller erforderlichen Hilfsmittel von **J. B. Müller,** Glastechniker. Mit 16 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.
- LX. Band. **Die explosiven Stoffe, ihre Geschichte, Fabrication, Eigenschaften, Prüfung und praktische Anwendung in der Sprengtechnik.** Mit einem Anhang, enthaltend: Die Hilfsmittel der submarinen Sprengtechnik (Torpedos und Cere-mien.) Bearbeitet nach den neuesten wissenschaftlichen Erfahrungen von **Dr. Dr. Böckmann,** techn. Chemiker. Mit 31 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geb. 2 fl. 75 fr. ö. W. = 5 Mark.
- LXI. Band. **Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art.** Von **Dr. Theodor Koller.** Mit 22 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geb. 2 fl. 20 fr. ö. W. = 4 Mark.
- LXII. Band. **Kautschuk und Guttapercha.** Eine Darstellung der Eigenschaften und der Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha auf fabrikmäßigem Wege, der Fabrication des vulcanisirten und gehärteten Kautschuks, der Kautschuk- und Guttapercha-Compositionen, der wasserdichten Stoffe, elastischen Gewebe u. s. w. Für die Praxis bearbeitet von **Raimund Koller.** Mit 8 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 80 fr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
- LXIII. Band. **Die Kunst- und Seifenfabrikation in ihrem ganzen Umfange** Enthaltend: Die chemische Wasche, die Fleckenreinigungskunst, Anstreicherei, Hauswäscherei, Appretur, die Grobputz-Wäscherei und Färberei, Handschuh-Wäscherei und Färberei u. Von **Victor Joisel.** Mit 1 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.
- LXIV. Band. **Grundzüge der Chemie in ihrer Anwendung auf das praktische Leben.** Für Gewerbetreibende und Industrielle im Allgemeinen, sowie für jeden Gebildeten. Bearbeitet von **Dr. Wilhelm Artus,** Professor in Jena. Mit 24 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geb. 3 fl. 30 fr. ö. W. = 6 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

- XV. Band. Die Fabrication der Emaille und das Emailiren. Anleitung zur Darstellung aller Arten Emaille für technische und künstlerische Zwecke und zur Vor-
nahme des Emailirens auf praktischem Wege. Für Emaillefabrikanten, Gold- und
Metallarbeiter und Kunst-Industrielle. Von **Paul Baudan**, technischer Chemiker.
Mit 8 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mart.
- LXVI. Band. Die Glas-Fabrikation. Eine übersichtliche Darstellung der gesammten
Glasindustrie mit vollständiger Anleitung zur Herstellung aller Sorten von Glas und
Glaswaaren. Zum Gebrauche für Glasfabrikanten und Gewerbetreibende aller ver-
wandten Branchen auf Grund praktischer Erfahrungen und der neuesten Fortschritte
bearbeitet von **Raimund Gerner**, Glasfabrikant. Mit 50 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg.
geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.
- LXVII. Band. Das Holz und seine Destillations-Producte. Ueber die Abstim-
mung und das Vorkommen der verschiedenen Hölzer. Ueber Holz, Holzleimstoff,
Holzcellulose, Holzimprägnierung und Holzconserverung, Meiler- und Retorten-Ver-
kohlung, Holzessig und seine technische Verarbeitung, Holztheer und seine Destillations-
Producte, Holztheerpech und Holzkohlen nebst einem Anhange: Ueber Gaserzeugung
aus Holz. Ein Handbuch für Waldbesitzer, Forstbeamte, Lehrer, Chemiker, Techniker
und Ingenieure nach den neuesten Erfahrungen praktisch und wissenschaftlich bear-
beitet von **Dr. Georg Ebenius**, techn. Chemiker. Mit 32 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg.
geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.
- LXVIII. Band. Die Marmorirkunst. Ein Lehr-, Hand- und Musterbuch für Buch-
binbereien, Buntpapierfabriken und verwandte Geschäfte. Von **Jos. Phileas Boeck**.
Mit 30 Marmorpapier-Mustern und 6 Abbild. 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W.
= 1 M. 80 Pf.
- LXIX. Band. Die Fabrication des Wachstuches, des amerikanischen Lebertuches,
des Wachstassers der Maler- und Zeichen-Leinwand, sowie die Fabrication des
Theertuches, der Dachpappe, und die Darstellung der unbrennlichen und gegerbten
Gewebe. Den Bedürfnissen der Praktiker entsprechend geschildert von **Rudolf
Eckinger**, Fabrikant. Mit 11 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W.
= 2 M. 50 Pf.
- LXX. Band. Das Celluloid, seine Rohmaterialien, Fabrication, Eigenschaften und
technische Verwendung. Für Celluloid- und Celluloidwaaren-Fabrikanten, für alle
Celluloid verarbeitenden Gewerbe, Zahnärzte und Zahntechniker. Von **Dr. Fr.
Höckmann**, technischer Chemiker. Mit 9 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W.
= 1 M. 80 Pf.
- LXXI. Band. Das Ultramarin und seine Vereitung nach dem jetzigen Stande
dieser Industrie. Von **E. Fürstenau**. Mit 25 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl.
ö. W. = 1 M. 80 Pf.
- LXXII. Band. Petroleum und Erdwachs. Darstellung der Gewinnung von Erdöl
und Erdwachs (Ceresin), deren Verarbeitung auf Leuchtöle und Paraffin, sowie aller
anderen aus denselben zu gewinnenden Producte und einem Anhang, betreffend die
Fabrication von Photogen, Solaröl und Paraffin aus Braunkohlentheer. Mit be-
sonderer Rücksichtnahme auf die aus Petroleum dargestellten Leuchtöle, deren Auf-
bewahrung und technische Prüfung. Von **Arthur Burmann**, Chemiker. Mit 12
Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
- LXXIII. Band. Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle. Eine Dar-
stellung aller Arten von Löth-, Löthmittel und Löthapparaten, sowie der Behand-
lung der Metalle während der Bearbeitung. Handbuch für Praktiker. Nach eigenen
Erfahrungen bearbeitet von **Edmund Schloffer**. Mit 21 Abbild. 15 Bog. 8.
Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mart.
- LXXIV. Band. Die Gasbeleuchtung im Haus und die Selbsthilfe des Gas-
Consumenten. Praktische Anleitung zur Herstellung zweckmäßiger Gasbeleuchtungen,
mit Angabe der Mittel, eine möglichst große Gasersparnis zu erzielen. Zur Be-
lehrung für Gas-Consumenten, Gas-Installateure etc. Von **A. Müller**. Mit 84
Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mart.
- LXXV. Band. Die Untersuchung der im Handel und Gewerbe gebräuchlichsten
Stoffe einschließend der Nahrungsmittel. Ein Handbuch für Handel- und Gewerbe-
treibende jeder Art, für Apotheker, Photographen, Landwirthe, Medicinal- und Holl-
beamte. Gemeinverständlich dargestellt von **Dr. S. Fik**. Mit 16 Abbild. 25 Bog.
8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

- LXXVI. Band. Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verbleichen und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt.** Eine Darstellung praktischer Methoden zur Anfertigung aller Metallüberzüge aus Zinn, Zink, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Nickel, Kobalt und Stahl, sowie der Patina, der oxydirtten Metalle und der Bronzierungen. Handbuch für Metallarbeiter und Kunst-Industrielle. Von **Friedrich Hartmann**. Mit 3 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- LXXVII. Band. Kurzgefaßte Chemie der Rübenzucker-Reinigung.** Zum Gebrauche für praktische Zucker-Fabrikanten. Von **W. Sphora** und **F. Schiller**. 19 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 80 fr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
- LXXVIII. Band. Die Mineral-Malerei.** Neues Verfahren zur Herstellung witterungsbeständiger Wandgemälde. Technisch-wissenschaftliche Anleitung von **A. Zeim**. 6 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.
- LXXIX. Band. Die Chocolate-Fabrikation.** Eine Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Anfertigung aller Sorten gewöhnlicher und Luxus-Chocoladen, der hierbei in Anwendung kommenden Materialien und Beschreibung der zur Bearbeitung der Choclademasse in Verwendung kommenden Maschinen. Nach dem neuesten Stande der Technik geschildert von **Ernst Saldau**. Mit 34 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geb. 1 fl. 80 fr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
- LXXX. Band. Die Briquette-Industrie und die Brennmaterialien.** Mit einem Anbange: Die Anlage der Dampfkessel und Gasgeneratoren mit besonderer Berücksichtigung der rauchfreien Verbrennung. Von **Dr. Friedrich Zinemann**, technischer Chemiker. Mit 48 Abbildungen. 26 Bog. 8. geb. 2 fl. 75 fr. ö. W. = 5 Mark.
- LXXXI. Band. Die Darstellung des Eisens und der Eisenfabrikate.** Handbuch für Hüttenleute und sonstige Eisenarbeiter, für Techniker, Händler mit Eisen und Metallwaaren, für Gewerbe- und Fachschulen zc. Von **Eduard Japring**. Mit 73 Abbildungen. 17 Bog. 8. geb. 1 fl. 80 fr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
- LXXXII. Band. Die Lederfärberei und die Fabrikation des Lackleders.** Ein Handbuch für Lederfärber und Lackirer. Anleitung zur Herstellung aller Arten von farbigem Glacéleder nach dem Anstrich- und Tauchverfahren, sowie mit Hilfe der Theerfarben, zum Färben von schwedischem, jänischgarem und lohgarem Leder, zur Cassian-, Corduan-, Chagrinfärberei zc. und zur Fabrikation von schwarzem und farbigem Lackleder. Von **Ferdinand Wiener**, Leder-Fabrikant. Mit 15 Abbildungen. 15 Bog. 8. geb. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- LXXXIII. Band. Die Fette und Oele.** Darstellung der Eigenschaften aller Fette und Oele, der Fett- und Oelraffinerie und der Kerzen-Fabrikation. Nach dem neuesten Stande der Technik leichtfaßlich geschildert von **Friedrich Thalmann**. Mit 31 Abbildungen. 16 Bog. 8. geb. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.
- LXXXIV. Band. Die Fabrikation der moussirenden Getränke und der künstlichen Mineralwässer.** Praktische Anleitung zur Fabrikation aller moussirenden Wässer, Limonaden, Weine zc. und gründliche Beschreibung der hierzu nöthigen Apparate. Von **Oscar Reitz**. Mit 20 Abbildungen. 10 Bog. 8. geb. Preis 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.
- LXXXV. Band. Gold, Silber und Edelsteine.** Handbuch für Gold-, Silber-, Bronze-Arbeiter und Juweliere. Vollständige Anleitung zur technischen Bearbeitung der Edelmetalle enthaltend das Legiren, Gießen, Bearbeiten, Emailiren, Färben und Oxydiren, das Vergulden, das Zucrusiren und Schmücken der Gold- und Silberwaaren mit Edelsteinen und die Fabrikation des Imitationschmuckes. Von **Alexander Wagner**. Mit 14 Abbildungen. 18 Bog. 8. geb. Preis 1 fl. 80 fr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
- LXXXVI. Band. Die Fabrikation der Aether und Grundessenzen.** Die Aether, Fruchtäther, Fruchtessenzen, Fruchtextracte, Fruchtsthupe, Tincturen zum Färben und Klärungsmittel; nebst einem Anbange: Ueber die Zusammensetzung von Liqueuren, Brantweinen, Rum, Arrac, Cognac und verschiedenen Weinen. Nach den neuesten Erfahrungen praktisch und wissenschaftlich bearbeitet von **Dr. Th. Sorattus**. Mit 14 Abbild. 18 Bog. 8. geb. 1 fl. 80 fr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek

- LXXXVII. Band. Die technischen Vollendungs-Arbeiten der Holz-Industrie,** das Schleifen, Beizen, Poliren, Lackiren, Anstreichen und Vergolden des Holzes, nebst der Darstellung der hierzu verwendbaren Materialien in ihren Hauptgrundrissen. Von **L. E. Andés.** Mit 20 Abbild. 13 Bog. 8. Geh. 1 fl. 35 fr. = 2 M. 50 Pf.
- LXXXVIII. Band. Die Fabrication von Albumin und Eierconserven.** Eine Darstellung der Eigenschaften der Eiweißkörper und der Fabrication von Eiern und Eitralbumin, des Patent- und Naturalalbumins, der Eier- und Dotter-Conserven und der zur Conservirung frischer Eier dienenden Verfahren. Von **Karl Ruprecht.** Mit 13 Abbildungen. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 fr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.
- LXXXIX. Band. Die Feuchtigkeith der Wohngebäude, der Mauerfraß und Holzschwamm, nach Ursache, Wehen und Wirkung betrachtet und die Mittel zur Verhütung sowie zur sicheren und nachhaltigen Beseitigung dieser Uebel unter besonderer Hervorhebung eines neuen und praktisch bewährten Verfahrens zur Trockenlegung feuchter Wände und Wohnungen.** Für Baumeister, Bautechniker, Gutsherrn, Ländner, Maler und Hausbesitzer. Von **A. Heim,** technischer Director in München. Mit 14 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.
- XC. Band. Die Verzierung der Gläser durch den Sandstrahl.** Vollständige Unterweisung zur Mattverzierung von Tafel- und Hohlglas mit besonderer Berücksichtigung der Beleuchtungsartikeln. Viele neue Verfahren: Das Säuren der Gläser. Die Mattdecoration von Porzellan und Steingut. Das Mattiren und Verzieren der Metalle. Nebst einem Anhange: Die Sandblas-Maschinen. Von **S. B. Müller,** Glasstecher. Mit 8 Abbildungen. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 25 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.
- XC. Band. Die Fabrication des Alauns,** der schwefelsauren und essigsauren Thonerde, des Bleiweißes und Bleizuckers. Von **Friedrich Jänemann,** technischer Chemiker. Mit 9 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.
- XCII. Band. Die Tapete, ihre ästhetische Bedeutung und technische Darstellung, sowie kurze Beschreibung der Buntpapier-Fabrication.** Zum Gebrauche für Musterzeichner, Tapeten- und Buntpapier-Fabrikanten. Von **Th. Seemann.** Mit 42 Abbildungen. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 fr. ö. W. = 4 Mark.
- XCIII. Band. Die Glas-, Porzellan-, und Email-Malerei in ihrem ganzen Umfange.** Ausführliche Anleitung zur Ausfertigung sämmtl. bis jetzt zur Glas-, Porzellan-, Email-, Fayence- und Steingut-Malerei gebräuchlichen Farben und Flüssig., nebst vollständiger Darstellung des Brennens dieser verschiedenen Stoffe. Unter Zugrundelegung der neuesten Erfindungen und auf Grund eigener in Edores und anderen großen Malereien und Fabriken erworbenen Kenntnisse bearb. und herausg. von **Felix Hermann.** Mit 10 Abbildungen. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 fr. ö. W. = 4 Mark.
- XCIV. Band. Die Conservirungsmittel.** Ihre Anwendung in den Gährungs-gewerben und zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln. Eine Darstellung der Eigenschaften der Conservirungsmittel und deren Anwendung in der Bierbrauerei, Weinbereitung, Cistig- und Brekchese-Fabrication etc. Von **Dr. Josef Berisch.** Mit 8 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 fr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.
- XC. Band. Die elektrische Beleuchtung und ihre Anwendung in der Praxis.** Mit besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse der internationalen elektrischen Ausstellung in Paris im Jahre 1881. Verfaßt von **Dr. Alfred v. Urbanitzky.** Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Wien. Mit 85 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 fr. ö. W. = 4 Mark.
- XCVI. Band. Brekchese, Kunstseife und Backpulver.** Ausführliche Anleitung zur Darstellung von Brekchese nach allen bekannten Methoden, zur Bereitung der Kunstseife und der verschiedenen Arten von Backpulver. Praktisch geschildert von **Adolf Wilsert.** Mit 16 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 fr. ö. W. = 2 Mark.
- XC. Band. Der praktische Eisen- und Eisenwaarenfennner.** Kaufmännisch-technische Eisenwaarenkunde. Ein Handbuch für Händler mit Eisen- und Stahlwaaren, Fabrikanten, Export- und Importeure, Agenten für Eisenbahn- und Baubehörden, Handels- und Gewerbeschulen etc. Von **Eduard Japving,** divl. Ingenieur und Redakteur, früher Eisenwerks-Director. Mit 98 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 fr. ö. W. = 6 Mark.

In eleganten Ganzleiwandbänden per Band 45 fr. ö. W. = 80 Pf. Zuschlag zu den oben bemerkten Preisen.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

666.3.022

Die Keramik

oder

Die Fabrikation von Töpfer-Geschirr, Steingut, Fayence,
Steinzeug, Terralith,

sowie von

französischem, englischem und Hart-Porzellan.

Anleitung für Praktiker

zur

Darstellung aller Arten keramischer Waaren nach deutschem, französischem
und englischem Verfahren.

Von

Ludwig Wipplinger,

Keramiker.

Mit 45 Abbildungen.



Wien. Pest. Leipzig.

A. Hartleben's Verlag.

1882.

(Alle Rechte vorbehalten.)



7-14446

Erste Wiener Vereins-Buchdruckerei.

D 174/52

Vorwort.

Mit Ausnahme von einigen sehr groß angelegten und kostbaren Werken über die gesammte Keramik besitzt die Literatur nur eine geringe Anzahl von Schriften, deren Gegenstand gewisse Zweige der großen Industrie sind, welche auf der Verarbeitung des Thones fußt. So trefflich auch manche diese Schriften abgefaßt sind, entsprechen sie doch nicht den Bedürfnissen der Praktiker, indem sie bei letzteren das Vorhandensein einer sehr bedeutenden Summe von chemischen Kenntnissen voraussetzen, welche man in der Regel nur selten bei Gewerbsleuten antrifft. — Ausnehmend wenig ist bis nun über die Fabrikation der gemeinen Töpfergeschirre und des Steingutes geschrieben worden, obwohl gerade diese beiden Zweige der keramischen Kunst die am häufigsten geübten sind.

Der Verfasser war bestrebt, durch das vorliegende Werk ein hauptsächlich für den reinen Praktiker bestimmtes Buch zu schaffen, aus dem derselbe ein Bild darüber gewinnen kann, in welcher Weise er bei seinem Geschäfte vorzugehen hat, um wirklich rationell zu arbeiten. — Es wurde

demnach ganz besonderes Gewicht auf die Schilderung der Eigenschaften des Thones und auf die mechanische Vorbereitung desselben für die Zwecke des Töpfers gelegt, indem die richtige Aufbereitung des Thones die Grundbedingung zur Erzielung guter Waare ist. Die Eigenschaften und die Darstellung der Glasurmassen wurden gleichfalls mit großer Ausführlichkeit geschildert und bezüglich der Zusammensetzung der Glasuren namentlich eine große Zahl von gut bewährten Vorschriften in das Werk aufgenommen.

Indem der Verfasser sein Werk dem Fachpublicum übergiebt, spricht er den Wunsch aus, dasselbe möge dem Praktiker ein in allen Fragen sicheren Aufschluß gebender Leitfaden sein.

Ludwig Wipplinger.

Einleitung.

Eine der ältesten Künste, die der Mensch betreibt, ist unstreitig jene, welche auf die Herstellung von Gefäßen aus gewissen Mineralien, namentlich aus Erdarten, Bezug hat. Während wir die Mehrzahl der menschlichen Thätigkeiten in geschichtlicher Beziehung so weit nach rückwärts verfolgen können, daß wir wissen, ein Volk, welches derselben Erdbildungsperiode angehört, in welcher wir leben, habe es in derselben bis zu einem gewissen Grade von Vorkommenheit gebracht, können wir die Kunst, welche sich mit der Herstellung von Gefäßen aus Erdarten befaßt, viel weiter nach rückwärts verfolgen und sind in Folge der Funde, welche man seit etwa zwanzig Jahren an vielen Orten Europas und Amerikas gemacht hat, vollauf berechtigt zu sagen, daß die Töpferkunst schon in einer der gegenwärtigen vorangehenden Erdbildungsperiode betrieben wurde, somit zu einer Zeit, welche weit hinter jener liegt, in welcher die assyrischen und ägyptischen Städte und das Troja Homer's blühten.

Man hat bekanntlich zuerst im Neuenburgersee die Entdeckung gemacht, daß Menschen, welche während der Diluvialperiode lebten, sich nahe am Ufer in Wohnungen angesiedelt hatten, welche ähnlich wie die Biberwohnungen auf Pfählen ruhten, die in den Schlammhoden des Sees getrieben waren, und hat man jene Menschen, welche auf der

untersten Stufe der Cultur standen, deshalb auch als „Pfahlbauer“ bezeichnet. Aus dem Schlamm und Schutt, welcher sich im Laufe der Zeit um diese Ueberreste der Pfahlbauten ansammelte, hat man neben zer Schlagenen Knochen von Thieren aus der Diluvialperiode noch Gegenstände hervorgezogen, welche unbedingt durch Menschenhände geschaffen wurden. Man fand neben Feuersteinwaffen, geröstetem Getreide, Resten von Fischnezen u. s. w. in diesem Schutte sehr häufig Scherben von gebrannten Thongefäßen, welche beweisen, daß jene Menschen, welche sich in den Pfahlbauten angesiedelt hatten, schon die Kunst verstanden, aus gewissen Erdbarten Gefäße darzustellen.

Nebst den Werken der Bildhauerkunst treten uns in den Reliquien längst verschwundener Völkerschaften ganz besondere Producte der Thonindustrie entgegen; bei den Assyriern wurden z. B. Täfelchen aus Thon, auf denen man mittelst eines Griffels schrieb, zur Aufzeichnung wichtiger Thatfachen verwendet, und danken wir diesen mit „Keilschrift“ bedeckten Thontafeln die wichtigsten Aufschlüsse über die Geschichte des untergegangenen Volkes der Assyrier; der berühmte Alterthumsforscher Schliemann konnte durch die Aufindung uralter Thongefäße den Beweis führen, daß Troja nicht, wie man vielfach annehmen wollte, bloß eine dichterische Erfindung sei, sondern wirklich existirt habe.

Bei den Culturvölkern des Alterthums, den Phönicern, Aegyptern und Griechen, finden wir die Töpferei in Wirklichkeit schon bis zur Kunstfertigkeit entwickelt und hat man z. B. in Aegypten Ziegelbauten aufgefunden, deren Alter man auf zwölf Jahrtausende veranschlagt. Die Culturvölker von Ostasien, namentlich die Chinesen und Japaner, hatten es schon in früher Zeit zur höchsterreichbaren Vollendung der Thonindustrie gebracht und Kunstarbeiten in dieser Richtung

geliefert, als die europäischen Völker erst kaum über die untersten Anfänge der Töpferkunst hinaus gelangt waren.

In Griechenland, woselbst die Wiege so vieler Künste stand, war schon in frühen Zeiten die Kunst, aus Erdarten Gefäße darzustellen, auf einer sehr bedeutenden Stufe der Ausbildung; wir besitzen in unseren Museen eine große Zahl von oft auf das Herrlichste gearbeiteten Thongefäßen, welche griechischen Ursprunges sind und sich durch prachtvolle Formen und Ornamente auszeichnen.

In Italien lebte in früheren Zeiten das Volk der Etrusker, über welches uns fast jedwede geschichtliche Nachricht mangelt; daß aber dieses Volk wenigstens in einer Richtung auf einer hohen künstlerischen Stufe stand, beweisen die ungemein zahlreichen Funde jener schönen Gefäße, die wir gegenwärtig als Hauptzierden unserer keramischen Sammlungen bewundern, und welche schon zur Zeit der römischen Kaiser hoch geschätzt waren.

Die Römer, welche mit der Herstellung von Gefäßen aus Thon schon wohl umzugehen wußten, lieferten in der Thonindustrie in künstlerischer Beziehung nichts Bemerkenswerthes; sie begnügten sich damit, die griechischen und etruskischen Gefäße mit mehr oder weniger Geschick nachzuahmen.

Während die Stürme der Völkerwanderung in Europa alle Künste auf eine sehr niedere Stufe zurückführten, bildete sich bei den Mauren, welche sich in Spanien angesiedelt hatten, gerade die Kunst der Bearbeitung des Thones außerordentlich aus; heute noch bewundert man in den Ruinen der Alhambra in Granada die herrlich glasirten Ziegel- und Thonornamente als unübertroffene Leistungen auf diesem Kunstgebiete. Die eigentliche Töpferei, das ist die Kunst, Gefäße darzustellen, bildeten die Araber ganz besonders auf

der Insel Majorca zu einem im wahren Sinne des Wortes blühenden Großgewerbe aus.

Das Wiedererwachen der Künste zeigte sich bekanntlich in Europa am ersten in Italien, und schon im dreizehnten Jahrhunderte blühte die Töpferkunst daselbst von neuem auf; besonders waren es die mit farbigen Glasuren überzogenen Töpferwaaren, welche die Italiener im vierzehnten und den darauf folgenden Jahrhunderten unter dem Namen Majolica (richtig Majorca nach dem Stammsitz der maurischen Thonwaarenindustrie auf der Insel Majorca) in ausgezeichnete Weise darzustellen lernten, und welche gerade in unserer Zeit wieder so hoch geschätzt werden.

Obwohl die Majoliken hauptsächlich nur für künstlerische Zwecke, als Schmuckgegenstände der Wohnungen, bestimmt waren, die Darstellung der Gefäße für den gewöhnlichen Gebrauch aber nicht sonderlich betrieben wurde, hob sich auch durch die Luxusindustrie der Majolicafabrikation die eigentliche Technik der Töpferkunst in bemerkenswerther Weise, indem sich die Fabrikanten von Majolica bemühten, die Glasuren dieser Gefäße und die anzuwendenden Farben fortwährend zu verschönern und die Fortschritte, welche man in dieser Richtung machte, auch dem eigentlichen Gewerbe selbst zugute kamen.

Die Kunst der Majolicafabrikation wurde von Italien aus besonders nach Deutschland (Nürnberg) und Frankreich (Nevers) verpflanzt und gelangte daselbst zur hohen Ausbildung. Neben der Fabrikation der Majolica wurde in Frankreich und zwar schon vor der Majolicafabrikation jene von emailirten Steingeschirren betrieben, und war damit bis zur Erfindung des Porzellans der Höhepunkt der Fabrikation von Steinwaaren aus geringerem Materiale erreicht.

Während die bis nun angeführten Töpferwaaren mehr oder weniger als Kunstgegenstände zu bezeichnen sind, indem bei deren Darstellung das Schwergewicht auf schöne Form, Glasur und Farbe gelegt wurde, fand auch die Töpferei, welche praktischen Zwecken dient, in gewissen Ländern ihre Pflegestätten; neben der ordinären Töpferwaare, deren Materiale sich nicht viel von jenem der gewöhnlichen Backsteine unterscheidet, finden wir auch werthvolleres Geschirr aus besserem Materiale vor, und ist letzteres namentlich jenes, aus welchem man in Deutschland die als Steinzeug, Steingut und später in Frankreich als Fayence, in England als Wedgewood bezeichneten Geschirre fabricirte.

In Deutschland war der Sitz der Steinzeug-Fabrikation namentlich in der Umgegend von Vallendar am Rhein, und erhielt die Gegend deshalb auch die Bezeichnung des Kannenbäckerlandes, welche sie noch heute mit Recht führt, indem daselbst die Darstellung von Steinzeug noch eifrig betrieben wird. — In den Niederlanden war die Stadt Delft und ihre Umgebung der Sitz einer mächtigen Thonwaaren-Industrie, welche namentlich im sechzehnten Jahrhundert zur höchsten Blüthe gelangte; in Frankreich wurde die Fabrikation des Steinzeuges schon im fünfzehnten Jahrhundert schwunghaft betrieben. — In England, wohin die Kunst der Steinzeug-Fabrikation von niederländischen und Nürnberger Meistern verpflanzt wurde, entwickelte sich dieselbe namentlich in der Grafschaft Staffordshire zu einer mächtigen und in der Gegenwart noch blühenden Großindustrie.

Der größte Aufschwung der Töpferkunst in England datirt jedoch von Thomas Wedgewood (geboren 1730), welcher durch seine zahlreichen Erfindungen auf dem Gebiete der Keramik hochberühmt wurde.

(Die Töpferkunst im weitesten Sinne des Wortes wird auch mit dem Namen „Keramik“ bezeichnet, und ist dieser Name von dem altgriechischen Worte „Keramos“ hergeleitet — Keramos oder Horn — indem man vor Erfindung der Thongefäße Hörner als Trinkgefäße verwendete. Entsprechend dieser übertragenen Bezeichnungsweise wurde bei den alten Griechen der Töpfer als „Keramikos“ bezeichnet.)

Obwohl schon die altitalienischen und die deutschen Fabrikanten von Majolica eine große Reihe von Erfindungen bezüglich der Glasuren und Farben gemacht hatten und Wedgwood die Keramik durch viele Verbesserungen auf eine sehr hohe Stufe gebracht hatte, waren dennoch alle Bemühungen der europäischen Techniker daran gescheitert, Geschirre herzustellen, welche sich mit jenen chinesischen oder japanesischen Thonwaaren, die man als Porzellan bezeichnete, vergleichen ließen.

Der Erste, welcher Kunde von der Fabrication des chinesischen Porzellans nach Europa brachte, war der venetianische Reisende Marco Polo (1295); jedoch erst im Jahre 1474 lernte man aus Berichten, welche der venetianische Gesandte am persischen Hofe nach Venedig schickte, die Fabrication des chinesischen Porzellans näher kennen, ohne daß es jedoch gelungen wäre, ein der chinesischen Waare nur annähernd gleichzustellendes Geschirr zu fabriciren; die großen Mengen echt chinesischen Porzellans, welche man im sechzehnten und siebzehnten Jahrhunderte nach Europa brachte, wurden hauptsächlich von holländischen Kaufleuten importirt.

Eine große Anzahl von Künstlern hatte sich seit dem Beginne des Aufschwunges der Thonwaarenindustrie bemüht, Geschirre darzustellen, welche dem chinesischen Porzellan gleich zu stellen wären, es gelang aber keinem, eine Masse herzustellen, welche auch nur annähernd die Eigenschaft des chinesischen Porzellans besessen hätte. Erst im Jahre 1709 erfand

ein sächsischer Alchymist Johann Friedrich Böttcher das Verfahren, Porzellan darzustellen, und schon im Jahre 1710 wurde in Meissen die erste Porzellanfabrik in Europa errichtet.

Die Fabrikation des Porzellans ist unstreitig der höchst entwickelte Zweig der gesamten Thonwaarenindustrie und hat sich im Laufe des gegenwärtigen Jahrhunderts zu einem ganz selbstständigen Gewerbe ausgebildet; mit der Ausbreitung der Porzellanindustrie geht auch die Verminderung des Preises der Porzellanwaaren Hand in Hand, so daß zu erwarten steht: das Porzellan werde in Bezug auf seine Anwendung im gewöhnlichen Leben bald häufiger benützt werden, als andere Thonwaaren, indem schon gegenwärtig die Preisunterschiede zwischen gewöhnlichem Porzellan und anderer Thonwaare besserer Qualität nur mehr geringfügige sind.

Die vorliegende Schrift hat die Aufgabe, das Töpfergewerbe, welches sich mit der Darstellung ordinären Geschirres, Steinzeug, Wedgewood, Terracotta und bis zu einer gewissen Grenze auch mit jener von feinen Thonwaaren zu beschäftigen hat, in der Weise zu schildern, wie dasselbe dem vorgeschrittenen Standpunkte entspricht, auf welchem sich gegenwärtig die Chemie befindet; die Porzellanindustrie ist, wie angedeutet, obwohl im engen Zusammenhang mit der Töpferkunst — Porzellan ist nichts Anderes als feinste Töpferwaare — ein selbstständiges, im Großen betriebenes Gewerbe geworden, und können wir dasselbe hier auch kürzer behandeln, indem wir uns darauf beschränken, dort, wo sich Beziehungen zwischen der Fabrikation gewöhnlicher Thonwaaren und von Porzellan ergeben, auf dieselben hinzuweisen.

Die genaue Kenntniß der Rohmaterialien, mit welchen er zu arbeiten hat, ist für jeden Gewerbetreibenden selbst-

verständlich unumgänglich nothwendig; der Thon in seinen verschiedenen Abarten bildet das Grundmaterial für die Arbeiten des Keramikers, und hängt das Gelingen derselben so innig mit der Beschaffenheit des zu verarbeitenden Thones zusammen, daß es unerläßlich erscheint, die Eigenschaften des Thones nach jeder Richtung, sowohl nach der chemischen, als physikalischen Seite auf das Genaueste zu kennen.

Neben dem Grundmateriale Thon selbst hat aber der Keramiker noch eine sehr große Zahl von anderen Substanzen anzuwenden, welche theils dazu dienen, den Charakter des zur Verarbeitung bestimmten Thones abzuändern (hieher gehören die sogenannten magernden Substanzen und die Flußmittel) oder welche zur Herstellung von Ueberzügen auf den fertigen Thonwaaren verwendet werden sollen. Die Ueberzüge haben entweder blos den Zweck, die Porosität des Thones aufzuheben und heißen dann einfache Glasuren, oder sie haben auch noch einen künstlerischen Zweck; man verbindet nämlich die Glasuren mit solchen Körpern, welche ihnen bestimmte Farben oder Glanz verleihen, und kann durch geschickte Anwendung von Farben und Glasuren den Thonwaaren ein schönes Aussehen ertheilen, wodurch ihr Werth als Handelsware bedeutend erhöht wird.

Die Kenntniß der Materialien, aus welchen man einfache Glasuren und solche, welche mit Farben versehen sind, zusammensetzt, ist daher für den Keramiker nicht minder wichtig als jene des Grundmaterials Thon selbst. Obwohl sich die Mehrzahl der Töpfer bezüglich der Zusammensetzung der Glasur- und Farbmassen an bestimmte in der Praxis bewährte Vorschriften hält, ist die Mehrzahl der vorgeschrittenen Fabrikanten gegenwärtig schon zu der Ueberzeugung gelangt, daß man unter der Anwendung des Receptenwesens allein nicht vorwärts gelangt und es für den Keramiker

unbedingt nothwendig sei, über eine gewisse Summe chemischer Kenntnisse zu verfügen, indem nur derjenige, welcher diese Kenntnisse besitzt, in der Lage ist, Uebelständen, welche sich bei seiner Arbeit ergeben, mit Sicherheit abzuhelpfen und Versuche über neue Vorschläge bezüglich der Glasuren, Farben u. s. w. anzustellen.

Wie nun aber aus Erfahrung bekannt ist, sind chemische Kenntnisse bis nun bei der großen Zahl der kleineren Thonwaaren-Fabrikanten, welche ihr Geschäft handwerksmäßig und mit einer geringen Zahl von Hilfsarbeitern betreiben, zur Zeit noch wenig verbreitet, und haben wir es als einen sehr wichtigen Theil unserer Aufgabe betrachtet, die chemischen Verhältnisse aller Substanzen, deren man sich überhaupt zur Herstellung von Thonwaaren bedient, in solcher Weise darzustellen, daß hiedurch auch der in chemischen Dingen nicht sehr bewanderte Praktiker zu einem Verständnisse dessen gelangt, worum es sich in einem gegebenen Falle handelt.

Dem vorstehend Angedeuteten zufolge können wir die in der Töpferkunst zur Anwendung kommenden Materialien in zwei große Gruppen trennen, von denen die eine jene Körper umfaßt, welche zur Darstellung der eigentlichen Masse dient, aus welcher man die Gefäße formt, indeß die zweite alle zur Bereitung der Glasuren und Farben dienenden Körper umschließt. Es ergiebt sich demnach folgende Einteilung der Materialien, welche in der Thonwaaren-Industrie angewendet werden:

I. Materialien zur Darstellung der Masse, aus welcher die Gefäße gebildet werden, und können wir bei diesen unterscheiden:

1. Plastische Substanz (Thon in allen Varietäten).
2. Nichtplastische Substanzen (Quarz, Ziegelmehl, Sand, Infusorienerde, gebrannter Thon, Kohlenstaub u. s. w.)

3. Flußmittel (Feldspath, Schwerspath, Hochofenschlacke, Glasfritte, Knochenasche, Gyps u. s. w.)

II. Materialien zur Darstellung der Glasuren und Farben:*

1. Glasurmaterialien (Quarz, Feldspath, Kochsalz, Gyps, Borax, Borsäure, Glas, Bleiglätte, Braunstein zc.)

2. Färbematerialien (Metalloxyde, Gläser, welche durch Metalloxyde gefärbt sind, Metalle in Pulver- oder Blattform.)

Entsprechend dieser Eintheilung werden wir vorerst die einzelnen Materialien in chemischer und physikalischer Hinsicht beschreiben und dann auf die Verarbeitung derselben, zur eigentlichen Thonwaaren-Fabrikation, übergehen.

I. Der Thon.

Jenes Mineral, welches man mit dem allgemeinen Namen Thon bezeichnet, zeigt bezüglich seiner Entstehung die größte Gleichartigkeit, indem wahrscheinlich aller Thon aus einem und demselben Materiale, dem Feldspath, entstanden ist; trotzdem finden wir kaum ein zweites Mineral, an welchem so große Verschiedenheiten in chemischer und physikalischer Beziehung wahrgenommen werden, als gerade am Thon. Man kann sich kaum zwei Körper vorstellen, welche in Bezug auf ihr physikalisches und chemisches Verhalten größere Unterschiede aufzuweisen hätten, als der Mergelthon und die Porzellanerde, und doch sind beide ihrer Wesenheit nach ein und dasselbe: Thon, und werden die Verschiedenheiten in den Eigenschaften beider Körper durch die fremden Substanzen bedingt, welche dem Thone beigemengt sind.

Seiner Entstehung nach gehört der Thon zu denjenigen Mineralien, welche durch Verwitterung anderer gebildet werden und findet sich nicht an eine bestimmte geologische Formation gebunden, indem der Verwitterungsproceß der Gesteine vor sich geht, seitdem es überhaupt Gesteine auf der Erde giebt. Als ein Körper von feinpulveriger Beschaffenheit, welcher sich leicht im Wasser vertheilt und durch lange Zeit in demselben schwebend erhält, ist der Thon ganz besonders geeignet, weit von dem Orte, an welchem er sich gebildet hat, weggeführt zu werden. Man findet daher Thonlager oft in sehr großen Entfernungen von jenen Orten, an welchen sich die Mineralien befinden, aus welchem Thon entstehen kann.

Von den Beimengungen fremder Mineralien, welche der Thon, der von seiner ursprünglichen Lagerstätte fortgeschwemmt wurde, erhalten hat, hängen die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Thones ab. Thone, welche sich noch auf ihren ursprünglichen Lagerstätten befinden — das heißt an jenen Orten, an welchen sich die Mineralien befanden, durch deren Verwitterung der Thon entstand — sind daher in der Regel sehr rein, das heißt, sie enthalten entweder gar keine fremden Körper beigemischt, oder die letzteren sind nur in sehr untergeordneter Menge vorhanden.

Thone, welche von ihren ursprünglichen Lagerstätten durch Wasser fortgeführt wurden, konnten sich hiebei mit dem Pulver anderer Mineralien, welche gleichfalls in dem Wasser vertheilt waren, vermengen und lagern sich oft sehr weit von ihren Bildungsorten an „secundären“ Lagerstätten aus dem Wasser ab, wobei sowohl die Pulver der fremden Mineralien mit dem Thone zu Boden sanken, als auch verschiedene andere Körper, kleinere Steine, Muscheln, Schnecken-
schalen u. s. w. von der Masse umschlossen wurden.

Secundäre Thonlager finden sich daher besonders häufig in der Nähe von Flüssen, welche aus Gebirgen hervorkommen, in welchen die Mineralien, durch deren Verwitterung Thon entsteht, enthalten sind. Die mächtigsten Thonlager sind aber in solchen Gegenden vorhanden, die einstens den Grund von Meeren oder großen Seen bildeten, in welche Flüsse oder Ströme mündeten, die den in ihren Wässern aufgeschlammten Thon in dem ruhigen Wasser zu Boden sinken ließen, wodurch Thonlager von bedeutender Ausdehnung und gewaltiger Dicke entstanden.

Eines der interessantesten Thonlager dieser Art findet sich z. B. im Wienerbecken, das heißt in dem südlich von Wien liegenden Theile von Niederösterreich, welcher sich zwischen

den Alpen und dem Leithagebirge befindet; unter Ackererde, Geröll und anderen Gesteinen trifft man daselbst überall auf ein Lager eines feinen Thones von schön blaugrauer Farbe, welchen man auch als Tegel bezeichnet, und beträgt die Mächtigkeit dieses Thonlagers, welches sehr viele Schalen von Meeresmuscheln und Schnecken in sich schließt, an vielen Orten mehrere hundert Meter.

Die Beschaffenheit des Thones im Wienerbecken und auch die in diesem Thon enthaltenen Versteinerungen beweisen deutlich, daß derselbe ganz anderen Ursprunges ist, als jener Thon, welcher sich (in viel späterer Zeit) aus jenen Gewässern abgelagert hat, die den Donaustrom bilden. Ähnliche Verhältnisse wie im Wienerbecken finden sich z. B. auch in der Umgebung von London, Paris und anderen Orten, welche in früheren Erdbildungsperioden von Wasser überdeckt waren.

Varietäten des Thones.

Jeder Thon besteht, sofern er nicht absolut rein ist, aus eigentlicher Thonsubstanz (kieselsaurer Thonerde) und gewissen fremdartigen Bestandtheilen und ist dem Ganzen meist noch Sand, Gyps, Glimmer, größere Steine, Versteinerungen, Schwefelkieskrystalle, organische Substanz u. beigemengt. Der Thon selbst besteht aus sehr kleinen staubartigen Theilchen, welche sich bei der Behandlung der Substanz mit Wasser von einander lösen und unter dem Mikroskope Kugelgestalt zeigen.

Die fremdartigen Bestandtheile sind Trümmer anderer Mineralien, welche ebenfalls auf das Feinste vertheilt und mit dem Thone auf das Innigste gemengt sind, daher durch Schlämmen nur unvollkommen abgeschieden werden können. Gewöhnlich findet man der Thonsubstanz Kalk, Eisenoryd, Magnesia und Alkalisalze beigemengt, und bedingt die Art der

Beimengung und die Menge der vorhandenen Mineralien die besonderen Eigenschaften des betreffenden Thones in chemischer und physikalischer Beziehung.

Obwohl nicht als unabänderliche Regel kann man doch mit ziemlicher Allgemeinheit den Satz aussprechen, daß ein Thon um so schwerer schmelzbar und von chemischen Agentien um so schwieriger angreifbar ist, je weniger derselbe mit fremden Stoffen gemengt ist, und hat man, gestützt auf diese Thatsache, schon seit langer Zeit eine praktische Eintheilung der Thonarten gemacht, welche wir im Nachstehenden folgen lassen.

Man unterscheidet nach dieser Eintheilung unschmelzbare, feuerfeste und schmelzbare Thone. Zur ersten Gruppe gehört eigentlich nur der völlig reine Porzellanthon, indem derselbe selbst in den höchsten Hitzeegraden, welche wir in unseren Oefen hervorzubringen vermögen, nur bis zu einer gewissen Grenze erweicht. Als ein sehr charakteristisches Merkmal dieser Thongattung ist noch zu erwähnen, daß dieselbe mit Wasser keine bildsame Masse liefert, somit der Plasticität vollkommen entbehrt.

Die feuerfesten Thone sind jene, welche, ohne weich zu werden, andauernd eine Temperatur zu ertragen vermögen, die mindestens heller Rothgluth gleichkommt, und kann man zu diesen Thonen ganz besonders die reinen Thonarten rechnen, welche sich aber von dem Porzellanthon durch besondere Plasticität unterscheiden, und ist auch der sogenannte Pfeifenthon in diese Kategorie zu zählen.

Man kann es als eine ziemlich allgemein geltende Regel hinstellen, daß ein reinerer Thon um so strengflüssiger ist, einer je älteren Gebirgsformation derselbe angehört; die Erklärung dieser Erscheinung liegt darin, daß sich in solchen Thonarten nur mehr geringe Reste des (bei starker Hitze schmelzbaren) Feldspathes befinden und die Alkalisalze

fast vollständig beseitigt sind. Die feuerfesten Thone haben nach dem Brennen meistens eine rein weiße oder schwach gelbliche Farbe und eignen sich in ausgezeichnete Weise zur Fabrikation von feinem weißen Töpfergeschirr als: Wedgewood, Steinzeug, Chamotte und zur Ausmauerung von Öfen, in welchen man hohe Temperaturen erzielen will. Zur Bestimmung der Schmelzbarkeit eines Thones, welcher noch auf die Benennung „feuerfest“ Anspruch machen kann, reicht die Hitze eines Ziegelofens, wie sie derselbe an den heißesten Stellen liefert, aus; ein Thon, welcher, nachdem er durch eine Reihe von Bränden dieser Hitze ausgesetzt wurde, noch keine Anzeichen von Sinterung erkennen läßt, kann als „feuerfest“ angesehen werden.

Die schmelzbaren Thone sind solche, welchen so viele fremde Substanzen beigemischt sind, daß die Thone in der Hitze der Porzellanöfen vollkommen geschmolzen werden können; es giebt aber unter den schmelzbaren Thonen auch gewisse (jedenfalls in allen Fällen sehr unreine) Varietäten, welche schon bei weit geringeren Hitze-graden, als sie der Porzellanofen zu liefern vermag, geschmolzen werden können.

Die schmelzbaren Thone kommen weit häufiger vor, als die unschmelzbaren, und unterscheidet man hauptsächlich nach dem Grade der Reinheit mehrere Abarten des schmelzbaren Thones.

Der Ziegelthon ist die unreinste, aber eine der wichtigsten Varietäten dieser Sorte von Thon; man findet im Ziegelthon das Verhältniß zwischen Kieselsäure und Thonerde meistens gleich 3 zu 1, und enthält dieser Thon neben einer gewissen Menge von Eisenoxyd, die ihn nach dem Brennen roth erscheinen läßt, noch bis zu $\frac{1}{4}$ seines Gewichtes an Kalk, welch' letzterer nebst einem Theile des Eisenoxydes

Ziegelthon

durch Behandeln des Thones mit Salzsäure entfernt werden und der Thon hierdurch weniger schmelzbar gemacht werden kann.

Der Löß oder Lehm ist ein gelblicher oder grauer Thon, welcher sich in mächtigen Ablagerungen an den Ufern großer Ströme findet und oft mit nahezu seinem Gewichte an Sand gemengt ist und außerdem viel Eisenoxyd und Kalk enthält. Der Lehm ist von mittlerer Plasticität und für die Zwecke der Töpferei wenig geschätzt, aber als eine der schwersten und wasserbündigsten Bodengattungen für die Landwirthschaft von großer Wichtigkeit.

Thonmergel sind Thone, welche zur Hälfte bis zu Dreiviertel aus Thonsubstanz, zu ein Viertel bis zur Hälfte aus Kalk nebst einer Beimischung bis zu 5 Procent aus Sand bestehen; sie liefern mit Wasser eine ziemlich bildsamen Masse, welche beim Brennen hart wird und sich gut zur Anfertigung von ordinärer Töpferwaare eignet. Wenn in einem Thone, welcher die eben genannten Bestandtheile enthält, der Kalkgehalt noch höher wird, als angegeben, so geht der Thonmergel in

Kalkmergel über und unterscheidet sich der letztere von dem Thonmergel durch geringe Bildsamkeit, welche ihn zur Fabrication von Geschirren wenig geeignet macht; man verwendet ihn aber mit Vortheil zur Herstellung von Töpferwaaren in der Weise, daß man ihn mit kalkarmen Thonen mengt und hierdurch eine Masse erzielt, welche sich leicht und haltbar glasiren läßt.

Schief oder Schlick nennt man einen Thon, welcher mit einer bedeutenden Menge von Glimmer so innig vermengt ist, daß man beide Mineralien nicht durch Schlämmen von einander zu trennen vermag. Der Schief kommt bisweilen in Thonlagern als Schichte von ziemlicher Mächtigkeit vor und wird theils für sich allein (da er genügend

Bildsamkeit hierfür besitzt) verarbeitet, häufiger aber mit reinem Thone gemengt. Ist dem Thone neben den vorgenannten Mineralien noch eine größere Menge von Magnesiumsalzen beigemengt, so geht die Plasticität der Masse ganz verloren, und kann man solche Thone nicht für die Zwecke der Töpferei verwenden. Eine Thonart, welche das charakteristische Materiale dieser Varietät (im Wasser in Pulver zu zerfallen) in hohem Grade zeigt, ist die sogenannte Walkerde.

Bolus, Siegelerde, Röthel werden gewisse Thone genannt, deren Eisenoxydgehalt ein so hoher ist, daß die betreffenden Thone nach dem Brennen eine tiefrothe bis braunrothe Färbung zeigen; in Bezug auf ihre inneren Eigenschaften sind diese Thone zwar nicht besonders werthvoll, werden aber zur Herstellung gewisser Specialitäten, z. B. der türkischen Pfeifenköpfe sehr geschätzt.

Neben der chemischen Beschaffenheit der Mineralien, welche in den Thonen mit der eigentlichen Thonsubstanz gemengt sind, nimmt auch die Größe der Körner sehr bedeutenden Einfluß auf die Beschaffenheit der Masse, und hat man, um zu einer feststehenden Classificirung der verschiedenen Thonvarietäten zu gelangen, die Größe der Körner, aus welchen dieselben zusammengesetzt sind, als Maßstab angenommen und unterscheidet sie in folgender Weise:

Eigentl. Thonsubstanz: Durchmesser der Körner unter 0.01 Mm.

Schliß oder Schlick " " " 0.01 bis 0.02 "

Staubsand " " " 0.02 " 0.04 "

Feiner Sand " " " 0.04 " 0.20 "

Grober Sand, alle Körner, deren Durchmesser mehr als 0.20 Mm. beträgt.

Entstehung des Thones.

Der Thon entsteht, wie schon erwähnt wurde, durch Verwitterung von Mineralien, welche kiesel-saure Thonerde *) neben kiesel-sauren Alkalien enthalten, in der Weise, daß die Verbindung durch den Einfluß des Wassers und der Kohlensäure zersezt wird, die kiesel-sauren Alkalien durch Wasser fortgeführt werden, indeß die kiesel-saure Thonerde (das ist jene Substanz, welche wir als „reinen Thon“ bezeichnen) hinterbleibt. Indem der reine Thon später durch Wasser fortgeschwemmt und mit anderen Mineralien gemengt wird, entstehen die verschiedenen, oben angeführten Varietäten des Thones.

Die Mineralien, welche ihrer chemischen Zusammensetzung nach Thone zu liefern vermögen, sind ziemlich zahlreich, und gehören zu denselben der Feldspath, der Porzellanspath und einige Gebirgsgesteine, wie gewisse Porphyre und Trachyte. — Das Hauptmateriale, aus welchem sich die Thone bildeten und noch bilden, ist aber unstreitig das Mineral Feldspath oder Orthoklas, und findet man nicht selten Massen, welche bis zu einer gewissen Tiefe aus reinem Thon bestehen, indeß der Kern noch aus unverändertem Feldspath besteht. Ursprünglich waren diese Massen Feldspathkrystalle, welche allmählich dem Verwitterungsproceß unterlagen und sich in Folge dessen mit einer Schichte von Thon umhüllten.

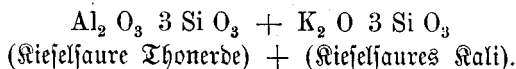
Seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht der Feldspath der Hauptsache nach aus einem Doppelsalze: Kiesel-saure Thonerde in Verbindung mit kiesel-saurem Kali, welchem noch geringe Mengen von Magnesia, Kalk und Wasser bei-

*) Unter Thonerde ist hier Thonerde im Sinne der Chemiker, d. i. Aluminiumoxyd, zu verstehen.

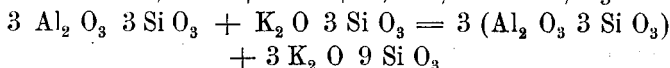
gemengt sind. Die nachstehenden Analysen einiger Feldspathe versinnlichen die procentische Zusammensetzung dieses Mineralcs:

	Fundort		
	Newcastle in Delaware Nordamerika	Sargadelos in Galicien	Halle in Sachsen
Kieselsäure	62·20	62·00	62·76
Thonerde	19·78	19·48	19·20
Kali	15·14	15·72	14·90
Magnesia	0·50	0·12	0·18
Kalk	0·58	0·35	0·46
Eisen- und Manganoxyd	Spur	Spur	Spur
Feuchtigkeit	1·53	1·64	1·70
Verlust	0·27	0·69	0·80
Summe	100·00	100·00	100·00

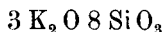
In chemischen Zeichen ausgedrückt ist sonach die Zusammensetzung des Feldspathes durch folgende Formel wiederzugeben:



Bei der Verwitterung des Feldspathes an der Luft findet die Bildung eines an Thonerde reicheren Silicates (die kieselsauren Salze werden auch Silicate genannt) und eines unlöslichen Kalisilicates statt, nach der Gleichung:

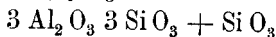


Das unlösliche Kalisilicat wird durch weitergehende Verwitterung in ein lösliches verwandelt, welches die Zusammensetzung

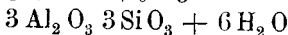


besitzt und durch die Einwirkung des Wassers allmählich

gelöst und fortgeführt wird, so daß eine Masse hinterbleibt, welche der Zusammensetzung



entspricht. Nachdem aber das vierte Aequivalent von Kieselsäure mit dem Aluminiumoxyde entweder gar nicht oder doch nur sehr locker chemisch verbunden ist (es läßt sich durch Behandeln der Masse mit Kalilauge sehr leicht auflösen), nimmt man die Zusammensetzung des reinen Thones mit



an, und entspricht diese Zusammensetzung jener des absolut reinen (von allen Beimengungen freien) Porzellanthones. Der reine Thon ist demnach ein Thonerde-Silicat in Verbindung mit Wasser und kann als das eine Endglied der Kette aller Thonvarietäten angesehen werden.

Physikalische Eigenschaften des Thones.

In dem Maße als durch mechanische Beimengung fremde Mineralien mit der Thonsubstanz gemengt werden, treten die Eigenschaften der letzteren, wie sie von der reinen Porzellanerde repräsentirt werden, in den Hintergrund und entstehen jene Massen, welche wir schon oben als den verschiedenen Varietäten der Thone angehörig aufgezählt haben, und unterscheiden sich dieselben sowohl in chemischer als in physikalischer Beziehung wesentlich von einander.

Für die Bearbeitung des Thones sind die physikalischen Eigenschaften desselben fast wichtiger als die chemischen, und müssen wir diesen deshalb vorerst unsere Aufmerksamkeit zuwenden; wie wir später sehen werden, hängt die physikalische Beschaffenheit eines Thones auf das innigste mit seiner chemischen Zusammensetzung zusammen.

Als wichtigste physikalische Eigenschaften des Thones haben wir jene hinzustellen, welche man als Plasticität und

Schwindungsfähigkeit bezeichnet. Die Plasticität oder Bildsamkeit des Thones ist jene Eigenschaft, der zufolge der mit Wasser gemengte Thon eine Masse bildet, welche sich mit größerer oder geringerer Leichtigkeit in beliebige Formen bringen läßt.

Die Schwindungsfähigkeit des Thones ist jene Eigenschaft, welche bedingt, daß eine mit Wasser zu einem Teig angemachte Thonmasse beim Austrocknen und noch mehr beim Brennen ihr Volumen vermindert, indem sie sich zusammenzieht.

Die Erscheinung des Schwindens der Thonmassen beim Trocknen und Glühen wurde erst in unserer Zeit richtig erklärt und wird ebenso wie die Plasticität durch die eigenthümliche Form der Thonsubstanz selbst bedingt. Wie schon erwähnt, besteht der reine Thon aus ungemein kleinen kugelförmigen Massen, welche sich in gewissen gleichen Abständen von einander befinden. Die zwischen den Kugeln befindlichen Räume bilden ein System ungemein enger Haarröhrchen, welche mit Wasser erfüllt sind. An der Oberfläche der Thonmasse stehen diese Haarröhrchen mit Luft in Berührung, und dunstet daselbst aus ihnen fortwährend Wasser ab. In dem Maße, als dieses geschieht, steigt durch die Haarröhrchen Wasser an die Oberfläche und nähern sich die Kugeln der Thonsubstanz einander immer mehr, bis sie sich schließlich gegenseitig berühren. So lange dies noch nicht der Fall ist, verringert sich beständig das Volumen der ganzen Masse, sie schwindet; in dem Momente, in welchem aber die Kugeln einander berühren, ist die Schwindungsgrenze erreicht und kann keine weitere Volumenabnahme mehr stattfinden, wohl aber kann das Wasser, welches noch in den zwischen den einzelnen Kugeln befindlichen Räumen vorhanden ist, allmählich abdunsten und die ganze Thonmasse schließlich vollständig lufttrocken werden.

Nimmt man das Trocknen der Thonwaaren bei zu hoher Temperatur vor, so wird das Wasser im Innern der Thonmasse in Dampf verwandelt, welcher sich an irgend einer Stelle einen Weg nach außen bahnt und das Zerreißen der Thonmasse bewirkt. Ist andererseits die Verdunstung an der Oberfläche der Thonmasse so rasch, daß das Nachströmen des Wassers durch die engen Haarröhrchen aus dem Innern damit nicht gleichen Schritt halten kann, so trocknen die an der Oberfläche liegenden Thonpartien zu rasch aus und ziehen sich dabei stark zusammen; es bedingt dies ein Zerreißen der Oberfläche und zugleich ein Verziehen der innen befindlichen noch weichen Masse. In beiden Fällen verliert der Gegenstand beim Austrocknen jene Form, welche man ihm zu geben beabsichtigte, während er bei normalem Austrocknen zwar sein Volumen immer verringert, aber in gleichförmiger Weise, so daß er nach allen Dimensionen etwas kleiner wird, als man ihn ursprünglich geformt hatte. In der Regel schwinden sehr bildsame und wenig feuerbeständige Thone viel stärker als magere (wenig bildsame) und reine Thonarten.

Die Bildsamkeit oder Plasticität eines Thones hängt gleichfalls mit der eigenthümlichen Form der kleinsten Theile der Thonsubstanz zusammen. Die Thontheilchen sind, wie schon gesagt wurde, kleine Kugeln; mit der entsprechenden Menge Wasser angemacht, schwebt jede Kugel gleichsam in einer gewissen Menge von Wasser, indem die Massenanziehung der andern sie umgebenden Kügelchen das Niedersinken verhindert.

Die in der Flüssigkeit schwebenden Theilchen sind nun nahezu eben so leicht verschiebbar, wie die Flüssigkeit selbst, und bildet demnach das Ganze eine teigartige Masse, welche sich in jede beliebige Form bringen läßt.

Wenn man Thon mit Wasser gemengt hat und die Masse einer mechanischen Bearbeitung durch Kneten unterwirft, so nimmt bekanntlich die Bildsamkeit der Masse zu, indem alle Kügelchen der Thonsubstanz von Wasser umhüllt werden. Umgekehrt vermindert sich die Plasticität der Thonmasse, wenn dieselbe durch Austrocknen schon eine gewisse Menge ihres Wassergehaltes verloren hat, da die Kügelchen einander sehr nahe gerückt sind und die in der Folge dessen größer werdende gegenseitige Anziehung der einzelnen Kügelchen die Verschiebbarkeit der Theilchen vermindert hat.

Eine völlig ausgetrocknete Thonmasse wird hart, indem sich die Thonkügelchen fest aneinanderlagern; durch einen Schlag wird aber der Zusammenhang derselben leicht aufgehoben, und kann eine trockene Thonmasse bekanntlich mit Leichtigkeit zu feinem Staub zerrieben werden, welcher zwischen den Fingern gerieben, keine Empfindung hervorruft, indem nur kleine Kügelchen, nicht aber eckige und kantige Körper wie sie dem Sand eigen sind, auf die Gefühlsnerven einwirken können; in nassem Thon weichen die Kügelchen beim Drücken zwischen den Fingern dem Drucke aus, und wird hierdurch das fettartige Anfühlen des nassen Thones bedingt.

Wenn man Thon allmählich erwärmt und schließlich bis zum Glühen erhitzt — wie dies beim Brennen der Thonwaaren stets geschieht — so geht Anfangs das dem Thone noch mechanisch beigemengte Wasser fort, und erst bei hoher Temperatur kommt das chemisch gebundene Wasser zur Verflüchtigung. Der Thon wird in Folge des Brennens dicht und hart, manche Thone so hart, daß sie am Stahle Funken geben, und geht die Thonsubstanz in unlösliche Form über, d. h., sie wird durch Behandlung mit Säuren nicht zersezt.

Das Hartwerden der Thone durch Brennen hängt vielfach von dem Hitzegrad ab, welchen man angewendet hat,

aber auch sehr wesentlich von der Beschaffenheit der Thonmasse, namentlich der ihr beigemengten fremden Materialien.

Eine sehr wichtige physikalische Veränderung, welche der Thon beim Brennen erleidet, ist die Farbenänderung. Am gewöhnlichsten nehmen Thone, welche im natürlichen Zustande eine fast weiße, gelbe, braune oder graublaue Farbe zeigen, beim Brennen eine mehr, weniger rothe Farbe an und wird letztere durch Eisenoryd bedingt, welches sich aus dem Eisenorydhydrate oder dem Eisenorydule bildet, das sich in dem ungebrannten Thone vorfindet. Erfahrungsmäßig zeigen Thone mit einem zwischen 5 und 10 Percent wechselnden Gehalte an Eisenoryd die schönsten rothen Farbentöne.

Thone, welche neben Eisenoryd noch Kieselsäure enthalten, werden beim Brennen blaßroth, kalkreiche Thone nehmen eine gelbgrüne Farbe an. Nachdem das Eisenoryd die Eigenschaft hat, in verschiedenen Temperaturen verschiedene Farbentöne anzunehmen, kann man durch Anwendung verschieden hoher Wärmegrade beim Brennen eines und desselben Thones eine ganze Farbenreihe herstellen, welche von hellroth beginnt, durch dunkelroth in braunviolett und endlich in Schwarz übergeht.

Dunkelgraue oder schwarz gefärbte Thone nehmen oft beim Brennen eine ganz weiße oder doch sehr hellgraue Farbe an, indem die dunkelfärbenden Körper organischer Natur sind, beim Brennen zerstört werden und den Thon dann in der Färbung, welche er durch die beigemengten Metalloxyde erhält, hinterlassen.

Für die Herstellung solcher Thongegenstände, welche nicht glasirt werden sollen, ist es sehr wichtig, einen Thon zur Verfügung zu haben, welcher durch das Brennen eine schöne und vollkommen gleichmäßige Farbe annimmt, und kann man durch passendes Mischen zweier Thone von ver-

schiedener Färbung und durch sorgfältige mechanische Bearbeitung der Masse auf mechanischem Wege sehr schöne Farbtöne erzielen.

Das Verhalten des Thones in starker Hitze ist eine sehr wichtige Sache, indem von demselben die Anwendbarkeit des Thones für verschiedene Zwecke abhängig ist. — Nur Thone, welche von außergewöhnlicher Reinheit sind, widerstehen den höchsten Hitzegraden, die wir in unseren Ofen hervorzubringen vermögen, vollständig und sind als feuerfest im vollen Sinne des Wortes zu bezeichnen; diese Eigenschaft kommt nur sehr wenigen Thonarten zu und sind die reinsten Porzellanthane hieher zu rechnen.

Ein Gehalt eines sonst ganz reinen Thones an Kieselsäure (Quarzsand), welcher bis zu 20 Procent beträgt, bewirkt schon eine gewisse Schmelzbarkeit desselben; bei einer Temperatur, die wenig über jener liegt, bei welcher Gußstahl schmilzt, überzieht sich dieser Thon mit einer glasartigen Rinde, das Zeichen der beginnenden Schmelzung.

Thone, welche Kalk enthalten, sind sehr strengflüssig — ist aber neben Kalk noch Quarzsand (freie Kieselsäure) vorhanden, so nimmt ihre Schmelzbarkeit bedeutend zu, indem in hoher Temperatur eine Verbindung gebildet wird, welche in ihrer Zusammensetzung einem Glase von großer Strengflüssigkeit gleicht und aus einem Doppelsalz von kieselaurer Thonerde und kieselurem Kalle besteht.

Feuerfeste Töpferwaare im gewöhnlichen Sinne des Wortes, d. h. solche, welche die Schmelzhitze des Gußstahles auszuhalten vermag, ist demnach nur aus sehr reinem Thone anzufertigen, welchem man eine geringe Menge von größerem Quarzsand zufügen kann; die Masse wird in den höchsten Temperaturen dann nur an der Oberfläche glasartig, sie sintert etwas, ohne jedoch zu schmelzen.

Die Beimengung kleiner Schwefelkieskrystalle zum Thone, welche auch sonst beim Brennen des Thones nachtheilig ist, indem letzterer sehr leicht rissig wird, bedingt auch eine Verminderung der Strengflüssigkeit des Thones; mischt man einem sonst ganz feuerfesten Thone $1\frac{1}{2}$ —2 Procent seines Gewichtes an Schwefelkies bei, so wird er durch diesen Zusatz befähigt, in der Hitze des Porzellanofens zu schmelzen.

Wenn es sich darum handelt, einen Thon auf seine Widerstandsfähigkeit gegen Hitze zu prüfen, bringt man ihn am besten in den Scharffeuerraum eines Porzellanofens; erträgt er den Scharfbrand, ohne daß er schmilzt oder wenigstens an der Oberfläche stark verglast und an den Ranten stark durchscheinend wird, so kann man ihn als einen feuerfesten Thon erster Classe bezeichnen, und eignet sich Thon von dieser Beschaffenheit (sofern er nicht rein genug ist, um ihn zur Fabrikation von Porzellan zu verwenden) in ausgezeichnete Weise zur Fabrikation von Chamottewaare, zur Ausmauerung von Schmelzöfen, zur Darstellung von Steinzeug und sonstigen Töpferwaaren, welche dazu bestimmt sind, hohe Temperaturen zu ertragen.

Chemische Eigenschaften des Thones.

Die chemische Beschaffenheit der Thone, d. h. das Verhalten derselben gegen die Einwirkung chemischer Agentien, hängt vielfach von der Art jener Mineralien ab, welche der Thonsubstanz beigemengt sind. Reine Thonsubstanz, wie man sie z. B. in den besten Sorten der Porzellanerde antrifft, ist gegen Salzsäure und Salpetersäure vollkommen indifferent und wird nur von concentrirter Schwefelsäure in der Wärme angegriffen. Bei einer Temperatur von 250 bis 300° C. wird der Thon unter Abscheidung von Kieselsäure vollkommen zerlegt, indeß schwefelsaure Thonerde in Lösung geht. Mit

wässriger Fluorwasserstoffsäure behandelt, giebt der Thon ebenfalls eine Lösung.

Durch starkes Brennen wird die Angreifbarkeit des Thones seitens dieser Säuren sehr vermindert, und wird sehr stark gebrannter Thon ganz unlöslich; hingegen wird schwachgebrannter Thon leichter durch Schwefelsäure angegriffen, als ungebrannter, was auf eine chemische Veränderung während des Brennens hinweist.

Ganz reiner Thon, mit der Lösung eines Kobaltsalzes befeuchtet und geglüht, giebt eine schön blaue (kobaltblaue) Masse; enthält der Thon merkliche Mengen von Eisen, so ist die Färbung mehr weniger von schmutziggblauer Färbung.

Durch langandauerndes Kochen mit concentrirter Kalilauge und leichter noch durch Schmelzen mit festem Aetkali wird der Thon aufgelöst, indem sich ein lösliches Doppelsilicat (kieselaurer Thonerde-Kali) bildet.

Unreiner Thon, das ist solcher, welcher neben der Thonsubstanz andere Mineralien enthält, braust beim Uebergießen mit Säuren meistens lebhaft auf, und deutet diese Erscheinung auf die Gegenwart von kohlensaurem Kalk; bei länger andauernder Berührung des Thones mit Salzsäure färbt sich letztere stark gelb bis braun, und deutet dies auf die Anwesenheit von Eisenoryd.

Um Thon oberflächlich auf seinen Gehalt an kohlensaurem Kalk, Magnesia und Eisenoryd zu prüfen, kann man sehr zweckmäßig das Verhalten desselben gegen Salzsäure benützen; man wiegt z. B. 100 Gramm des ganz trockenen Thones ab, übergießt ihn mit der gleichen Gewichtsmenge von Salzsäure, welche man mit 400 Gramm Wasser verdünnt hat, und läßt die Masse unter oftmaligem Umrühren einige Tage stehen. Sodann wird der ganze Inhalt des Gefäßes auf ein Filter gegossen, mit Wasser gut aus-

gewaschen und getrocknet. Wiegt man abermals, so zeigt der Gewichtsverlust die Menge der fremden in Salzsäure löslichen Körper in Procenten an. Es sei bemerkt, daß man durch diese Probe zwar die Menge von Kalk, Magnesia und Eisenoryd im Thone bestimmen kann, nicht aber jene des Quarzandes, Schwefelkieses, Glimmers u. s. w., indem diese Mineralien in Salzsäure nicht löslich sind.

II. Die Prüfung des Thones.

Wenn man eine Thongattung auf ihre Anwendbarkeit für gewisse Zwecke untersuchen will, muß man sie einer eingehenden Prüfung unterwerfen, und erstreckt sich diese Prüfung auf die chemische Zusammensetzung des Thones, auf die mechanische Analyse desselben und endlich auf praktische Untersuchungen darüber, wie sich der betreffende Thon bei der Bearbeitung im nassen Zustande, beim Trocknen, Brennen und Glasiren verhält.

Scheinbar ist die letztgenannte Methode der Untersuchung von Thon jene, welche am einfachsten auszuführen ist und am sichersten zum Ziele führt; dies ist aber nur scheinbar der Fall, denn nur dann, wenn man die chemische Zusammensetzung des Thones und sein Verhalten bei der mechanischen Analyse kennt, wird man im Stande sein, aus den Ergebnissen der praktischen Untersuchung Schlüsse zu ziehen, in welcher Weise man die Zusammensetzung des betreffenden Thones durch Zuthat gewisser Mineralien abzuändern hat, um ein Materiale zu erlangen, welches für bestimmte Zwecke vollständig geeignet ist.

Die chemische Untersuchung.

Was die chemische Untersuchung eines Thones anlangt, ist dieselbe eine Arbeit, welche von Seite eines prak-

tischen Fabrikanten wohl nie ausgeführt werden wird, es ist eine solche Analyse ganz Sache eines analytischen Chemikers, welcher über ein wohleingerichtetes Laboratorium verfügen und der Arbeit reichliche Zeit widmen muß. In größeren Fabriken von Thonwaaren ist stets ein Laboratorium vorhanden, welches von einem Chemiker geleitet wird und wird Letzterer selbstverständlich die betreffenden Analysen selbst ausführen; in kleineren Fabriken wird man die Untersuchung der Thone und aller anderen Materialien einem tüchtigen Chemiker anvertrauen müssen, welcher sich speciell mit analytischen Arbeiten beschäftigt. Es sei hier noch bemerkt, daß eine genaue chemische Analyse eines Thones immer eine sehr mühevolle Arbeit ist, welche nur von einem wissenschaftlich gebildeten Manne ausgeführt werden kann.

Die mechanische Analyse des Thones.

Die mechanische Analyse, eine Sache von größter Wichtigkeit, kann unter Anwendung einfacher Apparate vorgenommen werden und muß von Zeit zu Zeit mit Thonproben, welche verschiedenen Stellen des zu verarbeitenden Thonlagers entnommen werden, wiederholt werden, um hierdurch zu Zahlen zu gelangen, welche einen gewissen Anspruch auf Richtigkeit haben.

Die Aufgabe, welche man bei Vornahme der mechanischen Analyse des Thones zu lösen hat, besteht hauptsächlich darin, zu ermitteln, wie viel sich von den fremden Mineralien, welche dem Thone beigemengt sind, durch mechanische Arbeit abscheiden läßt, und welche Eigenschaften der auf diese Weise gereinigte Thon beim Formen, Trocknen und Brennen annimmt.

Das Sieben.

Man beginnt die Untersuchung eines Thones damit, daß man eine größere Partie des trockenen Thones, wie er aus dem Boden gewonnen wird, zerstößt und alle gröberen Stücke von Mineralien, Einschlüsse von Steinen, Versteinerungen, Knollen von Mergel etc. auslesen und sammeln läßt. Hat man z. B. 1000 Kilogramm rohen Thon auf diese Weise bearbeiten lassen, so ergiebt das Gewicht der ausgelesenen Stücke, getheilt durch zehn, die Procentmenge der gröberen mechanischen Beimengungen, die man als Steine bezeichnen kann, und welche schon bei der ersten Bearbeitung des Thones ausgeschieden werden müssen.

Die zerkleinerte Thonmasse wird nunmehr zu wiederholten Malen gesiebt, und zwar durch Siebe, deren Maschenöffnungen von bestimmter Größe sein müssen. Die auf jedem der Siebe hinterbleibende Menge von fremden Mineralien wird ebenfalls gewogen, und kann man aus dem Aussehen derselben leicht ihre Beschaffenheit erkennen und als Quarzsand, Kalksand, Schwefelkies u. s. w. bestimmen.

Man kann jedoch die mechanische Analyse des Thones auf trockenem Wege unter Anwendung von immer engmaschigeren Sieben nur bis zu einer gewissen Grenze fortsetzen; wenn man einmal bei Sieben angelangt ist, deren Maschen nur den Durchgang von Körnern gestatten, deren Größe beiläufig 0.2 Millimeter beträgt, so ist man mit dieser Arbeit zu Ende und muß die weitere Trennung der dem Thone beigemengten Körper von den Thontheilchen auf anderem Wege vorgenommen werden.

Bei manchen Thonen erreicht man durch das Sieben kaum ein brauchbares Resultat, indem sich die fremden Mineralien,

mit welchen die Thonsubstanz vermischt ist, selbst in einem Zustande so weit gehender Vertheilung befinden, daß sie durch die Maschen der feinsten Siebe fallen können, und kann in einem solchen Falle nur die mechanische Analyse auf nassem Wege, das Schlammverfahren, Aufschluß über die Beschaffenheit des betreffenden Thones geben. Das Schlammverfahren giebt die genauesten Resultate bezüglich der fremden Körper, welche sich dem Thone beigemischt finden, und wird auf zwei verschiedene Arten ausgeführt.

Das Schlämmen.

Rührt man Thon in ein mit Wasser gefülltes Glas ein, setzt das Wasser durch starkes Rühren in Bewegung, so erhält man eine trübe, milchartige Flüssigkeit; nach kurzer Zeit kann man am Boden des Glases schon einen grobkörnigen Absatz erkennen, welcher aus den größten Stücken der fremden Mineralien besteht, mit denen der Thon vermischt war. Läßt man das Glas in Ruhe stehen, so senken sich allmählich alle in dem Wasser vertheilt gewesenen Körper zu Boden und steht über ihnen eine vollkommen klare Flüssigkeit.

Untersucht man den Bodensatz genauer, so findet man, daß derselbe aus mehreren Schichten besteht, welche mehr weniger scharf von einander getrennt sind; die unterste Schichte wird aus den vorerwähnten gröberen Theilchen gebildet, über derselben bemerkt man aber auch häufig eine dünne Schichte sehr fein vertheilter Körper, meistens aus Schwefelkies bestehend. Nach oben zu enthalten die Schichten immer kleinere Theilchen und besteht die oberste Schichte aus reinem Thon.

Man nennt das Schlämmen, welches auf diese Weise vorgenommen wurde, das Schlämmen durch Absetzen oder Sedimentiren, und gründet sich dasselbe auf folgende Thatsache:

Körper von bedeutenderer Größe oder größerem specifischen Gewichte sinken in einer Flüssigkeit rascher zu Boden als Körper von geringerem Durchmesser und geringerem specifischen Gewichte.

In einer Thonmasse haben gewöhnlich die Thonkügelchen unter allen in der Masse vorhandenen Körpern die geringste Größe und auch in den meisten Fällen das kleinste specifische Gewicht, werden somit am längsten in der Flüssigkeit schweben bleiben, und da sie sich zuletzt ablagern, die oberste Schichte des Sedimentes bilden, indeß die größeren und specifisch schwereren Körper in den tiefer liegenden Schichten zu finden sind.

Wenn wir uns eine Thonmasse vorstellen, in welcher alle fremden Körper, die überhaupt im Thone vorkommen können, enthalten sind, so würden sich diese etwa in folgender Weise ablagern. Die unterste Schichte besteht aus den größten Sandtheilchen, aus Quarz- und Feldspathkörnern; über dieser lagert eine bisweilen aus sehr kleinen Theilchen zusammengesetzte Schichte, welche aus Schwefelkies besteht, der wegen seines hohen specifischen Gewichtes in Wasser schnell zu Boden sinkt. Auf diese Schichte würde eine andere gelagert sein, welche aus einem Gemische von wenig Thonsubstanz und viel Eisenoryd besteht. Die nächstfolgende Schichte müßte aus Thonsubstanz, vermengt mit viel Kalkpulver und Glimmer bestehen, und lagert sich auf ihr eine Thonschichte ab, welche mit Magnesia gemengt ist, indeß die oberste, zuletzt abgelagerte Schichte aus fast ganz reiner Thonsubstanz bestehen müßte. Eine scharfe Trennung der Schichten nach den beigemengten Mineralien wäre zwar nicht zu beobachten, sondern vielmehr ein allmähliches Uebergehen jeder Schichte in die angrenzenden.

Das Schlämmen läßt sich auch in der Weise ausführen, daß man den Thon kräftig mit Wasser verrührt

und die milchartige Flüssigkeit in eine längere und sehr schwach geneigte Rinne gießt. In letzterer bewegt sich die Flüssigkeit langsam vorwärts und läßt hierbei allmählich die in ihr schwebenden festen Körper zu Boden sinken. Man wird demnach bei diesem Verfahren die oben aufgezählten Schichten gleichsam nebeneinander in der Rinne liegend finden: nahe an der Eingußstelle den groben Sand, am unteren Ende der Rinne die kleinsten Thontheilchen.

Der Schlammapparat.

Um die Menge der einzelnen Schlammproducte genauer bestimmen zu können, hat man verschiedene Apparate construirt, welche ihrem Zwecke mehr weniger entsprechen. Ein sehr einfacher, aber auch nur ziemlich ungenaue Angaben liefernder Schlammapparat besteht aus einer an einem Ende geschlossenen Glasröhre, an welcher eine Theilung so angebracht ist, daß jeder Theilstrich ein Zehntel vom Volumen der Röhre ausmacht. Das unterste Zehntel der Röhre ist abermals in zehn Theile getheilt.

Man füllt das vollkommen trockene Rohr bis zu ein Zehntel mit dem zu untersuchenden Thone, die übrigen neun Zehntel mit Wasser, schließt das Rohr und schüttelt es so lange kräftig hin und her, bis der Inhalt als gleichförmige milchige Masse erscheint. Das Rohr wird sodann aufrecht an einen Ort gestellt, an welchem es gegen jede Erschütterung geschützt ist, und nachdem sich der Thon zu Boden gesetzt hat, das Sediment beobachtet.

Da das unterste Zehntel der Röhre in zehn Theile getheilt ist, kann man aus dem Aussehen des Sedimentes annähernd abschätzen, aus wie vielen Zehnttheilen grobem und feinem Sand, Schief und reiner Thonsubstanz die untersuchte Thonsubstanz besteht.

Ein Schlammapparat, welcher genaue Angaben liefert, ist der nachfolgend beschriebene Apparat von E. Schöne, welchem man nur den Vorwurf machen kann, daß er ziemlich complicirt ist; er hat aber den Vortheil für sich, daß er die verläßlichsten Angaben giebt, welche von derartigen Apparaten geliefert werden können; man verwendet deßhalb diesen Apparat auch allgemein in jenen Laboratorien, in welchen

Fig. 1.

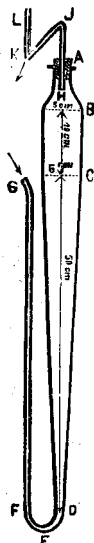


Fig. 2.

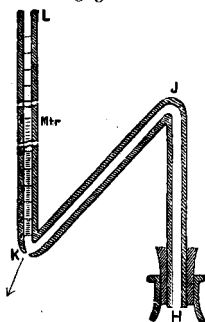
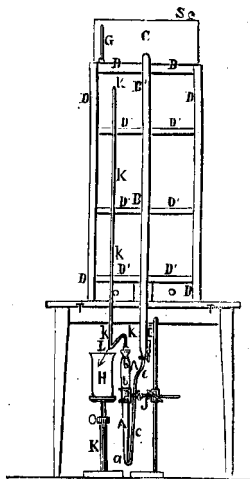


Fig. 3.



man sich mit Bodenuntersuchungen beschäftigt, zur Ermittlung der mechanischen Gemengtheile des Ackerbodens und kann sich desselben auch zur Analyse des Thones bedienen. Die Abbildungen, Fig. 1 und 2, versinnlichen die einzelnen Haupttheile des Schöne'schen Schlammapparates, Fig. 3 die Zusammenstellung der ganzen Vorrichtung, bei welcher das Schlammieren durch Strömung ausgeführt wird.

In Fig. 1 ist der wichtigste Theil des ganzen Apparates, der sogenannte Schlammtrichter sammt dem auf ihm befestigten Abflußrohre AJKL abgebildet; das Abflußrohr, auch Piezometer (Druckmesser) genannt, ist in Fig. 2 etwas größer als in Fig. 1 dargestellt, indeß der Schlammtrichter in Wirklichkeit etwa fünf Mal so groß ist, als er in der Abbildung erscheint.

Die Function des Schöne'schen Schlammapparates beruht nun darauf, daß man den im Wasser aufgeschlämmten Thon im Schlammtrichter der Einwirkung von Wasserströmen aussetzt, welche ganz genau bekannte Geschwindigkeiten haben. Durch den am langsamsten fließenden Strom werden nur die zartesten Theilchen der Thonmasse fortgeführt und die Flüssigkeit in einem besonderen Gefäße gesammelt; ein schneller fließender Wasserstrom nimmt gröbere Theile mit sich und werden diese wieder für sich aufgefangen. Man steigt in dieser Weise mit der Geschwindigkeit der Wasserströme, bis nichts mehr aus dem Schlammtrichter fortgeführt wird und dieser nur mehr die größten Sandtheilchen enthält, welche sich in dem untersuchten Thone vorfinden.

Die Regulirung der Zuflußgeschwindigkeit des zum Schlammern verwendeten, aus dem Behälter C (Fig. 3) kommenden Wassers wird durch das Piezometer, Fig. 2, bewerkstelligt. Das Piezometer besteht, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, aus einem Rohre, welches zwei Male knieförmig gebogen ist und etwa 1 Meter hoch aufsteigt; dieser aufsteigende Theil ist mit einer Theilung in der Weise versehen,

daß der Raum von 1 zu 5 Centimeter in Millimeter

"	"	"	5	"	10	"	"	$\frac{1}{4}$	Centimeter
"	"	"	10	"	50	"	"	$\frac{1}{2}$	"
"	"	"	50	"	100	"	"	$\frac{1}{1}$	"

getheilt ist.

Am unteren Kreise des Piezometers ist bei K die Ausströmungsöffnung angebracht, welche zwischen $1\frac{1}{2}$ und $1\frac{2}{3}$ Millimeter Durchmesser hat und aus welcher das mit den Schlämmp producten beladene Wasser abläuft. Gießt man in den Schlämmtrichter eine Flüssigkeit, welche aus Wasser besteht, in welchem Thon, den man von den größten ihm anhaftenden fremden Körpern durch Sieben befreit hat, vertheilt ist und läßt durch Oeffnen des Hahnes E (Fig. 3) aus dem Behälter C Wasser in das Schlämmrohr treten, so wird dieses bei der Oeffnung K des Piezometers ausströmen. Man kann nun durch entsprechendes Stellen des Hahnes einen Ueberdruck auf das im Piezometer aufsteigende Wasser hervorbringen, welcher sich, so lange die Stellung des Hahnes nicht geändert wird, gleich bleibt und an der Theilung des Piezometers abgelesen werden kann. Dieser Ueberdruck entsteht dadurch, daß man etwas mehr Wasser zufließen läßt, als durch die Oeffnung K ausströmen kann; nachdem der Wasserzufluß constant bleibt und die Größe der Oeffnung K ebenfalls unveränderlich ist, bleibt auch der Ueberdruck ein constanter.

Am Beginn der Arbeit giebt man sehr geringen Ueberdruck, so daß sich z. B. das Wasser in dem ganzen Apparat nur mit einer Geschwindigkeit von 0.2 Millimetern in der Secunde fortbewegt und läßt so lange Wasser durch den Schlämmtrichter fließen, bis aus demselben bei G (Fig. 1) nur mehr ganz klares Wasser abläuft und alle bei dieser Stromgeschwindigkeit überhaupt abschlämmbaren Theilchen der Thonmasse in einem Gefäße gesammelt sind, in welchem sie sich bei genügend langem Stehen in der Ruhe wieder zu Boden setzen.

Nachdem man die feinsten Theilchen abgeschlämmt hat, setzt man ein neues Auffanggefäß unter die Ausflußöffnung

und vergrößert die Stromgeschwindigkeit des Wassers; das schneller strömende Wasser reißt gröbere Theilchen mit sich fort, und erhält man ein Schlammproduct, welches aus minder feinen Theilchen besteht als das erstgewonnene.

Je nach der Sorgfalt, welche man an die mechanische Analyse des Thones wenden will, kann man den Thon in eine beliebige Anzahl von Schlammproducten zerlegen, und bleibt schließlich in dem Schlammtrichter nur mehr der gröbere Sand zurück. Um nun die Menge der Schlammproducte von verschiedenem Feinheitsgrade nach Procenten festzustellen, verfährt man auf die Weise, daß man die Flüssigkeiten in den Auffanggläsern ruhig stehen läßt, wobei sich die festen Körper zu Boden setzen, die Flüssigkeit dann durch gewogene Filter filtrirt, den Bodensatz in das Filter nachspült, die Filter ganz austrocknet und wägt. Hat man ursprünglich genau 100 Gramm von dem zu prüfenden Thon abgewogen, so ergiebt das Gewicht der getrockneten Massen abzüglich des Filtergewichtes sogleich den Gehalt des Thones an den verschiedenen Producten in Procenten.

Es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß die Untersuchung des Thones auf diesem Wege eine ziemlich umständliche genannt werden muß, es ist aber auch gewiß, daß sie unter allen bekannten Methoden die schärfsten Resultate liefert. Die landwirthschaftlichen Versuchstationen sind stets im Besitze eines Schlammapparates, indem ein solcher für die Untersuchung der Ackererden ein unumgänglich nothwendiges Geräth ist; ein Praktiker, welcher eine genaue mechanische Analyse seines Thones zu erhalten wünscht, wird daher am einfachsten dieselbe durch eine solche Anstalt ausführen lassen. Wenn viele Proben auszuführen sind, wird es sich hingegen empfehlen, einen Schlammapparat für den eigenen Gebrauch anzuschaffen und die Analysen selbst vorzunehmen.

III. Die Untersuchung des Thones auf seine Feuerbeständigkeit.

Zur Bestimmung der Qualität eines Thones und seine Verwerthbarkeit für technische Zwecke ist es unumgänglich nothwendig, das Verhalten in verschiedenen Hitzegraden genau zu ermitteln. Nachdem man das Messen hoher Temperaturen mit dem Namen der Pyrometrie (Feuermessung oder Hitzemessung) bezeichnet hat, spricht man auch von dem pyrometrischen Verhalten der Thone.

Die Pyrometrie erstreckt sich auf die Feststellung verschiedener Momente und zwar auf die genaue Messung der Schmelztemperatur, auf die gleichförmige Erhitzung der untersuchten Substanz, auf die genaue Feststellung des Momentes, in welchem letztere zur Schmelzung gelangt und endlich auf die Untersuchung, welchen Einfluß die Zusammensetzung der Substanz auf ihre Schmelzbarkeit nimmt.

Wie sich schon aus dieser Aufzählung ergibt, ist die genaue Bestimmung des pyrometrischen Verhaltens eines Körpers eine Arbeit, welche ziemlich umständlich ist und viele Aufmerksamkeit erheischt; wenn sie mit voller Präcision durchgeführt werden soll, ist sie unbedingt unter die schwierigsten Arbeiten zu rechnen, welche der Physiker auszuführen hat.

Wedgewood's Pyrometer.

Wie nothwendig übrigens für den Keramiker die Anwendung eines Pyrometers sei, war schon dem berühmten englischen Keramiker Wedgewood bekannt, und construirte derselbe das erste für diese Zwecke dienende Instrument. Das Princip, welches demselben zu Grunde liegt, besteht darin,

daß ein Thoncyylinder sein Volumen um so mehr verkleinert, einer je höheren Temperatur er ausgesetzt wird. Wedgewood formte nun aus einem bestimmten Thone Cylinder von ganz bestimmter Größe und setzte sie der Temperatur aus, bei welcher Kupfer, Silber, Gold, Gußeisen und Stahl schmilzt. Einem je höheren Hitzeegrad ein solcher Cylinder ausgesetzt wurde, desto mehr verringerte sich sein Volumen, und um so tiefer mußte er sich zwischen zwei Metalllineale, welche auf einer Platte so aufgeschraubt waren, daß sie zusammen einen spitzen Winkel bildeten, einschieben lassen. Der Punkt, bis zu welchem sich z. B. ein Cylinder, den man der Temperatur des schmelzenden Kupfers oder Silbers ausgesetzt hatte, einschieben ließ, wurde an den Linealen bezeichnet und der Theilstrich mit dem Namen Kupfer- oder Silberschmelzpunkt beschrieben.

Das Wedgewood'sche Pyrometer ist gegenwärtig seiner Ungenauigkeit wegen als völlig veraltet zu bezeichnen, indem man jetzt derartige Instrumente besitzt, welche ungleich verlässlichere Resultate liefern.

Ein solches Pyrometer, welches namentlich für solche Brände, bei welchen es sich nicht um die Erreichung der höchsten Temperaturgrade handelt, geeignet erscheint, ist das in Fig. 4 und 5 abgebildete Silberpyrometer von Brongniart. Der Silbercylinder a b, welcher eine Länge von 20 Centimetern hat, liegt in der Rinne eines aus unglasirtem Porzellan geformten Trägers c und steht an dem Ende dieser Rinne fest, so daß er sich nur nach der anderen Richtung (gegen d hin) ausdehnen kann. An dem Ende b des Silbercylinders liegt ein Cylinder b d aus unglasirtem Porzellan, ebenfalls in die Rinne versenkt. Der Hebel f ist durch das Kupferstück e mit dem Ende d der Porzellanstange verbunden; die Ausdehnung des Silbercylinders in der Wärme bewirkt, daß sich e d nach rechts

verschiebt und durch das Hebelwerk *e f* den Zeiger *g* in Bewegung setzt. Die Feder *h* bewirkt das feste ineinandergreifen der Zähne von *f* und *g*. Der Zeiger *g* spielt auf der Skala *i k*, und ist diese in 300 Theile oder „Pyrometergrade“ getheilt; je 100 Grade entsprechen einer Längenausdehnung des Silbercylinders um 2 Millimeter. Hundert Grade

Fig. 4.

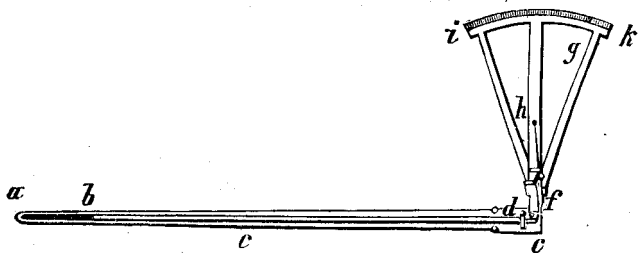
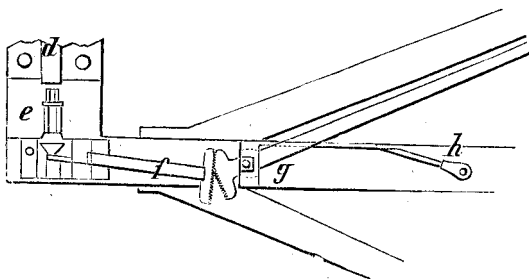


Fig. 5.



Celsius sind beiläufig 27 bis 30 Pyrometergraden gleichzusetzen. Dieses Pyrometer ist bis zu einer Temperatur von 1000 Graden Celsius, bei welcher das Silber schmilzt, zu gebrauchen und genügt für alle Ofen, welche nicht bis zur Hitze der Steinzeug- und Porzellanöfen erhitzt werden sollen.

Nachdem es bei einem Thone nicht darauf ankommt, festzustellen, wann die in demselben enthaltene Thonsubstanz

selbst zur Schmelzung gelangen würde, sondern die Schmelzung an der ganzen Masse eintritt, welche überhaupt verarbeitet werden soll, muß man zur pyrometrischen Prüfung immer das Thonmateriale vorher durch Schlämmung oder Mischung mit Sand oder anderem Thone vorbereiten und dasselbe ganz gleichförmig zu machen trachten, gerade so, wie bei sorgfältiger Arbeit im Großen, indem nur solche Prüfungen wirklich praktischen Werth besitzen.

Die Brennprobe.

Wenn es sich darum handelt, die Feuerfestigkeit eines Thones auf praktischem Wege zu ermitteln, verfährt man am einfachsten in der Weise, daß man zwei gleich schwere Mengen des vorbereiteten Thones abwägt und die eine Hälfte einer sehr hohen Temperatur, z. B. der Hitze des Scharfffeuer- raumes eines Porzellanofens aussetzt; nach dem Brande verwandelt man das gebrannte Stück in feines Pulver, mischt dieses innig mit dem ungebrannten Thone und brennt die Masse abermals. Zeigt sich nach dem zweiten Brande auf den Bruchstücken, welche man mit einem Vergrößerungs- glase untersucht, keine Verglasung oder Sinterung der Masse, so ist der untersuchte Thon absolut feuerfest.

Beobachtet man eine Sinterung, so ist es von Werth, die Temperaturen zu ermitteln, welche der betreffende Thon überhaupt auszuhalten vermag, und verfährt man auf die Weise, daß man auf eine Platte von ganz feuerfestem Thone zwei Porzellan-Tiegel neben einander stellt, von welchen der eine z. B. Kupfer oder Gußeisen, der andere ein Stück des zu untersuchenden Thones enthält; aus gleich. zu erwähnenden Gründen ist es zweckmäßiger, dem Thone die Form einer Platte zu geben, deren Dimensionen ganz genau bekannt sind, diese Platte neben dem Porzellantiegel auf ein

dünnes Platinblech zu legen und das Ganze in den Scharfffeuerraum eines Porzellanofens zu schieben.

Man trachtet nun möglichst genau den Moment wahrzunehmen, in welchem das Kupfer oder Gußeisen in Fluß geräth und zieht die Proben aus dem Ofen. Nach dem Erkalten wird die Thonplatte vorerst in allen Dimensionen genau gemessen und die Volumenverminderung notirt; sodann be- sichtigt man die Platte an der Oberfläche, ob sie nicht gesintert oder an den Rändern verglast ist, bricht sie in zwei Stücke und besieht das Innere der Masse. Ist auch hier nichts von Sinterung zu bemerken, so kann die betreffende Thonmasse als feuerfest für jene Temperaturen bezeichnet werden, welche der Schmelzhitze des Kupfer oder Gußeisens gleichkommen, und kann man mit diesen Versuchen in der Weise aufwärts gehen, daß man die weitere Prüfung des Thones in Vergleichung mit Stahl und Schmiedeeisen folgen läßt; ein Thonmateriale, welches auch die Vergleichung mit Schmiedeeisen erträgt, gehört schon zu den besten feuerfesten Thongattungen und wird noch weiter dadurch geprüft, daß man es mehreren Bränden im Scharfffeuer des Porzellanofens während der ganzen Brenndauer aussetzt.

Hat man, wie angegeben, aus einem Thone eine Platte von prismatischer Gestalt hergestellt, dieselbe, nachdem sie lufttrocken geworden, noch bei etwa 200 Graden getrocknet und ihre Dimensionen genau gemessen, so kann man nach dem Brande durch Wiederholung der Messung genau feststellen, um wie viel die Platte schwindet, wenn man sie durch kurze Zeit einem bestimmten Hitzegrade aussetzt, und um wie viel sie ihr Volumen verringert, wenn man sie andauernd erhitzt, z. B. im Scharffbrande eines Porzellanofens; die so gewonnenen Daten sind, wie wir später bei der Besprechung des Formens der Thongeschirre besprechen werden, für den Praktiker von größter Wichtigkeit.

Die pyrometrische Probe mit Thonerde und Kieselsäure.

Wenn man einem Thone reine Thonerde, d. i. im vorliegenden Falle die chemische Verbindung Aluminiumoxyd Al_2O_3 zufügt, so wird seine Schmelzbarkeit hierdurch vermindert; setzt man dem Thone hingegen reine Kieselsäure zu, so wird seine Schmelzbarkeit vergrößert; wendet man ein Gemenge aus reiner Thonerde und Kieselsäure an, so wird hierdurch die Schwertschmelzbarkeit des Gemisches erhöht.

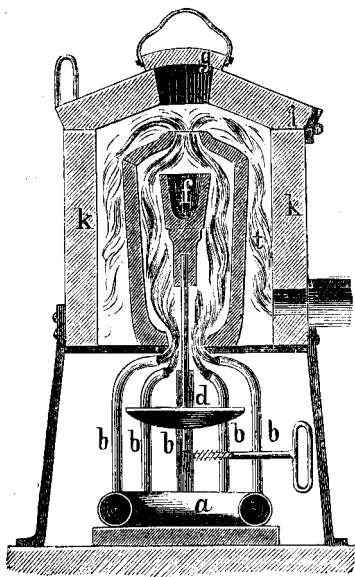
Man kann das eben angezeigte Verhalten der Thone gegen Thonerde und Kieselsäure vortheilhaft dazu benutzen, um festzustellen, welchen Grad von Feuerfestigkeit ein gewisser Thon besitzt und in welchem Verhältnisse man ihn z. B. mit Kieselsäure oder anderen Thonsorten mischen muß, um ein Product von bestimmter Widerstandsfähigkeit zu erhalten. Selbstverständlich kann man bei solchen Mischproben nur dann auf ein zum Ziele führendes Ergebniß rechnen, wenn man die chemische Zusammensetzung der zu verarbeitenden Thone genau kennt.

Um die zu pyrometrischen Proben erforderlichen Hitzegrade mit Leichtigkeit hervorzubringen und eine beliebig lange Zeit andauern zu lassen, ist es zweckmäßig, sich besonderer kleiner Oefen zu bedienen, welche am besten mit Leuchtgas beheizt werden und die Hervorbringung von Temperaturen gestatten, welche jenen des Scharffeuers im Porzellanofen gleichkommen.

Die umstehende Abbildung, Fig. 6, versinnlicht einen Gasofen, welcher sich sehr gut zur Ausführung von pyrometrischen Proben verwenden läßt. Das zur Heizung verwendete Leuchtgas strömt vorerst in das ringförmige Rohr, a und aus diesem in eine größere Anzahl (6 bis 10) vertical

stehende Röhren b, welche oben nach dem Mittelpunkte des Kreises hin gebogen sind. K ist ein aus vollkommen feuerfestem Materiale angefertigter Cylinder, welcher auf einem Dreifuße ruht und unten an einer gewissen Stelle (in der Abbildung auf der rechten Seite) ein horizontales Ansaßrohr besitzt, welches man mit einem gut ziehenden Schorn-

Fig. 6.



steine in Verbindung bringt. Der Cylinder K wird von einem schwach conisch zulau- fenden Deckel, welcher bei i drehbar ist, bedeckt; auf der Oeffnung dieses Deckels sitzt der kleinere Deckel G. Auf dem Boden des Cylinders K steht ein größerer Tiegel aus völlig feuerfestem Materiale, welcher unten mit einer kreis- förmigen Oeffnung versehen und oben durch einen Deckel abgeschlossen ist, welcher in der Mitte gleichfalls ein kreisrundes Loch besitzt. Durch ein aus der Zeich- nung ersichtliches Getriebe ist es möglich, ein Porzellan-

rohr d, auf welchem ein kleiner Porzellanflosz sitzt, höher oder tiefer zu stellen; auf diesen Porzellanflosz setzt man einen oder mehrere kleine Porzellantiegel f, welche die zu prüfenden Substanzen enthalten.

Die Flamme des Leuchtgases nimmt den aus der Zeich- nung ersichtlichen Weg: sie tritt bei der unteren Oeffnung des großen Tiegels ein, umspült den kleinen Tiegel f, tritt

aus dem Deckel des großen Tiegels aus, erhitzt die Außenwände desselben und verläßt endlich den Apparat durch die in *k* angebrachte Seitenöffnung.

Vor Beginn der Versuche ist es angezeigt, mehrere Proben darüber zu machen, an welcher Stelle des ganzen Apparates die höchste Temperatur herrscht und geschieht dies, indem man den Tiegel *f* höher oder tiefer stellt und beobachtet, welche Zeit erforderlich ist, um eine gewisse Menge eines Metalles, z. B. 5 Gramm Gußeisen zum Schmelzen zu bringen.

Um das Ausheben der Proben in einem bestimmten Momente bewirken zu können, bringt man um den Tiegel *f* eine Schlinge aus Platindraht an, welche bis zu *g* emporreicht und kann man dann nach Aufheben des Deckels *g* im gegebenen Augenblicke den Tiegel *f* mit Leichtigkeit ausheben.

Bei *d* ist eine Schale aus Eisenblech angebracht, und verwenden wir dieselbe zum Auffangen von geschmolzenem Metall. Um nämlich genau den Hitzegrad zu bestimmen, welchen wir einer Thonmasse, welche pyrometrisch geprüft werden soll, aussetzen, legen wir neben den Tiegel, welcher die Thonmasse enthält, ein Stück Kupfer, Gußeisen, Stahl oder Schmiedeeisen. Im Augenblicke des Schmelzens tropft das etwas geneigt liegende Metall herab und wird von der Schale *d* aufgefangen; es ist hiermit der Augenblick sehr scharf angezeigt, in welchem der Tiegel *f* auszuheben ist.

Die Thonerde und die Kieselsäure, deren man zu den pyrometrischen Versuchen bedarf, müssen von völliger Reinheit sein, und präparirt man sich dieselben auf besonderer Art. Um die reine Thonerde darzustellen, löst man käuflichen Ammoniakalaun in heißem Wasser, fügt Aetzammoniak hinzu, so lange noch ein Niederschlag entsteht, wäscht Letzteren sorgfältig aus und glüht ihn so heftig, als dies nur möglich ist,

am zweckmäßigsten in einem Platingefäße, welches man in den Scharfffeuerraum des Porzellanofens stellt. Die auf diese Weise gewonnene chemischreine Thonerde oder das Aluminiumoxyd stellt dann eine weiße pulverförmige Masse dar, welche nur im Feuer des Knallgasgebläses und selbst da nur in kleinen Mengen zu einem farblosen Glase schmilzt, in unseren Ofen aber absolut unschmelzbar erscheint.

Die Kieselsäure, deren man zu diesen Versuchen bedarf, stellt man sich aus farblosem Bergkry stall — dieser ist reine Kieselsäure — dadurch in Form eines sehr zarten Pulvers dar, daß man den Bergkry stall heftig glühend macht und in kaltes Wasser wirft, wodurch der sehr harte Bergkry stall einen so hohen Grad von Sprödigkeit annimmt, daß er sich dann ohne Schwierigkeiten im Mörser pulvern läßt. Das durch Pulvern erhaltene Mehl wird durch Schlämmen noch nach Möglichkeit verfeinert, schließlich nochmals gegläht und wie die Thonerde in Gläsern mit festem Verschlusse aufbewahrt; der feste Verschuß ist an den Gläsern darum erforderlich, weil sowohl das Thonerde- wie das Kieselsäurepulver aus der Luft kleine Wassermengen an sich ziehen können.

Um einen Thon, welcher z. B. den Anforderungen, die man für einen bestimmten Zweck von ihm verlangt, nicht vollkommen entspricht, auf sein pyrometrisches Verhalten zu prüfen, fügt man ihm Thonerde nach gewissen Verhältnissen zu, und geschieht dies, indem man von zu untersuchendem ganz trockenen Thone eine gewisse Menge abwiegt und mit 5, 10, 20 u. s. w. Procent reiner Thonerde durch Bearbeiten im nassen Zustande vermengt, aus dem Gemenge dünne Platten von genau bestimmten Dimensionen herstellt und diese nun in dem vorerwähnten kleinen Apparate mit Gasfeuerung erhitzt. Jene Probe, welche die Temperatur erträgt, bei der Gußstahl schmilzt,

ohne ein Sintern oder Glasirtwerden zu zeigen und dann bei weiterer Probe noch durch zwei Stunden die gleiche Hitze aushält, ist völlig feuerfest zu nennen, und kann man dann an die Proben gehen, einen minder feuerfesten Thon durch Mengen mit einem sehr feuerfesten in passendem Verhältnisse zu einem feuerfesten zu machen.

Will man umgekehrt aus einem absolut feuerfesten Thone ein Materiale gewinnen, welches zwar etwas weniger feuerfest ist, dafür aber in größeren Mengen zu haben ist, so wendet man Zusätze von Kieselsäuremehl an und steigt mit diesen ebenfalls von 5 zu 5 Procent, bis man zu einer Probe gelangt, welche bei der Schmelztemperatur des Gußstahles an der Oberfläche schwer glasig wird und bei zweistündigem Verweilen in diesen Hitzegraden schon stark sintert.

Nach den Angaben dieser Versuche setzt man nur die zur Darstellung von Ziegeln oder Gefäßen dienenden Massen aus dem feuerfesten Thone und der entsprechenden Menge feinen Quarzsandes zusammen und bezeichnet sie als feuerfest, indeß man den reinen Thon, welcher wie gesagt absolut feuerfest ist, entweder mit diesem Namen oder mit der Bezeichnung „extrafeuerfest“ versteht.

Anstatt Thonerde und Kieselsäure jedes für sich allein anzuwenden, benützt man zu den pyrometrischen Proben auch Gemische von gleichen Theilen reiner Thonerde und reiner Kieselsäure und fügt einem leichter schmelzbaren Thone so lange nach einem bestimmten Percentsätze von diesem Gemenge zu, bis dasselbe eine für einen gewünschten Grad von Feuerfestigkeit erforderliche Höhe erreicht hat. Bei der praktischen Zusammensetzung jener beständigen Massen geht man dann immer in der Weise zu Werke, daß man den Thon mit gewissen Percentsätzen eines absolut feuerfesten Materiales und reinen Quarzsandes mischt, wobei man in der Regel

etwas kleinere Mengen von dem feuerfesten Thon und Quarz sand anwenden muß, als man an reiner Thonerde und reiner Kieselsäure bei den Versuchen verwendet hatte.

Die Vornahme von pyrometrischen Proben ist namentlich für jene Fabrikanten von Werth, welche Thonwaaren darstellen wollen, die ihrer Natur nach dazu bestimmt sind, hohe Temperaturen zu ertragen, wie dies z. B. bei Steinen, welche zur Ausmauerung von Heizungen dienen sollen, bei Schmelztiegeln, Brennmuffeln u. s. w., der Fall ist. Für den Fabrikanten von gewöhnlichem Töpfergeschirr sind die pyrometrischen Versuche von minderer Bedeutung, indem die Geschirre keinen so hohen Temperaturen ausgesetzt werden, daß ihre Feuerbeständigkeit in Frage käme.

IV. Die Prüfung des Thones auf sein Bindevermögen und seine sonstigen physikalischen Eigenschaften.

Für den Praktiker hat die Bestimmung einiger physikalischer Eigenschaften des Thones, welche zum größten Theile von der Zusammensetzung des letzteren abhängig sind, bedeutende Wichtigkeit, und müssen diese Eigenschaften stets ermittelt werden, wenn man einen Thon nur in Arbeit nimmt.

Diese Eigenschaften sind namentlich das sogenannte Bindevermögen und die Bildsamkeit des Thones, ferner die Volumenverkleinerung oder Schwindung beim Trocknen und Brennen, und schließlich die Porosität des Thones.

Es existiren leider keine Untersuchungsmethoden zur Ermittlung dieser Eigenschaften, welche Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen könnten, sondern muß man sich von Fall zu Fall durch Versuche, welche den betreffenden Verhält-

nissen thunlichst angepaßt sind, darüber Gewißheit verschaffen, wie es mit dem Bindevermögen, der Bildsamkeit u. s. w., bei einem vorliegenden Thone beschaffen ist.

Das Bindevermögen.

Unter Bindevermögen eines Thones versteht man seine Eigenschaft, fremde Körper, welche aus Körnchen bestehen, in sich aufzunehmen und doch eine zusammenhängende Masse zu bilden, welcher ein gewisser Grad von Bildsamkeit zukommt. Um das Bindevermögen eines Thones zu prüfen, verwendet man gewöhnlich den feinsten Quarzsand (Well-sand) und sibt letzteren noch durch Siebe, welche im Quadrat-Centimeter 500 Maschen besitzen.

Um genau die Grenze des Bindevermögens festzustellen, mischt man 99 Gramm Thon mit 1 Gramm Quarzpulver; 98 Gramm Thon mit 2 Gramm Quarzpulver u. s. w. indem man immer nur ein Procent weniger Thon anwendet und dafür die Menge des Quarzsandes vergrößert. Aus den so erhaltenen Massen formt man Cylinder, welche gleiche Dimensionen haben müssen und dem Thongehalte entsprechend mit 99, 98, 97 u. s. w. bezeichnet werden.

Diese Cylinder werden alle zusammen gleichförmig getrocknet und dann mit ihnen auf schwarzem Tuche unter gelindem Aufdrücken ein Strich gemacht. So lange der Quarzgehalt eine gewisse Grenze nicht überschreitet, wird auf dem Tuche kein grauer Strich entstehen: der Thon hat genug Bindevermögen, um nicht abzufärben; ist die Grenze des Bindevermögens aber überschritten, so entsteht selbst bei ganz leisem Streichen der Cylinder auf dem schwarzem Tuche ein deutlicher Strich und färbt der nächstfolgende Cylinder schon bedeutend stärker ab.

Konnte man z. B. bei der Bestimmung des Bindevermögens bis zu dem Cylinder herabgehen, welcher die Nummer 75 hatte, so heißt dies in Worten ausgedrückt: das Bindevermögen des betreffenden Thones geht so weit, daß man 75 Gewichtstheile desselben mit 25 Gewichtstheilen Quarzmehl mengen kann, ohne daß die Masse hierdurch den nöthigen Zusammenhang verliert.

Durch einen der Bestimmung des Bindevermögens folgenden Probebrand muß man sich noch überzeugen, welche Masse von allen, welche genug Bindevermögen haben, auch in dieser Hinsicht am besten entspricht und wird jene auswählen, welche sich in Bezug auf Farbe, Schwindung, Porosität für die Verarbeitung am besten eignet.

Die Bildsamkeit oder Plasticität.

Zur Bestimmung dieser für das Formen der Thonmasse hochwichtigen Eigenschaft wendet man ein rein empirisches Verfahren an, welches darauf beruht, daß ein Thoncylinder von bestimmten Dimensionen sich zu einem um so kleineren Ring zusammenlegen läßt, ohne rissig zu werden, je mehr Plasticität er besitzt. Wir nehmen die Bestimmung der Plasticität in der Weise vor, daß wir uns aus dem zu untersuchenden Thone einen Cylinder formen, dessen Durchmesser genau 2 Centimeter beträgt und Stücke dieses Cylinders an kreisförmige, ebenfalls 2 Centimeter hohe Scheiben legen, deren Durchmesser, von 10 Centimeter beginnend, immer um ein halbes Centimeter abnimmt.

So lange sich noch der Thoncylinder genau um die Scheibe herumlegen läßt, ohne daß der Thoncylinder außen rissig wird, so lange ist die Plasticitätsgrenze nicht überschritten, je geringer der Durchmesser der Scheibe ist, bei

welcher das Rissigwerden eintritt, desto mehr Plasticität ist dem betreffenden Thone eigen.

Ein anderes von uns erfundenes Verfahren, die Plasticitätsgrenze eines Thones zu bestimmen, besteht darin, daß wir aus dem Thone Kugeln formen, deren Durchmesser genau 5 Centimeter beträgt, diese Kugeln auf eine dicke Spiegelplatte legen, mit einer Spiegelplatte bedecken, welche mittels einer Schraubenzwinde niedergedrückt werden kann. Durch langsames Anziehen der Schraube drückt man die Thonkugel zwischen den beiden Spiegelplatten und verwandelt sie langsam in eine Scheibe. In dem Augenblicke, in welchem man das Rissigwerden der Ränder dieser Schraube eintreten sieht, hält man mit dem Niederschrauben inne und mißt den Abstand beider Spiegelplatten genau ab; je geringer der letztere ist, desto größer ist die Bildsamkeit des betreffenden Thones.

Hat man sehr plastischen Thon zur Verfügung, so kann man demselben so lange von einem nicht plastischen Körper zusetzen, bis jene Grenze erreicht ist, bei welcher der Thon noch genügende Plasticität besitzt, um sich leicht verarbeiten zu lassen, ein Verhältniß, bei welchem — wie leicht einzusehen — auch das Bindevermögen mit in's Spiel kommt.

Die Schwindung.

Jeder Thonkörper verringert während des Trocknens und Brennens sein Volumen um ein gewisses Maß; ein nasser Thonwürfel mit genau 10 Centimeter zur Seite hat somit nach dem Trocknen und Brennen weniger als 10 Centimeter zur Seite. Da der Former, welcher den Thon verarbeitet, sehr oft in die Lage kommt, Gegenstände anzufertigen, welche nach ihrer Vollendung ganz bestimmte Dimensionen besitzen müssen, so muß ihm auch, um diese Dimensionen

auch in allen Fällen sicher zu treffen, bekannt sein, um wie viel der Thon beim Trocknen und Brennen schwindet, und müssen die betreffenden Bestimmungen mit aller Sorgfalt gemacht werden, um bei der Anfertigung von Formen, in welchen Geschirre (Teller u. s. w.) dargestellt werden sollen, die Größe der Formen so zu wählen, daß hierbei auf die Schwindung Rücksicht genommen wird.

Wir bestimmen die Schwindung des Thones nach folgendem praktischen Verfahren: Der Thon wird von jener Masse genommen, welche zum Formen fertig gestellt ist (das heißt von jener, welche genügend geschlämmt, gekocht und eventuell mit einer bestimmten Menge von Magerungsmitteln versetzt ist). Zwischen zwei genau 1 Centimeter hohen Linealen walzt man durch Auflegen eines glatten Cylinders eine Scheibe aus dem Thone, welche ebenfalls 1 Centimeter dick ist und schneidet aus dieser Scheibe ein rechteckiges Stück heraus, welches etwa 12 Centimeter lang und 6 Centimeter breit ist.

Dieses Thonstück wird auf eine Glastafel von bekanntem Gewichte gelegt und mittels eines Zirkels, dessen Spitzen genau auf 10 Centimeter Entfernung von einander gestellt sind, über die schmale Seite der Thontafel zwei Linien gezogen und senkrecht auf dieselben ebenfalls eine Linie gezeichnet, so daß man auf der Thontafel eine Linie mit genau 10 Centimeter Länge markirt hat.

Glastafel und Thonscheibe werden nun zusammen gewogen, und erfährt man aus dem Gewichtsunterschiede zwischen dem Gewichte der Glastafel und dem nunmehr gefundenen Gewichte, wie schwer die Thonplatte ist. Das Ganze wird nun in ein Zimmer von gleichförmiger Temperatur gelegt, und kann man in Zeitunterschieden von zwölf zu zwölf Stunden das Gewicht der Thonplatte bestimmen und den Abstand der beiden Marken auf derselben messen. Aus der

Gewichtsabnahme ergibt sich das Fortschreiten des Austrocknens, aus der Messung die zugehörige Schwindung.

Ergiebt sich zwischen zwei auf einander folgenden Wägungen kein Gewichtsunterschied mehr, so ist die Thonplatte lufttrocken geworden; um den letzten Rest von Wasser zu entfernen, erhitzt man die auf der Glastafel liegende Thonplatte noch durch einige Stunden auf 120—130 Grade, bestimmt nochmals die Gewichtsabnahme und den Abstand der beiden Marken; aus beiden Zahlen ergibt sich der Wassergehalt der Thonmasse und der Schwindungscoefficient derselben.

Die Porosität.

Um die Porosität der gebrauchten Thonmasse zu bestimmen, benutzt man die Thatsache, daß ein Thoncylinder um so mehr Wasser aufzusaugen vermag, je mehr Poren er besitzt und je größer dieselben sind. Zur Bestimmung der Porosität formt man aus dem zur Verarbeitung fertig gestellten Thone Platten von 1 Centimeter Dicke, brennt dieselben, läßt sie abkühlen, wägt sie und kocht sie dann durch etwa eine Stunde in Wasser. Nachdem das Wasser erkaltet ist, werden die Platten aus dem Wasser genommen, so lange hingestellt, bis sie an der Oberfläche abgetrocknet sind und abermals gewogen.

Die Gewichtsvermehrung im Vergleiche mit dem ursprünglichen Gewichte der frisch gebrannten Platte zeigt die Menge des von der Thonmasse aufgesaugten Wassers an; je größer diese mit Bezug auf gleiche Gewichtsmengen von Thon ist, desto poröser ist die untersuchte Thonmasse.

Wie man aus der vorstehenden Zusammenstellung aller Arbeiten, welche bei der Untersuchung von Thon in Betracht kommen, entnehmen kann, ist die vollständig durchgeführte

Prüfung eines Thones eine ziemlich umständliche Sache; die Vornahme einer derartigen mit der größten Genauigkeit gemachten Prüfung ist aber für jeden Besitzer eines Thonlagers, welcher alle Eigenschaften des ihm zu Gebote stehenden Materiales kennen lernen will, nicht zu umgehen, und sollte jeder Fabrikant sogar bestrebt sein, diese Untersuchung auf verschiedene Theile seines Thonlagers auszudehnen, indem er dann auch die eventuellen Verschiedenheiten kennen lernt, welche in verschiedenen Partien eines großen Thonlagers stets vorkommen, und auf welche bei der Verarbeitung des betreffenden Materiales genügend Rücksicht genommen werden muß.

Wir lassen nachstehend die Ergebnisse einer mit aller Sorgfalt ausgeführten Thonanalyse folgen, um an einem Beispiele zu zeigen, in welcher Weise solche Untersuchungen zu machen sind.

Untersuchung des Braunkohlenthones von Senftenberg nach S. Jeger.

1. Schlammanalyse unter Anwendung des Schöne'schen Schlammapparates.

Großsand .	Maximal-Korngröße über 0.2	Mm.	Durchmesser		
Feinsand .	"	"	unter 0.2	"	"
Staubsand	"	"	0.04	"	"
Schluff . .	"	"	0.025	"	"
Thonsubstanz	"	"	0.01	"	"

Es wurden zum Behufe dieser Analyse 50 Gramm des rohen Thones bei 120 Grad C. getrocknet, eine Stunde mit Wasser gekocht (um etwa vorhandene Knollen zu erweichen) die größten Theile, wie Wurzeln, größere Steine durch ein Sieb von 0.2 Mm. Maschenweite abgesondert und die durch das Sieb gegangene Masse abgeschlämmt.

Ergebnisse der Schlämmanalyse verschieden fetter Thone.

	1. fett	2. mager	3. mittelfett
Großsand	0·58	0·34	1·50
Feinsand	3·00	28·46	8·80
Staubsand	3·52	13·84	10·90
Schluff	11·16	20·24	12·88
Thonsubstanz	82·18	37·00	65·88
	100·44	99·88	99·96

Chemische Analyse des rohen Thones.

	1. (fett)	2. (mager)
Kieselsäure	62·70	68·36
Thonerde	3·06	18·03
Eisenoryd	60·6	2·79
Kalkerde	0·58	0·72
Magnesia	0·53	0·72
Kali	2·18	2·24
Natron	0·81	0·50
Chemisch gebundenes Wasser bei 120 Grad getrocknet .	8·57	7·54
	99·73	100·90

Chemische Analyse der durch Schlämmen geschiedenen Bestandtheile des rohen Thones.

	3. (mittelfett)			
	Thonsubstanz	Schluff	Staubsand	Feinsand
Kieselsäure	59·99	74·99	84·70	93·38
Thonerde	24·76	14·20	9·30	3·81
Eisenoryd	4·13	3·45	1·11	0·56
Kalkerde	0·93	0·18	0·27	0·10
Magnesia				
Kali	2·48	2·40	2·33	1·37
Natron				
Chem. geb. Wasser .	7·64	4·60	2·43	0·76
	99·93	99·83	100·14	99·98

Verhältnisse der Flußmittel zur Thonerde und Kieselsäure einerseits, der beiden letztgenannten Stoffe anderseits.

3. mittelfeine Sorte

	Flußmittel	Thonerde	Kieselsäure	Summe der nicht schmelzbaren Bestandtheile
	Procent			
Thonsubstanz . . .	1	2·55	7·25	9·80
Schluff	1	1·92	11·10	13·02
Staubsand	1	2·10	21·77	23·89
Feinsand	1	1·61	45·92	47·53

Gewichtsergebnisse der bei 120 bis 130° C. getrockneten Proben in mit Wasserdampf gesättigter Luft.

3. mittelfeine Sorte

	Procent
Thonsubstanz	13·40
Schluff	5·39
Staubsand	2·16
Feinsand	0·40

V. Die nicht plastischen Substanzen oder die Magerungsmittel.

Substanzen, welche keine Plasticität besitzen, werden in der Keramik zu dem Zwecke angewendet, entweder einen sehr bildsamen (fetten) Thon etwas weniger bildsam (magerer) zu machen oder auch zu dem Zwecke, dem Thone eine größere Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung hoher Temperaturen zu ertheilen. — Als Magerungsmittel wendet man gewöhnlich Kieselsäure, sogenannte Chamotte, Scherben von Thongefäßen, Ziegelmehl, Steinkohlensche, Magnesia, Graphit, Holzkohle, Sägespäne, Stroh, Häckerling u. s. w. an.

Wie sich aus dieser Aufzählung ergibt, sind die in der Praxis verwendeten nicht plastischen Substanzen von außerordentlich verschiedener Beschaffenheit, und wendet man dieselben auch für sehr verschiedene Zwecke in der Fabrication von Thonwaaren an.

Die Kieselsäure.

Die Kieselsäure, welcher man sich in der Keramik in sehr großen Mengen bedient, kommt in der Natur sehr häufig und in sehr verschiedenen Formen vor; namentlich sind es aber zwei Varietäten der Kieselsäure, welche hier unser Augenmerk auf sich ziehen: die krystallisirte Kieselsäure und die nicht krystallisirte (amorphe) Kieselsäure. Die krystallisirte Kieselsäure wird nur in der Glühhitze durch Schmelzen mit Alkalien (Kali, Natron) oder mit alkalischen Erden (Kalk) angegriffen und bildet dann mit diesen basischen Körpern Salze oder Silicate; — als der Repräsentant der krystallisirten Kieselsäure kann der Bergkrystall angesehen werden.

Die nicht krystallisirte oder amorphe Kieselsäure wird schon durch längere Berührung mit den Lösungen von Alkalien, z. B. mit Kalilauge aufgelöst, und geht diese Auflösung in der Kochhitze sehr leicht von Statten. Während die krystallisirte Kieselsäure hauptsächlich nur in Form von Mineralien anzutreffen ist, kommt die amorphe auch häufig als Bestandtheil von Pflanzenleibern vor, und besteht z. B. die sogenannte Infusorienerde aus den ungemein kleinen Kieselpanzern von Algen. Als der wichtigste Repräsentant dieser Varietät der Kieselsäure ist der Opal zu nennen.

Die krystallisirte Kieselsäure kommt in der Natur in schönen, farblosen Krystallen als Bergkrystall am reinsten vor; Bergkrystalle, welche durch gewisse Beimengungen gefärbt sind, heißen Amethyste, wenn sie violett, Citrine, wenn sie gelb, Rauchtopas, wenn sie braun oder schwarz gefärbt sind; undeutlich krystallisirte Kieselsäure heißt Quarz; ist derselbe von weißer Farbe, so nennt man ihn Milchquarz, ist er rosenroth, Rosenquarz u. s. w. Der Sand von Steinen, welche aus Urgebirge (Granit, Gneiß) kommen, besteht namentlich im unteren Laufe der Flüsse aus sehr reiner Kieselsäure, indem durch die lösende Kraft des Wassers die anderen Mineralien aufgelöst werden, der Quarz aber blos fortgeschwemmt und schließlich in sehr feines Pulver verwandelt wird. Der Sandstein besteht aus Quarzkörnern, welche durch ein Bindemittel, meistens durch Kalk, zusammengehalten werden. — Endlich ist hier noch der Feuerstein zu nennen, welcher in manchen Gegenden sehr reichlich, meistens in Kreide eingeschlossen, zu finden ist.

Von der nicht krystallinischen Kieselsäure kommt in der Keramik am häufigsten die Infusorienerde (Kieselguhr) zur Anwendung, welche aus ungemein feinen Theilchen besteht und gar keine Plasticität zeigt; Kieselzinter ist amorphe Kiesel-

säure, welche sich aus gewissen heißen Quellen abscheidet und ebenfalls in der Keramik angewendet werden kann.

Ein Zusatz von Kieselsäure zu einem Thone hat entweder die Aufgabe, letzteren weniger plastisch oder magerer zu machen — oder man bezweckt durch denselben, einem Thone, welche sehr arm an Kieselsäure ist, hierdurch die nöthige Menge von Kieselsäure zuzuführen, welche nothwendig ist, um den Thon in einem bestimmten Hitzegrade sintern zu machen.

Der Quarzsand.

Wenn man Quarzsand anwenden will, welcher aus Flüssen abgelagert wurde, so muß man den Sand einer Vorprüfung unterziehen und untersuchen, ob derselbe nicht Kalk in größerer Menge enthält. Wenn man nämlich solch' kalkhaltigen Sand mit Thon mengt und brennt, so reicht bei den gewöhnlichen Thonwaaren die angewendete Temperatur nicht aus, um den Kalk chemisch mit Kieselsäure zu verbinden; sie ist aber hinreichend um den Kalk zu brennen, und werden derartige Thongegenstände, nachdem sie längere Zeit an der Luft gestanden haben, rissig, indem der Aeskalk (gebrannte Kalk) sich mit Kohlensäure, die er aus der Luft anzieht, vereinigt und hierbei sein Volumen vergrößert.

Man prüft einen Quarzsand am einfachsten auf seinen Kalkgehalt, daß man eine gewogene Menge des Sandes mit Salzsäure behandelt und nach dem Auswaschen und Trocknen abermals wägt; der Kalk geht bei dieser Operation vollständig in Lösung.

Die Größe der Sandkörner übt auf die Beschaffenheit der fertigen Thonwaaren bedeutenden Einfluß aus; sind die Sandkörner zu groß, so geschieht während des Brennens Folgendes: Die Thontheilchen und die Quarzkörner dehnen sich in der Hitze entsprechend aus, die Ausdehnung der

Quarzkörner ist aber eine viel bedeutendere, als jene der Thonsubstanz und wirkt, wenn die Größe der Quarzkörner eine gewisse Grenze überschreitet, so mächtig auf die umgebende Thonmasse, daß sie dieselbe zersprengt.

Die Infusorienerde.

Die Dimensionen der Theilchen, aus welchen die Infusorienerde zusammengesetzt ist, sind so geringe, daß die eben angegebene Erscheinung nicht zu befürchten ist; wo sonach die Verhältnisse der Thonwaarenfabrik solche sind, daß ihr billige Infusorienerde zu Gebote steht, bildet letztere das beste Kieselsäuremateriale, dessen man sich bedienen kann.

Zur Darstellung von weißen Geschirrmassen muß man den mit zur Darstellung der Masse verwendeten Sand auf seinen Gehalt an Eisenoxyd prüfen; ist letzterer zu groß, so nimmt die Masse nach dem Brennen eine unangenehme gelbe Farbe an. Man verwendet daher in den Porzellanfabriken entweder nur reinen, eisenfreien Quarz, oder man behandelt eisenhaltigen Quarzsand mit Salzsäure, welche den größten Theil des Eisenoxyds in Lösung bringt.

Der Eisengehalt des Quarzes und Sandes.

Bergkrystall, Quarz oder Feuerstein muß in eigenen Oefen zum Glühen gebracht und dann durch Einwerfen in kaltes Wasser spröde gemacht oder abgeschreckt werden, damit man ihn durch Mahlen und Schlämmen in ein Pulver von jener Feinheit verwandeln könne, welche alle zur Darstellung der Thonmasse dienenden Materialien besitzen müssen.

Ganz besondere Sorgfalt muß man auf die Reinigung jenes Sandes verwenden, welcher zur Darstellung von Glasuren bestimmt ist; enthält derselbe auch nur sehr geringe Mengen von Eisenoxyd, so ist es unmöglich mit einer aus

ihm hergestellten Glasur ein reines Weiß noch eine andere reine Farbe zu gewinnen, indem der gelbliche Farbenton, welcher durch die Anwesenheit des Eisenoxydes bedingt wird, seinen nachtheiligen Einfluß auf die Reinheit der anderen Farben äußert.

Um in dieser Richtung nicht unangenehme Erfahrungen machen zu müssen, beziehen manche Fabrikanten jene Kieselsäuren, deren sie zur Darstellung von Glasuren bedürfen, in Form von reinem Quarz unter Aufwand bedeutender Kosten; sie können letztere aber ganz umgehen, wenn sie einen Sand von mäßigem Eisengehalt durch mehrere Wochen mit roher concentrirter Salzsäure behandeln, dann auswaschen und weiter verarbeiten. Durch die Berührung mit concentrirter Salzsäure giebt der Sand alles Eisenoxyd an die Salzsäure ab und liefert dann völlig farblose Glasuren. In allen Fällen, in welchen die Gegenwart von Eisenoxyd störend wirken könnte, muß man sich durch eine im Kleinen ausgeführte Vorprobe die Ueberzeugung verschaffen, daß die Menge des vorhandenen Eisenoxydes gering genug sei, um auf die Färbung keinen merklichen Einfluß zu üben.

Die Feuerfestigkeit des Sandes.

Reiner Quarzsand ist absolut feuerfest und kann demselben bis zu einem Zehntel, ja sogar einem Fünftel seines Gewichtes an Kalk, Eisenoxyd oder Magnesia zugesetzt werden, ohne daß sich dieses Verhalten ändert; ist aber neben diesen Körpern nur eine ganz geringe Menge von Thonerde vorhanden, so wird das Gemische schon in der Hitze, bei welcher Schmiedeeisen schmilzt, geschmolzen.

Um daher die Feuerbeständigkeit von Sand oder Sandstein zu untersuchen, mengt man Proben derselben mit ein-, zwei-, dreihundert Procent von reinem Quarzmehl,

formt aus der in das feinste Pulver verwandelten Masse Prismen und setzt diese sammt zwei Prismen, von welchen das eine aus ganz reinem Quarzmehl, das andere aus dem zu untersuchenden Materiale besteht, der Schmelzhitze des Schmiedeeisens aus. Jene Probe, welche nach dem Erhitzen im Aussehen der aus reinem Quarz bestehenden Probe am nächsten kommt, zeigt den pyrometrischen Werth des untersuchten Materiales an. War dies z. B. jene Probe, welche 7 Procent Quarzmehl enthielt, so ergiebt sich (der pyrometrische Werth des Quarzes mit 100 angenommen) der pyrometrische Werth des untersuchten Materiales mit 100 weniger 7, sonach mit 93.

Die Chamotte.

Ein für feuerfeste Thone häufig in Anwendung gebrachtes Magerungsmittel ist Chamotte; unter dieser Benennung ist gebrannter, feuerfester Thon, welcher wieder in ein entsprechend feines Mehl verwandelt wurde, zu verstehen. Bisweilen stellt man die Chamotte besonders für sich dar, indem man feuerfesten Thon in besonderen Ofen stark brennt, mahlt, eventuell auch noch schlämmt. Nachdem das Brennen der Chamotte mit beträchtlichen Kosten verbunden ist, trachten die Fabrikanten feuerfester Waaren, die Scherben feuerfester Thongegenstände zu bekommen, welche sie blos zu mahlen brauchen. Scherben von Porzellanmuffeln, Trümmer von Ofenausmauerungen, welche aus feuerfestem Materiale bestanden, werden durch Mahlen in Chamotte verwandelt.

Da die Chamotte als gebrannte Masse nicht mehr schwindet, so vermindert sich durch den Zusatz derselben zum Thone die Schwindung des letzteren, und nimmt auch die Gleichförmigkeit der Masse ab. Mit Bezug auf die Bestimmung vieler feuerfester Waaren, wie z. B. von Schmelztiegeln, Muffeln, ist die verminderte Gleichförmigkeit der

Masse sogar eine erwünschte Eigenschaft, indem derartige Massen erfahrungsmäßig weit leichter schnellen Temperaturwechsel oder starke Stöße ertragen, als ganz gleichmäßig dichte und sehr feinkörnige Massen.

Die Porzellanscherben.

Porzellanscherben dienen als Magerungsmittel für Porzellanmassen; Ziegelmehl wendet man zu gleichem Zwecke für Thonwaaren an, welche zwar nicht feuerfest sein müssen, bei welchen man aber eine größere Festigkeit zu haben wünscht. Selbst ungebrannter, bloß mechanisch aufbereiteter Thon wird als Magerungsmittel benützt und wendet man meist einen sehr mageren und sehr wenig blündigen Thon als Zusatz zu einem sehr fetten an.

Ein sehr billiges und gut verwendbares Magerungsmittel für fette Thone bildet Steinkohlenasche, welche aber besonders zubereitet sein muß. Die Asche muß nämlich fein gesiebt werden, um alle unverbrannten Kohlentheilchen und verschlackten Stücke zurück zu halten, und sie soll vor der Anwendung mit Wasser gewaschen werden, um die in ihr enthaltenen löslichen Stoffe anzuziehen.

Der Graphit.

Mengt man einem an und für sich schon sehr feuerbeständigen Thone Graphit bei, so wird die Feuerbeständigkeit der Masse hierdurch sehr wesentlich erhöht, indem der Graphit absolut unschmelzbar ist und auch die hier sehr schätzbare Eigenschaft besitzt, die Wärme sehr gut zu leiten, so daß Thonwaaren, welche unter Zusatz von Graphit aufgefertigt worden, in Folge dessen sehr bedeutende, rasch aufeinanderfolgende Temperaturänderungen zu ertragen vermögen, ohne zu reißen. Der gute Ruf der bekannten Passauer Schmelztiegel

ist zum großen Theile dem Umstande zuzuschreiben, daß in der Composition der zur Herstellung dieser Ziegel verwendeten Thonmasse eine ansehnliche Menge von Graphit enthalten ist.

Der Graphit, auch Reißbley, Wasserbley genannt, kommt in Form von sechsseitigen Krystallblättern vor, welche im Aussehen hochpolirtem Gußeisen gleichen und eine sehr geringe Härte besitzen; mitunter findet sich jedoch auch Graphit als dichte und schiefrige Masse mit wenig Glanz vor. Wichtige Graphitlager finden sich in Europa in Bayern, Oesterreich und England; dieselben werden aber an Ausdehnung bedeutend von den Graphitlagern Sibiriens und Nordamerikas übertroffen; auch Ceylon liefert bedeutende Massen von Graphit.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht der Graphit aus Kohlenstoff, und zwar unterscheidet man Graphit, dessen Kohlenstoffgehalt nahezu 100 Procent beträgt und hier in den minderen Sorten bis auf 25 Procent herabsinkt. Die neben Kohlenstoff im Graphit noch vorkommenden Körper sind theils flüchtig, theils sind sie Mineralstoffe. Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Kalk und Magnesia kommen fast in jedem Graphite vor.

Je größer der Kohlenstoffgehalt eines Graphites ist, desto werthvoller ist derselbe für alle Anwendungen und sucht man aus diesem Grunde auch für keramische Zwecke einen möglichst reinen Graphit zu erhalten. Mit Bezug auf seine Verbrennlichkeit verhält sich der Graphit sehr ungleich — manche Sorten sind sehr schwierig verbrennlich und hängt die Verbrennlichkeit wahrscheinlich mit der Dichte des Graphits zusammen — je größer das specifische Gewicht, desto schwieriger wird der Graphit zu verbrennen sein.

Für keramische Zwecke, und zwar ganz besonders zur Herstellung von Schmelztiegeln eignet sich vor allen anderen Graphiten jene Sorte, welche stark blätterig ist, indem dann

die Tiegelmasse in Folge der in sie eingelagerten Graphitblättchen eine gewisse Beweglichkeit besitzt und darum schnell erhitzt und eben so schnell wieder abgekühlt werden kann, ohne zu springen.

An Stelle von Graphit wendet man als Magerungsmittel für feuerfeste Thone nicht selten das Pulver von gut ausgebrannten Steinkohlenkokes an, und läßt sich eine (selbstverständlich) feuerfeste Thonmasse, welche mit auf das Feinste gemahlenem Steinkohlenkoke vermengt wurde, sehr zweckmäßig zur Anfertigung von Schmelztiegeln, namentlich für Gußeisen und Gußstahl, verwenden, wobei noch zu bemerken ist, daß derlei Tiegel wegen des geringen Werthes des Steinkohlenkokes im Vergleiche mit jenem des Graphites zu bedeutend billigeren Preisen dargestellt werden können als die Graphittiegel.

Für gewisse Thonwaaren, welche feuerfest und dabei von besonders geringem Gewichte sein sollen, wendet man noch Zusätze gewisser Mengen von Magnesia an, welche Erdart sich ganz besonders durch ein sehr geringes specifisches Gewicht auszeichnet und auch ein vorzügliches Magerungsmittel abgibt. — Unter Anwendung von Magnesia erhält man immer eine Thonmasse, welche nach dem Brennen von geringem specifischen Gewichte — aber genügender Dichte ist.

Kommt die Dichte des gebrannten Thones nicht in Betracht, sondern handelt es sich bei demselben nur darum, daß das Gewicht der Masse so gering als möglich sei, so mischt man dem Thone kleine leicht verbrennliche Körper zu und verwendet zu diesem Behufe Holzmehl (Sägespäne), Stroh, Häckerling, Holzkohlenpulver. Beim Brennen der Thonmasse zersetzen sich die organischen in den Thon eingeschlossenen Körper durch trockene Destillation unter Hinterlassung einer sehr porösen Kohle, welche die Ursache ist, daß

die Thongegenstände bei größerem Volumen geringes Gewicht besitzen.

Wenn man Steinkohlenpulver zur Verfügung hat, so läßt sich dieses ebenfalls in ähnlicher Weise verwenden wie Häckerling, Sägespäne etc., man muß aber darauf bedacht sein, nur sehr feines Steinkohlenpulver in Anwendung zu bringen; nimmt man gröbere Stückchen, so entwickeln diese beim Brennen des Thones eine so große Menge von flüchtigen Producten und Gasen, daß die Poren in der Thonmasse mehr die Beschaffenheit von Blasen annehmen und die Gegenstände hierdurch auch leicht rissig werden.

VI. Die Flußmittel.

Der Zweck, welchen man bei dem Zusage von Flußmitteln zu einem Thone hat, ist jener, der Thonmasse ihre Porosität zu nehmen. In einer Thonmasse, welche absolut frei von jedem Flußmittel ist, finden wir nach dem Brennen die winzigen Kügelchen, aus welchen die Thonmasse besteht, neben einander liegen und muß demzufolge eine solche Thonmasse stets von stark poröser Beschaffenheit sein.

Wenn man hingegen der Thonmasse einen Körper zufügt, welcher in hoher Temperatur den Thon in der Weise angreift, daß eine schwer schmelzbare, frittende oder sinternde Masse entsteht, so ist die Beschaffenheit der gebrannten Thonmasse eine ganz andere: In der hohen Temperatur, welche zur Hervorbringung dieser gefritteten Masse nothwendig ist, werden die Thontheilchen durch letztere gleichsam an einander geklebt und wird in Folge dessen die Porosität sehr verringert. Nimmt man die Menge des Flußmittels sehr groß, so werden die unschmelzbaren Thontheilchen von dem Flußmittel

ganz umhüllt und sind gleichsam die Thonfögelchen in ein schwer schmelzbares Glas eingeschmolzen.

Die meisten Thone enthalten schon von Natur aus eine gewisse Menge von Flußmitteln und bedingt eben der Gehalt an diesen Flußmitteln, daß die betreffenden Thone nicht feuerfest sind; manchen Thonen muß man aber besondere Körper als Flußmittel zufügen, um eine Abnahme ihrer Porosität so weit zu bewirken, daß die aus dem Thone geformten Gefäße keine Flüssigkeit durchlassen.

Die als Flußmittel angewendeten Körper sind in Bezug auf ihre chemische Beschaffenheit sehr verschiedener Natur, und kommen in der Praxis die nachstehend aufgezählten Körper als Flußmittel in Verwendung:

Thonerdehaltige Körper: Feldspath in verschiedenen Varietäten, Granit, Granitstaub.

Kalkhaltige Körper: Kalk, Kreide, Kalkstein, Mergel, Gyps, Knochenerde, Phosphorit.

Magnesiashaltige Körper: Speckstein, Magnesit.

Körper verschiedener Zusammensetzung: Hochofenschlacken, andere Schlacken, von der Gewinnung des Eisens herrührend, namentlich Frischhofenschlacken, Schweißhofenschlacken, Eisenerze, Eisenhammerschlag, Glasfritten.

Die Feldspathe.

Unter dem allgemeinen Namen Feldspath versteht man eine große Zahl von verschiedenen Mineralien, welche nur gewisse Eigenschaften gemeinsam haben, sich aber namentlich in chemischer Beziehung sehr von einander unterscheiden. Für den Keramiker ist es von besonderem Interesse, zu wissen, ob ein Feldspath reich oder arm an Kieselsäure ist, indem hiervon die Eigenschaften dieses Mineralen als Flußmittel abhängig sind. Wir wollen deshalb auch die einzelnen

Feldspatharten von diesem Standpunkte aus betrachten und dieselben in kieselssäurereiche und kieselssäurearme Feldspathe scheiden. Kieselssäurereiche Feldspathe sind die folgenden:

Der Orthoklas.

Der Orthoklas oder gemeine Feldspath kommt sehr häufig in der Natur als Gemengtheil wichtiger Gebirgsgesteine (Granit, Gneiß, Syenit) vor und auch eingeschlossen in Erde, welche aus der Zersetzung dieser Gesteine entstanden ist — der Name Feldspath oder Feldstein hat auf dieses Vorkommen Bezug.

Der reinste Feldspath — nach seinem häufigsten Fundorte, der Adularspitze, Adular genannt — ist farblos; der gewöhnlich vorkommende Feldspath ist zwar meistens von weißer Farbe, jedoch auch von gelber, rother oder brauner Färbung. Da diese Farben durch einen Gehalt von Eisenoxyd bedingt, auch auf die Färbung jener Thonmassen Einfluß nehmen müßten, welchen der betreffende Feldspath als Flußmittel zugesetzt wurde, darf man für Thonwaaren, welche rein weiß bleiben sollen, keinen anderen Feldspath als weißen, welcher nur sehr wenig Eisenoxyd enthält, anwenden.

In chemischer Beziehung ist der Feldspath ein Gemenge aus kieselssaurem Kali und kieselssaurer Thonerde (vergleiche das über die Entstehung des Thones Gesagte). Der Feldspath widersteht der Einwirkung der stärksten Säuren, wird aber bei lang andauernder Berührung mit kohlenensäurehaltigem Wasser zersetzt und unter Ausscheidung von kieselssaurem Kali in Thon verwandelt.

Bezüglich seiner Schmelzbarkeit, jener Eigenschaft, welche ihn als Flußmittel qualificirt, gehört der Feldspath zu den schwer schmelzbaren Mineralien, indem er erst in der höchsten Temperatur, welche man mit einem Löthrohre hervorbringen

kann, zu einer glasartigen Masse schmilzt, welche nach dem Erkalten von trübem, blasigem Aussehen ist und nach dem geringeren oder größeren Gehalte an Eisenoxyd eine gelbe bis dunkelbraune Farbe besitzt.

Der Albit.

Diese Feldspathvarietät, nach ihrer weißen Farbe Albit und nach ihrer chemischen Zusammensetzung Natron-Feldspath genannt, enthält an Stelle des Kalis Natron und ist demnach eine Verbindung aus kiesel-saurem Natron und kiesel-saurer Thonerde. In Bezug auf sein Verhalten gleicht er sehr dem Kalifeldspathe, er ist sehr schwierig von Säuren angreifbar und schmilzt nur um Weniges leichter als der Orthoklas; der Natrongehalt dieses Feldspathes bewirkt, daß durch das schmelzende Mineral die Flamme gelb gefärbt wird.

Seines sehr geringen Eisengehaltes wegen ist diese Varietät des Feldspathes für weißen Thon ein geeigneteres Flußmittel als der Kalifeldspath; derselbe kommt auch etwas leichter in Fluß als der Kalifeldspath.

Der Oligoglas

ist eine Feldspathart, in welcher das kiesel-saure Kali zum größten Theile durch kiesel-sauren Kalk und neben diesem noch durch Natron und Magnesia ersetzt ist; der Oligoglas kommt seltener als die eben aufgeführten Feldspathe in der Natur vor, bildet meistens grau gefärbte Krystalle und zeichnet sich durch etwas geringere Strengflüssigkeit aus. In Folge dieser Eigenschaft ist er zweckmäßig als Flußmittel für solche Thonwaaren verwendbar, welche nicht mehr in Ofen gebrannt werden sollen, in denen man die höchsten Temperaturen erreichen will.

Die kiesel-säurereichen Feldspathe enthalten gewöhnlich zwischen 64 und 68 Percent Kiesel-säure und sind in der

Regel um so strengflüssiger, je mehr Kieselsäure in ihnen vorkommt. Die chinesischen Feldspathe, welche zur Darstellung des Porzellans in China angewendet werden, enthalten sogar 73 bis 77 Procent Kieselsäure und sind demnach zu den strengst flüssigen Feldspathen zu rechnen. Von den an Kieselsäure ärmeren Feldspathen sind zu nennen:

Der Labrador.

Diese Varietät des Feldspathes, nach dem Lande benannt, in welchem man die schönsten Farben spielenden Stücke desselben findet, ist ein Kalk-Natron-Feldspath, dessen Kieselsäuregehalt etwa 53 Procent beträgt. Der Labrador wird durch concentrirte Salzsäure vollkommen zerlegt, und wird die Masse durch die gallertartig ausgeschiedene Kieselsäure sulzig; in der Hitze der Löthrohrflamme bringt man den Labrador leicht zum Schmelzen, und bildet das geschmolzene Stück nach dem Erkalten eine farblose Perle.

Der Anorthit

ist ein Kalk-Feldspath von meist weißer Farbe, welcher durch Salzsäure klar aufgelöst wird und etwas schwieriger zu schmelzen ist, als der Labrador; der Anorthit enthält nur 43 Procent Kieselsäure, und erklärt sich die schwierigere Schmelzbarkeit desselben im Vergleiche mit dem Labrador aus dem Fehlen des Natrons, welches die Schmelzbarkeit vergrößert.

Der Feldspath wird fast immer nur als Flußmittel für feine weiße Waare verwendet und muß einer sorgfältigen Vorbereitung unterzogen werden; manche ganz weiße Feldspathe werden nämlich beim Glühen roth oder braun und würden die Thonmasse färben. Um diese unliebsame Erscheinung zu vermeiden, macht man die Feldspathe glühend, schreckt sie im Wasser ab und scheidet dann die stärker gefärbten Stücke ganz aus, indeß die weißgebliebenen zerkleinert werden.

Der Granit.

Das Gebirgsgestein Granit besteht aus einem Gemenge von Quarz, Feldspath und Glimmer; bisweilen tritt der Quarz und der Glimmer sehr zurück, und erhält man einen Feldspath, in welchen Glimmer in solchen Blättern eingelagert ist, daß die Zeichnung der Bruchflächen solchen Granites an hebräische Schriftzeichen erinnert und man dieses Gestein auch deshalb als „Schriftgranit“ oder Pegmatit bezeichnet.

Der sogenannte Cornish-stone, dessen man sich in Cornwallis sehr häufig in den Töpfereien bedient, besteht aus einem Schriftgranite, welcher theilweise verwittert ist und neben Feldspath noch Quarz und Kaolin enthält. An Orten, in deren Nähe sich Gesteine von der Beschaffenheit des Cornish-stone befinden — in China kommt ein dem Cornish-stone ganz ähnliches Mineral, Petim-tse genannt, vor — ist für die Anlage von Töpfereien schon von der Natur sehr gut vorgesorgt, indem derartige halbzersetzte Feldspathe ein ausgezeichnetes Materiale abgeben.

Der Staub, welcher in Gegenden, in welchen man die Straßen mit Feldspath beschottert, von den Straßen abnimmt, läßt sich sehr zweckmäßig in den Thonwaarenfabriken verwenden, da er der Hauptsache nach aus sehr fein zertheiltem Feldspath besteht.

Der Kalk.

Der Kalk wird meistens in Form von gebranntem Kalk angewendet, indem sich dieser durch Ablöschen mit Wasser in ein ungemein zartes Pulver verwandelt, welches mit mehr Wasser einen Brei liefert, der sich leicht mit dem Thone mengen läßt. Zur Darstellung des Kalkes wählt man einen eisenfreien Kalkstein von heller Farbe; stark eisenschüssiger

Kalk ergiebt gebrannten Kalk von gelblicher Färbung, dunkel-
farbiger Kalkstein aber einen Kalk mit einem Stich in's
Graue. Soll der Kalk für Thone angewendet werden,
welche selbst gefärbt sind, so ist die Farbe des Kalkes ganz
Nebensache.

Die Kreide

ist kohlensaurer Kalk, welcher aus den Schalen ungemein
kleiner Thiere besteht und in Folge dessen durch Mahlen und
Schlämmen in ein unfühlbare Pulver verwandelt werden
kann; ihres Freiseins von Eisen wegen benützt man die Kreide
vorzugsweise zur Fabrikation von ganz weißem Porzellan.

Der Kalkstein

wird, wenn auch seltener als gebrannter Kalk oder Kreide,
als Flußmittel verwendet, und muß man für Waaren von
weißer Farbe stets einen Kalkstein wählen, welcher weder
stark eisenschüssig, noch durch organische Substanz dunkel
gefärbt ist.

Der Mergel.

Mergel ist ein Mineralgemische aus Thon und Kalk,
in welchem sowohl der Thon als der Kalk überwiegen kann;
Mergel von der letztgenannten Beschaffenheit findet Anwen-
dung zur Fabrikation ordinärer (brauner) Fayence und von
verglasten Ziegeln (der sogenannten Klinker).

Der Gyps.

Gyps oder schwefelsaurer Kalk ist ein häufig vorkom-
mendes Mineral von geringer Härte, welches sich farblos
(Fraueneis), weiß und durchscheinend (Alabafter), oder dicht
in allen möglichen Farbnuancen vorfindet. Der Gyps ist
verhältnißmäßig leicht schmelzbar, und darf für feine Waare
ebenfalls nur solcher Gyps verwendet werden, welcher auch
eisenfrei ist.

Die Knochenerde.

Die Asche, welche hinterbleibt, nachdem man Knochen völlig weiß gebrannt hat, besteht der Hauptsache nach aus dreibasisch phosphorsaurem Kalk und dient als Zusatz mancher dem Porzellan ähnlichen Massen. In der Natur kommt phosphor-saurer Kalk als Phosphorit vor, und läßt sich dieses Mineral ähnlich wie die Knochenerde in der Keramik verwenden.

Die magnesiahaltigen Körper.

Von den magnesiahaltigen Körpern kommt bisweilen Dolomit, ein aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia bestehendes Mineral anstatt Kalk zur Anwendung; häufiger jedoch wird

der Speckstein

verwendet. Dieses Mineral von weißer Farbe und so geringer Härte, daß es sich mit dem Messer schneiden läßt, besteht aus kiesel-saurer Magnesia und Wasser und dient namentlich zur Darstellung von sehr stark durchscheinenden Porzellanmassen sowie zur Bereitung von Porzellan-glasuren, welche die Eigenschaft haben, sehr leicht rissig zu werden. Porzellan-gegenstände, deren Glasur allseitig von Sprüngen durchzogen ist, bilden eine Specialität, welche unter dem Namen „craquelé“ bekannt ist.

Die Schlacken.

Ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften nach kann man die Mehrzahl der Schlacken als Gläser ansehen, deren Zusammensetzung freilich je nach dem Ursprunge der Schlacken eine sehr wechselnde ist. Die Hochofenschlacken bestehen aus Gläsern, welche ziemlich strengflüssig sind und aus den Beimengungen der Eisenerze und den entsprechenden Zusätzen (Zuschlägen), welche man letzteren giebt, beim

Erblasen des Roheisens entstehen, meistens durch ihren ziemlich hohen Eisengehalt eine dunkle Färbung besitzen und sich ganz besonders zur Darstellung von Klinkern eignen.

Die Schweißenschlacken sind meistens noch strengflüssiger als die Hochofenschlacken und dürfen deshalb nur in geringen Mengen neben leichter schmelzbaren Flußmitteln verwendet werden. Eisenerze zeigen je nach ihrer chemischen Zusammensetzung ein sehr wechselndes Verhalten und liefern dunkelfarbige Thonmassen, die zur Anfertigung von Pflaster-Klinkern gut geeignet sind. In ähnlicher Weise verhält sich der Eisenhammerschlag, das ist jenes Pulver, welches beim Schmieden von glühendem Eisen abfällt und aus Eisenoxyd-
Oxyd besteht.

Die Glasfritten.

Unter Fritten versteht man in der Glasfabrikation jene Massen, welche durch das erstmalige Schmelzen der miteinander gemengten Materialien, aus welchen Glas entstehen soll, dargestellt werden, und unterscheiden sich die Fritten von der fertigen Glasmasse besonders dadurch, daß die Masse noch nicht vollkommene Gleichförmigkeit besitzt.

Für keramische Zwecke stellt man Fritten dar, welche sich von den gewöhnlichen Glasfritten dadurch unterscheiden, daß sie viel strengflüssiger sind als diese; der Grad der Strengflüssigkeit richtet sich eben nach dem Zwecke, zu welchem die Fritten bestimmt sind. Im Allgemeinen stellt man diese Fritten durch sehr heftiges Glühen von Mischungen aus feinem Quarzsand, Potasche, Salpeter, Soda oder Kochsalz dar.

VII. Die Materialien, welche zur Darstellung von Glasuren dienen.

Die Glasuren sind, wie schon der Name andeutet, Massen, welche mit dem Glase eine gewisse Aehnlichkeit besitzen und kann man in der That die Glasuren als Gläser bezeichnen, deren Zusammensetzung und Schmelzbarkeit jenen Massen angepaßt sind, welche mit Glasur überzogen werden sollen.

Der Zweck, welchen man mit der Anwendung der Glasuren anstrebt, ist ein dreifacher. Die Glasur soll der an und für sich matten, glanzlosen Thonmasse jenes glänzende Aussehen ertheilen, welches für das Glas so charakteristisch ist, und bewirkt die Glasur außerdem die völlige Undurchdringlichkeit des Gefäßes für Flüssigkeiten; ein nicht glasierter Thongegenstand ist meistens so porös, daß er Flüssigkeiten, wenn auch langsam, durchsickern läßt, ein glasierter ist vollkommen flüssigkeitsdicht. Der dritte Zweck, welchen man beim Glasiren neben den beiden ersten verfolgen kann, ist jener, die natürliche Farbe des Thones dadurch zu verdecken, daß man die Glasur einerseits undurchsichtig macht und anderseits dieselbe färbt. Während das charakteristische Merkmal für die feinste Glasur, das ist jene, welche bei weißem Porzellan angewendet wird, in ihrer vollkommenen Durchsichtigkeit und Farblosigkeit liegt, wendet man für mindere Sorten von Thonwaaren nicht nur unreinere Materialien an, welche an und für sich schon eine farbige Glasur liefern, sondern setzt denselben außerdem Farbstoffe zu.

In der Glastechnik nennt man Gläser, welche undurchsichtig gemacht werden, Emaille, und besteht z. B. der weiße

Ueberzug auf Eisengeschirren, wie man sie in der Küche anwendet, aus Emaillé — man sollte demnach auch derartige Ueberzüge auf Thongefäßen als Emaillé bezeichnen; der Ausdruck „Glasur“ ist aber ein allgemein eingebürgerter und nennen die Keramiker sowohl die farblosen als undurchsichtig gemachten und gefärbten Ueberzüge „Glasuren“.

Welche Zusammensetzung auch eine Glasurmasse erhält, immer soll man bestrebt sein, letztere so herzustellen, daß sie in Bezug auf Ausdehnung und Zusammenziehung so viel wie möglich mit der unter ihr liegenden Thonmasse gleich ist; nur von einer Glasur, welche dieser Anforderung entspricht, läßt sich Dauerhaftigkeit erwarten, und bleibt die Glasur nach raschem Erwärmen und Wiedererkalten des betreffenden Gegenstandes unverfehrt, während eine Glasur, die sich in der Wärme in anderer Weise ausdehnt als die unter ihr liegende Thonmasse, oft schon nach einmaligem Erwärmen unzählige Risse bekommt, die Anfangs zwar kaum sichtbar sind, aber bald deutlich hervortreten.

Dieses Zerspringen der Glasuren ist in allen Fällen ein Beweis einer fehlerhaften Zusammensetzung der Glasurmasse, eine Ausnahme hievon findet nur in dem Falle statt, in welchem man das Zerspringen der Glasurmasse absichtlich herbeizuführen wünscht, wie bei den schon oben erwähnten Porzellangegegenständen, welche man als „craquelé“ bezeichnet.

Man kann die Glasuren nach ihrer Zusammensetzung in mehrere Gruppen trennen und unterscheidet hauptsächlich folgende Glasurarten:

1. Bleifreie Glasuren: Alkali-Glasuren und Alkali-Erden-Glasuren.

2. Bleihaltige Glasuren: Glasuren, welche nur aus kiesel-saurem Bleioxyd bestehen; Glasuren, welche kiesel-saures und bor-saures Bleioxyd enthalten; Glasuren, welche Blei,

Kieselsäure, Alkalien und außerdem noch Zinnoxid oder Antimonoxid enthalten und sich in ihren Eigenschaften sehr den Emaillen nähern.

Die Alkali-Glasuren.

Diese Glasuren sind als Natrongläser zu betrachten, welche mit einer gewissen Menge von kieselhaurem Thonerde verbunden sind und demnach zu den schwer schmelzbaren und widerstandsfähigen Glasarten gehören. Die Alkali-Glasuren werden auf Steinzeug in sehr einfacher Weise dadurch dargestellt, daß man, sobald die Geschirre im Ofen in heftiger Gluth stehen, Kochsalz in den Ofen wirft; das Kochsalz verflüchtigt sich und zerlegt sich in Berührung mit der Kieselsäure in der Weise, daß kieselhaures Natron entsteht, welches sich mit einem Theile der vorhandenen kieselhauren Thonerde zu einem Doppel-Silicate, d. i. zu Glas vereinigt. Diese Kochsalz-Glasuren haften sehr fest an der Oberfläche der Geschirre und verschmelzen sehr vollständig mit der Thonmasse; da sie sehr dünn sind, so springen sie auch bei raschem Erhitzen der Gefäße nicht leicht.

Anstatt das Glasiren mittels Kochsalzdämpfen vorzunehmen, wendet man auch concentrirte Lösungen von Wasserglas zu diesem Zwecke an. Das Wasserglas ist kieselhaures Natron, und ist letzteres eines der im Wasser löslichen Salze der Kieselsäure. Beim Glühendwerden des Gefäßes während des Brennens verbindet sich das kieselhaure Natron mit der kieselhauren Thone, und wird somit genau dasselbe erreicht, was man durch das Glasiren mit Salz erreicht.

Wirft man wasserfreies Glaubersalz in den Ofen, so verflüchtigt dasselbe; in Berührung mit der glühenden kieselhaurehaltigen Masse der Geschirre wird aus dem Glaubersalze die Schwefelsäure ausgeschieden und verbindet sich das

Matron wieder mit der Kieselsäure, indeß die Schwefelsäure verflüchtigt wird.

Zur Darstellung dunkelfarbiger Alkali-Glasuren kann man sich Gemenge aus Soda oder Potasche mit feingemahlenem Basalt darstellen; nachdem der Basalt ein Mineral ist, welches in seiner Zusammensetzung eine gewisse Aehnlichkeit mit Glas hat, das durch Eisenoryd dunkel gefärbt wurde, erhält man aus dem passend bereiteten Gemische von Basaltpulver und Soda eine dunkelgefärbte Glasur.

Nachdem die Basalte aus verschiedenen Gegenden auch eine sehr verschiedene quantitative Zusammensetzung haben, muß man sich bei Anwendung dieses Materiales durch eine Reihe von Vorproben, welche man im Kleinen ausführt, die Mengen von Soda und Basaltmehl feststellen, welche zusammen eine Glasur von der richtigen Beschaffenheit ergeben.

Die Alkali-Erden-Glasuren.

Der Unterschied zwischen den Alkali-Glasuren und den Alkali-Erden-Glasuren liegt darin, daß letztere neben kiesel-sauren Alkalien und kiesel-saurer Thonerde auch noch kiesel-sauren Kalk enthalten und sich durch große Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkungen und durch Schwer-schmelzbarkeit auszeichnen. Glasuren von dieser Zusammensetzung werden vorzugsweise zum Glasiren von hartem Porzellan verwendet und in diesem Falle aus Quarzmehl, Kaolin, Feldspath, Gyps und Porzellanmehl (durch Zerkleinern von Bruchporzellan erhalten) bereitet. Für minder feine derartige Glasuren, welche auch dann nicht mehr farblos sind, benützt man Quarzsand, Thon, Feldspath neben Gyps oder Kreide.

Die Alkali-Glasuren und die Alkali-Erd-Glasuren sind unter allen Glasuren die widerstandsfähigsten sowohl gegen

chemische Einwirkungen als auch gegen hohe Temperaturen und verdienen namentlich wegen der erstgenannten Eigenschaft auch bei der Fabrikation der gewöhnlichen Töpferwaaren in weit ausgedehnterer Weise angewendet zu werden, als dies gegenwärtig der Fall ist.

Die Blei-Glasuren.

Die Blei-Glasuren gehören durchweg zu den leicht schmelzbaren, aber auch zugleich zu den Glasuren, welche am wenigsten chemischen Einwirkungen widerstehen; der Grad ihrer Schmelzbarkeit hängt mit ihrem Gehalte an Bleioxyd zusammen; je größer derselbe ist, desto leichter läßt sich die betreffende Glasur schmelzen.

Die Materialien, welche man zur Darstellung von Blei-Glasuren in Anwendung bringt, sind entweder gemahlener und geschlämmter Bleiglanz — das ist Schwefelblei oder gewöhnliches Bleioxyd, Bleiglätte — oder jenes Bleioxyd, welches unter dem Namen Mennige oder Minium bekannt ist; bisweilen wendet man auch basisches Bleicarbonat — das unter dem Namen Bleiweiß bekannte Farbmateriale, an.

Bleiglanz für sich allein angewendet, kann einfach durch Aufstauben auf dem noch nicht trockenen Geschirre befestigt werden, liefert aber keine schöne, glänzende Glasur und kann deshalb nur für ordinäre Töpferwaare verwendet werden. In der Hitze des Ofens entsteht aus dem Bleiglanze kiesel-saures Bleioxyd, der Schwefel verbrennt zu schwefliger Säure.

Die Bleioxyde geben schönere Glasuren als Bleiglanz und verbinden sich inniger mit der Kieselsäure; Glätte kommt meistens für minder feine Waaren in Anwendung, da sie oft durch fremde Metalloxyde verunreinigt ist und dem zu Folge keine farblose Glasur bilden kann; wenn es sich um die Erzielung einer solchen handelt, muß man immer Bleiweiß

oder Mennige verwenden, welche zwar theurer als Glätte sind, aber keine fremden Metalloxyde enthalten.

Die reinen Blei-Glasuren sind weich, werden dem zu Folge bald glanzlos und sind auch, wie erwähnt, gegen chemische Einflüsse wenig widerstandsfähig. Besser verhalten sich in dieser Beziehung jene Blei-Glasuren, welche man unter Mitverwendung von Borsäure darstellt.

Setzt man die Glasur aus Bleioxyd und Borax zusammen, so entsteht in der Hitze des Brennofens ein Bleioxyd-Natronglas, in welchem Kieselsäure und Borsäure enthalten ist; hat man neben Bleioxyd Borsäure verwendet, so bildet sich eine Verbindung aus Bleioxyd mit Borsäure und Kieselsäure. — Glasuren von dieser Zusammensetzung sind härter und glänzender als solche, welche keine Borsäure enthalten, und werden dieser Eigenschaften wegen besonders zum Ueberziehen von feinem Steinzeug und auch mancher weicher Porzellane verwendet.

Die dritte Kategorie von Blei-Glasuren umfaßt jene, welche aus Bleioxyd, Kieselsäure und Natron oder Kali unter Zusatz von Zinnoxyd oder Antimonoxyd bereitet werden. — Es sind diese Glasuren farblose Bleinatron- oder Bleikali-Gläser, in welche das höchst fein vertheilte Zinnoxyd oder Antimonoxyd eingelagert ist und die Undurchsichtigkeit und weiße Farbe der Glasurmasse bedingt.

Man wendet Glasuren von dieser Beschaffenheit sehr häufig an, um Thongegenständen, welche aus gelbem oder dunklem Materiale dargestellt werden, ein schön weißes Aussehen zu geben, und werden z. B. die Theile weißer Thonöfen in dieser Weise glasirt. Indem man diesen Emaille-Glasuren, die, wenn richtig dargestellt, immer eine schön weiße Farbe besitzen, färbende Metalloxyde zusetzt, erhält man Glasuren von verschiedenen Farben und kann derartige

Glasuren zweckmäßig zur künstlerischen Ausschmückung von Thongegenständen benützen.

Vom chemischen Standpunkte aus betrachtet, ist das Glasiren der Thonwaaren mit Blei-Glasuren ein Verfahren, das mit den Fortschritten, welche die Chemie in neuerer Zeit gemacht hat, nicht in richtigem Verhältnisse steht, sondern als ein sehr rohes und veraltetes bezeichnet werden muß. Das allein richtige Verfahren wäre jenes, nach welchem man die Glasuren nicht während des Brandes der Thongefäße und auf diesen selbst entstehen läßt, sondern die Glasurmasse für sich allein anfertigt, mahlt, schlämmt, das Pulver auf die zu brennenden Gefäße aufträgt und diese dann dem Brande unterwirft.

Die Zusammensetzung der Glasurmassen, welche man in einer Fabrik anwendet, sollte von der Beschaffenheit des in der Fabrik verarbeiteten Thones abhängig gemacht werden, und sollte man für Thone, welche hohe Hitzegrade auszuhalten vermögen, auch Glasurmassen von hochliegendem Schmelzpunkte anwenden, indem solche Glasurmassen weit glänzender, härter und auch gegen chemische Einflüsse viel widerstandsfähiger sind, als die leichtflüssigen Bleigläser.

Es würden hierdurch auch jene Uebelstände entfallen, welche die Anwendung der gewöhnlichen Blei-Glasuren mit sich bringt, Uebelstände, gegen welche man vom gesundheitspolizeilichen Standpunkte mit Recht Einspruch erheben kann. Die leichtflüssigen Blei-Glasuren sind nämlich, trotzdem sie Gläser sind, dennoch chemischen Einflüssen ziemlich stark unterworfen. Besonders leicht werden solche Glasuren von gewissen organischen Säuren, wie sie in vielen Speisen vorkommen, angegriffen, wie von Essig-, Milch-, Wein- und Aepfelsäure, so daß hierdurch die Speisen bleihaltig werden können.

Wenn nun auch die Mengen von Blei, welche auf diese Weise in eine Speise gelangen können, sehr geringe

sind, so reicht doch schon die Thatsache, daß die Geschirre Bleiverbindungen an die Speise abgeben können, hin, um solche Geschirre von der Verwendung als Küchen- und Tischgeschirr auszuschließen, indem das Blei zu den sehr giftigen Metallen zu rechnen ist.

Das einfachste Verfahren, um zu ermitteln, ob eine Blei-Glasur überhaupt genug Widerstandsfähigkeit in chemischem Sinne besitzt, besteht darin, daß man ein mit der zu untersuchenden Glasur versehenes Gefäß mit starkem Essig füllt und letzteren so weit einkocht, daß etwa nur mehr der vierte Theil der ursprünglichen Flüssigkeit vorhanden ist. Diese Flüssigkeit muß, nachdem man während einer halben Stunde Schwefelwasserstoffgas durch sie geleitet hat, völlig klar und farblos bleiben, wenn die Glasur von entsprechender Beschaffenheit ist.

Nimmt die Flüssigkeit in Folge der Behandlung mit Schwefelwasserstoff ein trübes, graues Aussehen an, oder bildet sich in ihr ein schwarzer Niederschlag, so deutet dies darauf, daß durch den Essig aus der Glasur Bleioxyd in Lösung gebracht wurde, indem der sich bildende Niederschlag aus Schwefelblei besteht. Man wird auch in diesem Falle die Wahrnehmung machen, daß die Glasur des Gefäßes an jenen Stellen, welche mit dem kochenden Essig durch längere Zeit in Berührung waren, matt und etwas rauh geworden ist, indem die vormalig glatte Oberfläche durch die Einwirkung der Essigsäure zerfressen wurde.

Eine Glasur von diesen Eigenschaften ist grundsätzlich von jeder Verwendung zum Glasiren solcher Gefäße auszuschließen, welche für Küchen- oder Tafelzwecke bestimmt sind, sie kann aber ganz wohl zum Glasiren von Wasserkrügen, Waschbecken, Ofenschkeln u. s. w., kurz von allen Gegenständen verwendet werden, welche nicht mit Speisen in Berührung kommen sollen.

Wir werden noch an späterer Stelle auf die Darstellung der Glasuren zurückzukommen haben und daselbst zeigen, daß man im Stande ist, auch den Blei-Glasuren eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse zu geben, um die Anwendung der mit solchen Glasuren versehenen Gefäße auch für Küchenzwecke zu ermöglichen, ohne befürchten zu müssen, daß Blei in Lösung gehen könne. Es ist aber in diesem Falle, wie schon angedeutet wurde, unumgänglich nothwendig, auf die Fabrikation der Glasuren eine größere Sorgfalt zu verwenden und dieselben für sich allein darzustellen, indem sich nur unter diesen Verhältnissen volle Gleichförmigkeit der Glasurmasse erzielen läßt.

VIII. Die mechanische Bearbeitung des Thones.

Der Thon, welcher auf Lagern in der Natur vorkommt, ist, selbst wenn er von außerordentlicher Reinheit ist, doch nicht von solcher Beschaffenheit, daß man ihn unmittelbar verarbeiten könnte und muß einer sehr sorgfältigen mechanischen Bearbeitung unterzogen werden, um jene Eigenschaften zu erlangen, welche man von ihm beansprucht.

Die Art der Bearbeitung hängt einerseits von der Beschaffenheit des Thonlagers ab und wird andererseits auch von dem Zwecke bedingt, welchen man bei der Verarbeitung des Thones im Auge hat. Ein Thon, welcher nur zur Herstellung ganz ordinärer Waaren, wie gewöhnliche Mauerziegel, Drainröhren u. s. w., zu dienen hat, wird — schon aus rein materiellen Gründen — einer weniger sorgfältigen Bearbeitung unterzogen werden, als ein Thon, der das Material zur Fabrikation besserer Töpferwaare abgeben soll; jene Thone, welcher zur Anfertigung hochfeiner Waare, z. B. feinen Porzellans, zu dienen haben, müssen der auf-

merksamsten Vorarbeit unterzogen werden, um wirklich jenes werthvolle Materiale zu liefern, aus welchem allein tadelloses Porzellan dargestellt werden kann.

Der Zweck, welchen man bei der mechanischen Bearbeitung des Thones verfolgt, ist jedoch bei allen Thonsorten der gleiche: man sucht nämlich den einzelnen Theilchen, aus welchen die Thonmasse zusammengesetzt ist, volle Beweglichkeit zu geben und hiedurch die Bildsamkeit oder Plasticität der Masse so groß als möglich zu machen, und strebt man ferner dahin, den Thon mit den absichtlich gemachten Zusätzen (Sand, Magerungsmitteln) auf das Innigste und Gleichförmigste zu vermischen.

Die Arbeiten mit dem Thone beginnen immer damit, daß man den Thon aus dem Lager gewinnt, und geschieht dies entweder in ganz offenen Tagbauen, Lehmgruben oder in mehr weniger bergmännischer Weise; die Lagerverhältnisse des Thones entscheiden über die Art der Gewinnung: ist das Thonlager von einer zu dicken Lage anderer Mineralien bedeckt, so ist das Abräumen letzterer zu kostspielig und muß man das Thonlager in ähnlicher Weise ausbeuten, wie man unterirdische Steinbrüche ausbeutet.

Der Thon wird zuerst, und meist schon bei der Gewinnung selbst, einer gründlichen Reinigung unterworfen, indem die Arbeiter angewiesen sind, größere Steine, Mergelknollen, Wurzeln und überhaupt jeden größeren fremden Körper auszulesen, und gewinnt man so den Thon in Form größerer, harter Stücke.

Das Auswintern.

Es handelt sich zunächst darum, die sehr fest zusammen haftenden Thontheilchen von einander zu trennen, und geschieht dies in unseren Gegenden gewöhnlich durch

das sogenannte Auswintern. Das Auswintern wird in verschiedenen Gegenden in verschiedener Weise vorgenommen, doch ist die Art und Weise, in welcher man diese Arbeit ausführt, stets ziemlich gleichgiltig, wenn nur das Verfahren überhaupt ein richtiges ist.

Man strebt nämlich beim Auswintern des Thones dahin, der Thonmasse, welche vom Regen gehörig durchfeuchtet ist, eine möglichst große Oberfläche zu geben, und setzt die Thonstücke zu diesem Behufe entweder in Form niederer Prismen von dreieckigem oder vierseitigem Querschnitte auf; zwischen den Prismen, welchen man eine so große Länge giebt, als es die Ausdehnung des Grundstückes zuläßt, werden schmale Gänge angebracht.

Wenn die durch wiederholte Regen durchnäßte Thonmasse der Winterkälte ausgesetzt wird, so friert das zwischen den Thontheilchen enthaltene Wasser; nachdem sich aber das Wasser bekanntlich mit so unwiderstehlicher Gewalt ausdehnt, daß es sogar, wie durch Versuche bewiesen wurde, die stärksten Stahlgefäße zersprengt, so muß es eine Lockerung der Thonmasse in so vollkommener Weise bewirken, wie dies sonst nur durch eine höchst mühevolle Handarbeit zu erreichen wäre.

Es ist leicht einzusehen, welche Witterungsverhältnisse für das vollkommene Auswintern des Thones die günstigsten sind; es sind dies offenbar jene, welche in Wintern herrschen, die unbeständige Witterungsverhältnisse zeigen; wenn oftmals starker Frost und Thauwetter miteinander abwechseln, wiederholt sich der Vorgang des Frierens und Aufthauens der Thonmasse sehr oft, und wird dieselbe gründlich gelockert.

In unseren Klimaten ist das Auswintern des Thones immer während eines Winters beendet; wenn die örtlichen Verhältnisse es jedoch gestatten, ist es mit Bezug auf die

Qualität des Thones immer besser, denselben so lange als möglich sich selbst zu überlassen, indem man aus Erfahrung weiß, daß hierdurch die guten Eigenschaften des Thones, namentlich seine Bildsamkeit bedeutend erhöht werden.

Wenn das Auswintern ein bloß mechanischer Vorgang wäre, würde es schwierig halten, eine Erklärung für diese Thatsache aufzufinden; man darf aber nicht außer Acht lassen, daß der Thon während des Auswinterns auch dem Einflusse der Luft ausgesetzt ist. Unter den Verhältnissen, in welchen sich der Thon befindet, ist der Einfluß der Luft ein sehr mächtiger und äußert sich durch eine starke Verwitterung von Körpern, welche noch nicht Thonsubstanz sind, aber zu solcher werden können.

Die chemischen Vorgänge, welche sich im Thone während des Auswinterns und jahrelangen Lagerns an der Luft vollziehen können, sind je nach der Beschaffenheit des Rohmaterials verschieden. Enthält der Thon z. B. größere Mengen von organischer Substanz, so wird diese stark verwesen und die hierbei fortwährend sich entwickelnde Kohlensäure zur rascheren Verwitterung der Mineralstoffe beitragen.

Ist in dem Thone neben Kalk noch Schwefelkies enthalten, so wird letzterer in schwefelsaures Eisenoxydul übergeführt, welches sich in Berührung mit dem Kalk in Gyps (schwefelsauren Kalk) und in Eisenoxydhydrat umsetzt; ein Thon, in welchem diese Veränderung vor sich gegangen, ist leichter zu brennen, als ein solcher, welcher noch unveränderten Schwefelkies enthält.

Magere Thone, welche leichter größere Quantitäten von Wasser aufzunehmen vermögen als fette, werden durch das Auswintern viel schneller verändert als letztere und ist es daher sehr zweckmäßig, fetten Thon so lange als möglich auf Halben liegen zu lassen, indem er dadurch immer vollständiger

verwittert. In China soll man die Porzellanerde Jahrhunderte lang liegen lassen, ehe sie zur Verarbeitung kommt, und soll sie hierdurch jenen hohen Grad von Plasticität erlangen, durch welchen es allein möglich erscheint, aus derselben papierdünne Gefäße darzustellen.

Wie sehr sich ein gut ausgewintertes Thon in Bezug auf Leichtigkeit der Verarbeitung von nicht ausgewintertem unterscheidet, geht aus den Erfahrungen hervor, welche man in der Praxis mit derartigen Thonen gemacht hat; unter gleichem Kraftaufwand kann man in der Regel das doppelte Quantum von ausgewintertem Thon in der gleichen Zeit verarbeiten als von nicht ausgewintertem.

Das rationellste Verfahren bezüglich der Auswinterung des Thones wäre wohl jenes, bei welchem von dem Thone immer nur die oberste Schichte weggenommen würde, das ist jene, welche der lockernden Einwirkung des Frostes am meisten ausgesetzt war. In Lehmgruben, welche als Tagbau in mächtigen Lehmlagern betrieben werden, kann man dies durch geeignete Betriebsführung bewerkstelligen.

Wenn man nämlich das Lehmager so bearbeitet, daß man die Lehmwände stoffelförmig abnimmt, so wird hierdurch eine große Oberfläche der Lehmwand hergestellt, welche bis zu einer gewissen Tiefe stark ausfriert; beim Eintreten des Thauwetters stürzen die durch das Frieren gelockerten Massen selbst herab oder werden durch den Regen abgeschwemmt.

Das Ausfommern.

An Stelle des Auswinterns kann der Thon auch durch das Ausfommern vorbereitet werden, indem man den Thon in möglichst kleine Stücke schlägt und der Einwirkung der Sonne aussetzt. Wenn die Witterungsverhältnisse während des Sommers derartige sind, daß durch längere Zeit heißes

regenloses Wetter herrscht, so trocknet der Thon so vollständig aus, daß ein größeres Thonstück durch einen Tritt mit dem Stiefel zu staubfeinem Pulver zerfällt. Bringt man solchen vollständig ausgetrockneten Thon mit Wasser zusammen, so saugt er letzteres sehr begierig auf und verwandelt sich schnell in eine plastische Masse. Die Vortheile, welche man durch die chemischen Veränderungen, von denen das Auswintern begleitet ist, erzielen kann, werden selbstverständlich bei dem Aus-sommern nicht erreicht werden.

Durch Anlage geeigneter Vorrichtungen wäre es ganz leicht durchführbar, den Thon unter Anwendung der Wärme, welche aus Ringöfen ungenützt fortgeht, vollständig auszutrocknen und sich hierdurch zum großen Theile wenigstens von den Nachtheilen, welche milde, frostarme Winter wegen des mangelhaften Auswinterns bedingen, unabhängig zu machen.

Die weitere Bearbeitung, welche man dem Thone nach dem Auswintern oder Aus-sommern angedeihen läßt, hängt von der Qualität des Thones ab; feinere Thone, welche man durch eingehende mechanische Bearbeitung auf Mühlen noch gleichartiger zu machen sucht, müssen zu diesem Behufe möglichst ausgetrocknet werden; gröbere Thonsorten, wie sie z. B. zur Fabrikation von Ziegeln verwendet werden, unterzieht man sogleich der Durchmischung mit Wasser.

Das Einsumpfen.

Das Durchmischen des Thones mit Wasser oder das Einsumpfen geschieht meistens in Gruben von wechselnder Größe, welche man, wenn es die localen Verhältnisse gestatten, in Lehm selbst anlegt oder auf Lehmboden mittels Lehmwänden herstellt. In manchen Fabriken benützt man Sümpfe, welche aus Mauerwerk hergestellt werden und mit einer zweckmäßig angelegten Wasserleitung verbunden

sind. Wendet man weiters Maschinen an, welche zur Gleichmäßigmachung (Homogenisirung) des nassen Thones bestimmt sind, so muß man bei Anlage der Sumpfe hierauf gebührende Rücksicht nehmen, um den Thon nicht aus größerer Entfernung zu diesen Maschinen bringen zu müssen.

Wenn der einzusumpfende Thon Zusätze und Magerungsmittel erhalten soll, breitet man auf den Boden des Sumpfes eine dünne Thonschichte gleichförmig aus, überdeckt diese mit einem entsprechenden Quantum des Magerungsmittels, legt eine neue Thonschichte auf u. s. w. Schließlich wird die nöthige Wassermenge zugefügt und durch Bearbeiten der Masse mit Stangen für gleichförmige Vertheilung der Gemengtheile gesorgt.

Die Wassermengen, deren man zum Einsumpfen bedarf, wechseln sehr nach der Beschaffenheit des Thonmaterials; fetter Thon bedarf sehr viel Wasser, und benöthigt man zum gehörigen Einsumpfen von einem Cubikmeter fetten Thones bisweilen mehr als ein halbes Cubikmeter Wasser, indeß ein Cubikmeter mageren Thones nur ein Viertel Cubikmeter Wasser bedarf.

Ebenso wechselnd wie die zum Einsumpfen erforderliche Wassermenge ist die Zeit, welche zum Einsumpfen nothwendig ist — ein in recht kleine Stücke zer Schlagener und trockener Thon ist oft schon in zwölf Stunden genügend eingesumpft, indeß ein anderer mehrere Tage lang im Sumpfe bleiben muß. Um immer genügend Materiale für jene Maschinen zur Verfügung zu haben, durch welche der Thon weiter bearbeitet wird, muß man auf die Zeit, welche der Thon zum Einsumpfen bedarf, in der Größe und Zahl der erforderlichen Sumpfe entsprechend Rücksicht nehmen.

Ist man gezwungen, einen Thon, welcher durch die Ungunst des Wetters schlecht ausgewintert ist, in Arbeit zu

nehmen, so empfiehlt es sich, den Thon vor dem Einsumpfen durch eine mechanische Vorrichtung in kleine Stücke zu zerschneiden, indem dann das Einsumpfen leichter von Statte geht.

Das Entleeren der Sumpfe von dem genügend gewechtem Thone wird in solcher Weise bewerkstelligt, daß man damit auch eine weitere Mengung der Bestandtheile erzielt. Der Arbeiter, welcher das Ausheben des Thones aus dem Sumpfe zu bewirken hat, sticht zuerst an einer Stelle des Sumpfes den Thon bis auf die Sohle des Sumpfes aus, stellt sich in die Vertiefung und nimmt fortan den Thon durch Abstechen der untersten Schichten weg; die obersten Schichten bröckeln ab, fallen auf die Sohle des Sumpfes, werden ausgehoben und zu dem schon ausgehobenen Materiale gelegt; durch dieses Durcheinanderwerfen der unten und oben gelegenen Theile wird offenbar eine größere Gleichförmigkeit der Schichten erzielt.

Nur in selteneren Fällen und bei ausnahmsweise reinem Rohmaterialie ist der aus dem Sumpfe gestochene Thon schon genügend rein, um sofort zum Formen zu gelangen, sondern muß noch einer gründlichen mechanischen Bearbeitung unterzogen werden. Es finden sich nämlich in dem Thone, der nicht schon genügend stark mechanisch im trockenen Zustande bearbeitet wurde, noch Stücke von festerer Beschaffenheit, welche kein Wasser aufgenommen haben und außerdem kleinere Steine, welche noch nicht ausgelesen wurden. Diese Beimengungen würden schon beim Formen des Thones mit der Hand ungemein störend auf den Fortschritt der Arbeit wirken; es wäre aber ganz unmöglich, solchen Thon durch Pressen aus Mundstücken oder in Formen in jene Gestalten zu bringen, welche man ihm ertheilen will.

Die Bearbeitung des Thones zum Zwecke der Erzielung der größten Gleichförmigkeit geschieht entweder durch

Treten, Schneiden, Pressen, durch Sieben, durch Walzen oder endlich in der vollkommensten Weise durch besondere Maschinen. Während in früherer Zeit das Treten eigentlich das einzige Verfahren war, dessen man sich zur Erlangung völliger Gleichförmigkeit des Thones bediente, hat man in neuerer Zeit dieses kostspielige Verfahren durch Maschinenarbeit ersetzt, und existirt eine große Zahl mechanischer Vorrichtungen zu diesem Behufe.

Das Treten des Thones.

Diese Arbeit wird gewöhnlich auf eigens hierzu vorgeordneten Plätzen, den sogenannten Tretbühnen, vorgenommen. Die Tretbühnen haben einen aus horizontal liegenden Brettern gebildeten Boden von viereckiger Form, welcher von einem aus Brettern oder Mauerwerk gebildeten Rand umgeben ist.

Der zu tretende Thon wird in einer 8 bis 10 Centimeter hohen Schichte auf der Bühne ausgebreitet, und schreiten nun die Arbeiter mit nackten Füßen in der Weise über denselben hinweg, daß nach und nach alle Theile des Thones durchgetreten werden. Steine, welche der Arbeiter wahrnimmt, werden ausgelesen, nicht genügend erweichte Thonbrocken mittelst eines Holzstößels zerkleinert. Ist eine Thonschichte genügend durchgetreten, so wird sie gewendet, neuerdings getreten und wenn nöthig, hierbei auch mit einer Gießkanne mit Wasser besprengt.

Wie aus diesen Andeutungen zu entnehmen ist die Arbeit des Durchtretens der Thonmasse eine höchst primitive und zeitraubende, und müssen besonders magere Thone wiederholt durchgetreten werden, ehe sie den genügenden Grad von Gleichförmigkeit erlangt haben. Nachdem die erste Thonlage genügend durchgetreten ist, wird auf dieselbe eine zweite und dritte aufgelegt und jede Schichte durch Treten gleichförmig gemacht.

Man kann die Maschinen, deren man sich in der Praxis zur Bearbeitung des Thones zu dem Zwecke bedient, um eine möglichst gleichartige Masse zu erhalten, in zwei Gruppen trennen, je nachdem sie zur Bearbeitung des trockenen Thones oder der Thonmasse dienen, welche schon durch Wasserzusatz in entsprechender Weise erweicht wurde.

Die Verwendung jener Maschinen, mit welchen man den Thon auf trockenem Wege verarbeitet, bietet manche wesentliche Vortheile, und ist unter diesen ganz besonders der Umstand hervorzuheben, daß man den Thon, so wie er aus der Grube kommt, diesen Maschinen übergeben kann, welche ihn in kurzer Zeit in die homogene plastische Masse verwandeln, die man zum Formen der Gefäße braucht.

Es wird demnach durch Anwendung dieser Maschinen das Auswintern, Treten und manche mit diesen Vorbereitungen noch verbundene Arbeit erspart; dieser Ersparniß stehen aber gegenüber die Anschaffungskosten für die Maschinen und neben diesen die fortlaufenden Auslagen für die Beschaffung der zum Betriebe der Maschinen erforderlichen Kraft. In Gegenden, in welchen der Taglohn niedrig ist, glauben manche Fabrikanten besser wegzukommen, wenn sie den Thon durch Auswintern und Treten vorbereiten lassen, es ist aber feststehend, daß namentlich die letztgenannte Arbeit nur in Fabriken von ganz geringer Leistungsfähigkeit durchgeführt werden kann.

Zur Bearbeitung von Thon höherer Qualität, welcher zur Darstellung feinerer Waaren dient, findet man jetzt allenthalben Maschinen in Verwendung, indem das werthvollere Materiale leicht die Kosten einer eingehenderen Bearbeitung erträgt. Es sei übrigens bemerkt, daß man selbst in Fabriken, welche sich mit der Darstellung der gemeinsten Thonwaare — gewöhnlicher Mauerziegel —

beschäftigen, jetzt schon immer mehr und mehr den Maschinen Raum giebt, indem man bei Anwendung letzterer den großen Vortheil hat, im Bedarfsfalle die Production sehr erheblich zu steigern.

Feinere Thonsorten, welche zur Anfertigung besserer Töpferwaare bestimmt sind, werden stets einer Bearbeitung auf trockenem Wege unterzogen, und wollen wir deshalb die zu diesem Zwecke verwendeten Maschinen zuerst besprechen.

Die Maschinen zur Bearbeitung von Thon auf trockenem Wege.

Um Thon auf trockenem Wege ohne Störung im Gange der Maschinen verarbeiten zu können, muß man den Thon in wirklich ganz trockenem Zustande vor sich haben. Der aus der Grube kommende Thon ist nur in seltenen Fällen genügend trocken und muß entweder in kleine Stücke zer schlagen und gegen Regen geschützt an der Luft ausgetrocknet werden, oder man nimmt das Austrocknen in Räumen vor, welche durch Feuergase beheizt werden, die aus dem Brennofen abziehen.

Die Arbeit mit diesen Maschinen wird in der Weise ausgeführt, daß man die trockene Thonmasse den mahlend oder quetschend wirkenden Apparaten übergiebt; nachdem sie gepulvert ist, mit den für sich allein zerkleinerten Zusätzen (Magerungsmittel, Flußmittel) mengt und dann jenen Apparaten zuführt, welche die Homogenisirung der Masse auf nassem Wege fortsetzen.

Die Rollermühle.

Eine der einfachst construirten, aber dabei sehr kräftig wirkenden und dauerhaftesten Maschinen zur Zerkleinerung des Thones ist die sogenannte Rollermühle oder verticale

Mühle, deren Princip darin besteht, daß sich zwei auf der
Fig. 7.

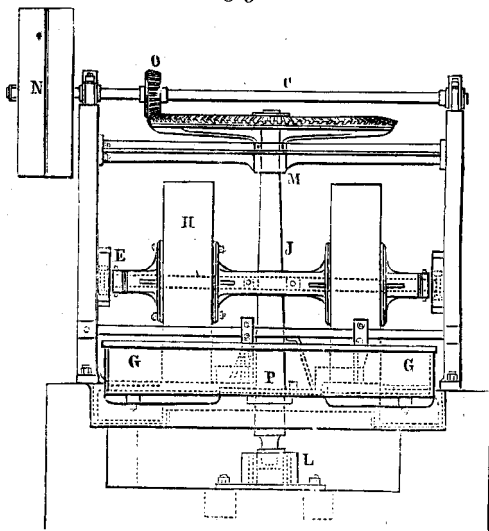
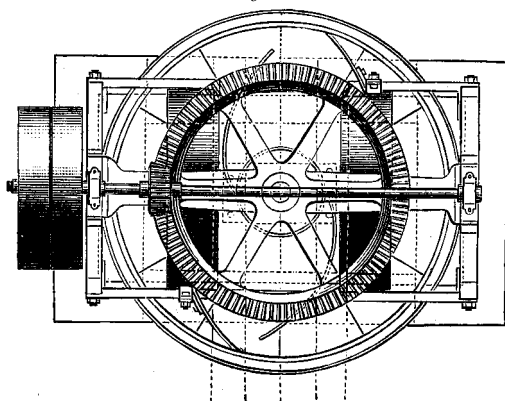


Fig. 8.



Mantelfläche stehende Mühlsteine (Läufer) auf einer Stein-

oder Eisenplatte (Bodenplatte) im Kreise rollend bewegen und die auf der Bodenplatte liegenden Materialien zerkleinern.

Man stellt die Kollermühlen entweder in der Weise her, daß die Bodenplatte unbeweglich ist und die Läufer sich nicht bloß um sich selbst, sondern auch auf der Bodenplatte im Kreise drehen, oder man richtet sie so ein, daß die Läufer bloß um sich selbst rotiren können und die Bodenplatte sich unter ihnen umdreht; die letztgenannte Construction gilt sogar allgemein als die zweckmäßigere von beiden.

Die nebenstehenden Abbildungen, Fig. 7 und 8, veranschaulichen die Einrichtung einer Kollermühle mit drehbarer Bodenplatte im Aufrisse und im Grundrisse.

Die Bodenplatte G, der Sohlenstein, hat die Form eines ringförmigen Troges, und wird derselbe mittels einer Verzahnung durch das auf der Welle C befestigte Regelrad O und die Riemenscheibe N umgedreht. Die unten bei P mit dem Mahltroge verbundene Axe I läuft in den Lagern L und M. Die Läufer H rotiren um die Horizontalaxe und werden durch die Reibung, welche zwischen ihren Mantelflächen und dem im Troge liegenden Materiale entsteht, zur Rotation gebracht. Um nach stärkerer Abnützung der Mantelfläche nicht den ganzen Läufer beseitigen zu müssen, setzt man denselben aus einem Kerne und einem ringförmigen Mantel zusammen und erneuert bloß den letzteren.

Die Desintegratoren.

An Stelle von Kollermühlen, welche übrigens zur Zerkleinerung von besonders festem Materiale mit dem besten Erfolge verwendet werden können, wendet man auch die sogenannten Desintegratoren an; eine der gegenwärtig schon ziemlich häufig angewendeten Maschinen dieser Art ist der Carr'sche Trommel-Desintegrator.

Dieser Apparat besteht aus drei ineinander steckenden Cylindern, deren Mantelflächen entweder aus schmiedeisernen, zweckmäßiger aber aus stählernen Stäben besteht; die Bewegung dieser Trommeln erfolgt in der Weise, daß die innerste und äußerste Trommel in derselben, die mittlere aber in entgegengesetzter Richtung rotirt.

Die zu zerkleinernde Thonmasse gelangt durch einen Trichter in die kleinste Trommel, welche sich wie alle anderen mit großer Geschwindigkeit um sich selbst dreht; durch die in Folge dessen entstehende Fliehkraft werden die Thonstücke mit großer Kraft gegen die Stahlstäbe geworfen, zerbrochen, gelangen in die zweite (entgegengesetzt laufende) Trommel, woselbst sie weiter zerkleinert werden, um endlich in der dritten (am schnellsten rotirenden) Trommel die weitest gehende Zerkleinerung zu erleiden und als staubförmige Masse abgeführt zu werden.

Der einzige Uebelstand, welcher den Desintegratoren anhaftet, ist der, daß sie einer sehr großen Betriebskraft bedürfen; während eine große Kollermühle nur $2\frac{1}{2}$ bis 3 Pferdekkräfte zum Betriebe braucht, muß man für einen kleineren Desintegrator von nur einem Meter Durchmesser 7 Pferdekkräfte anwenden; freilich ist auch die Leistungsfähigkeit eines solchen Desintegrators schon eine sehr beträchtliche, und vermag derselbe stündlich bis zu 7000 Kilo Thon zu verarbeiten.

Außer diesen oben beschriebenen Apparaten zur Zerkleinerung des Thones wendet man noch Schleudermühlen an; Trommeln, in welchen eiserne oder bronzene Kugeln das Zerschlagen der Thonmasse bewirken (Kugelmühlen), man sucht durch Walzen, welche mit feilsförmigen Messern versehen sind, die Thonmassen zu zerkleinern u. s. w., und wird sich jeder Apparat zu diesem Zwecke verwenden lassen, welcher

nicht eine übermäßig große Betriebskraft erfordert und sich nicht stark abnützt.

Als die bestconstruirten Zerkleinerungsapparate müssen jene bezeichnet werden, welche das Zerkleinern eines Thones gestatten, welchem noch etwas Wasser anhaftet, ohne daß die Theile des Apparates hiedurch unwirksam würden, indem es mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden ist, größere Thonmassen in so vollständiger Weise auszutrocknen, daß ihnen gar keine Feuchtigkeit anhaftet.

Bei Kollermühlen sucht man die Einwirkung der Feuchtigkeit dadurch aufzuheben, daß man hinter den Läufern Streichklingen anbringt und bei dem Desintegrator dadurch, daß man von vorneherein den Trommeln eine größere Rotationsgeschwindigkeit erteilt, wodurch die Kraft, mit welcher die Thonstücke an die Trommelwände geschleudert werden, vergrößert und hiedurch der bedeutendere Widerstand, welchen feuchter Thon dem Zerkleinern entgegensetzt, leichter überwunden werden kann.

Die Maschinen zur Bearbeitung des nassen Thones.

Man hat die Bearbeitung des nassen Thones mit sehr verschiedenen mechanischen Vorrichtungen durchgeführt, z. B. in der Weise, daß man den Thon durch die Oeffnungen von Rosten oder von Drahtgittern drückt, welche zwar den Thon, nicht aber die Steine durchtreten ließen, oder indem man den Thon wiederholt zwischen Walzen durchlaufen ließ u. s. w.

Die Thonschneider.

Am häufigsten werden aber zur Aufbereitung des nassen Thones jene Maschinen angewendet, welchen man den Namen Thonschneider gegeben hat; derselbe wird zwar in sehr verschiedener Weise ausgeführt, es zeigt sich aber, so verschieden

auch die Construction selbst sein mag, an jedem Thonschneider das nämliche Princip in Anwendung gebracht: er besteht aus einem Behälter für den Thon und einer mechanischen Vorrichtung, welche sich in dem Behälter bewegt und den Thon verarbeitet.

Diese mechanische Vorrichtung besteht aus einem Rösler- und Schneideapparate: an einer verticalen Welle, auf welche die Triebkraft des Apparates wirkt, sind Zerkleinerungsvorrichtungen angebracht und zwar entweder messerartige Prismen (wie ausschließlich bei allen Thonschneidern alter Construction) oder Schaufeln oder Schrauben und schraubenförmige Flügel.

Die Messer, welche man gewöhnlich auch in Schraubenlinien rings um die Aze anbrachte, wurden auch häufig geneigt gestellt, so daß sie nicht nur einfach schneidend, sondern auch drückend auf die Thonmasse einwirken mußten und sie nach unten beförderten, woselbst der zerschnittene Thon aus einer im Boden des Behälters angebrachten Ausstoßöffnung herabfiel.

Schlichsen's Thonschneider.

Der von Schlichsen construirte Thonschneider dürfte jener sein, welcher in Deutschland am häufigsten in Verwendung steht, und lassen wir in Fig. 9 und 10 die Abbildung der gegenwärtigen Einrichtung dieses Apparates folgen. Das zur Aufnahme des zu schneidenden Thones bestimmte Gefäß von freisrundem Querschnitt verjüngt sich nach unten um wenig und enthält eine in den Lagern a^1 a^2 a^3 drehbare Aze, an welcher die Messer SS befestigt sind.

Die Gestalt der Messer ist eine ganz eigenthümliche und zwar die einer archimedischen Schnecke, und werden die Messer so groß gewählt, daß jedes Messer die Aze zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ umfaßt. Am Umfange sind die Messer von einer Stärke, welche circa 1.5 Centimeter beträgt, indeß an den Befestigungs-

stellen ihre Stärke bis auf 3 Centimeter zunimmt. Wie die Formen der Messer in den Zeichnungen M_1 M_2 M_3 M_4 zeigen, haben die Messer verschiedene Gestalten und sind derart auf der Ase befestigt, daß der äußere Umfang der Messer nicht eine ununterbrochene Schraubenlinie bildet, sondern der Anfang jedes nächst tiefer liegenden Messers um beiläufig $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ des Kreisdurchmessers vom Ende des unmittelbar über ihm liegenden Messers absteht.

Diese eigen-
thümliche Form und
Anordnung der Messer
bedingt, daß das in
dem Gefäße enthaltene
Thonmateriale nicht
nur gemischt, sondern
auch gedrückt und fort-
geschoben wird; die
Wirkung der Schrau-
benmesser wird noch
durch gerade Arme h h ,
welche an der Ase be-
festigt sind, unter-
stützt. An dem ersten
(zu oberst stehenden

Fig. 9.

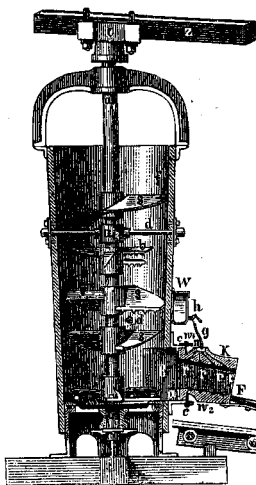
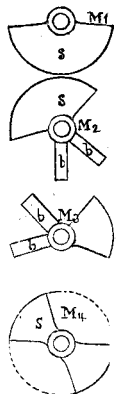


Fig. 10.



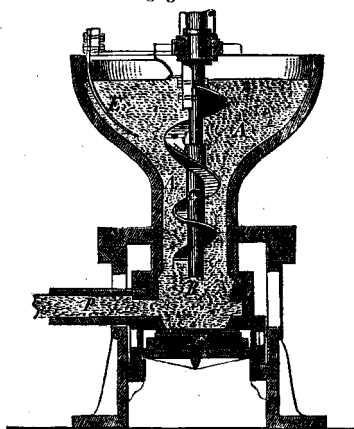
Messer) ist die Schabevorrichtung f befestigt, welche den an der Wandfläche des Behälters haftenden Thon ablöst und auf die Messer fallen macht; die Querstäbe d d verhindern das Festklemmen der Thonmasse zwischen den Messern — letzteres hätte ein einfaches Herumdrehen der Thonmasse ohne Eintreten der gewünschten Wirkung zur Folge.

Der Boden A des Thonschneiders ist an der Ase befestigt und mit dieser drehbar, das Ausstoßen der unter

dem letzten Messer hervorkommenden Thonmasse findet bei der seitlichen Oeffnung B statt. Die Geschwindigkeit, welche man dem Thonschneider giebt, soll auch bei genügend vorhandener Kraft zwei Umdrehungen in der Minute nicht übersteigen, indem sonst keine ausreichende Bearbeitung der zähen Thonmasse stattfindet. In der Regel geht man sogar nicht einmal bis zu zwei Umdrehungen, sondern läßt die Welle in der Minute nur $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Male umlaufen.

Der Schnecken-Thonschneider.

Wenn man dem Thonbehälter die Form eines abgestuften mit der Spitze nach unten gerichteten Kegels giebt und in der Axe desselben eine Welle aufstellt, an welcher eine Schnecke oder



Schraubenfläche angegossen ist, so hat man das Wesentliche der Construction eines Schnecken-Thonschneiders vor sich. Der in dem Kegel befindliche Thon wird bei der Umdrehung der Schraube durch letztere nach unten gedrängt und findet seinen

Ausweg durch eine oder mehrere seitlich angebrachte Oeffnungen am unteren Ende des Kegels.

Eine diesem Principe entsprechende Thonschneide-Vorrichtung ist der in Fig. 11 abgebildete Thonschneider von Dates. Das kegelförmige Gefäß ist bei diesem Apparate durch das becherförmige A vertreten, das sich nach unten zu einem Cylinder verjüngt, in welchem die Schraubenfläche

C nahezu die Innenwand berührt. Der Raum B ist jener, in welchem der stärkste Druck auf die Thonmasse ausgeübt wird, und bezeichnet man diesen Raum deshalb mit dem Namen der Preßkammer; aus der Preßkammer tritt der Thon in das Mundstück P und aus diesem als zusammenhängende Masse hervor.

Die Walzwerke.

Die Thonschneider können, wie sich aus ihrer Construction ergibt, die ihnen übergebenen Thonmassen nur zertheilen und durcharbeiten, nicht aber Knollen oder Steine aus derselben entfernen. Dieser Umstand macht es nothwendig, den Thon, bevor er dem Thonschneider übergeben wird, durch eine Vorrichtung gehen zu lassen, in welcher diese Körper so vollständig als möglich von dem Thone geschieden werden.

Die Walzen, welche man so anbringt, daß das von ihnen abgegebene Materiale unmittelbar in den Thonschneider gelangt, rotiren mit verschieden großer Geschwindigkeit, so daß Thonknollen und kleinere Steinchen, welche zwischen die Walzen gelangen, zerquetscht und zerdrückt werden. Da größere Steine, welche in dem Thone enthalten sein können, durch die Kraft, mit welcher man diese Walzen in Bewegung setzt, nicht zerquetscht werden können, so würden sie den Gang der Maschine hemmen und könnten auch die Walzen beschädigt werden. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, muß man die Einrichtung treffen, daß die Lager der einen Walze beweglich sind und die Walze entweder durch starke Federn oder durch belastete Hebel in einer entsprechenden Entfernung von der gegenüberstehenden erhalten wird, aber sobald ein Körper, welcher nicht zerdrückt werden kann, zwischen beide Walzen gelangt, sofort ausweicht und nach Durchgang dieses Körpers von selbst in die ursprüngliche Lage zurückkehrt.

Die Abbildungen Figur 12 und 13 stellen einen Schlickesfen'schen horizontal liegenden Thonschneider in Verbindung mit einer Walze vor, welche als Speisewalze dient und eine regelmäßige Zufuhr des Materiales zu dem eigentlichen Thonschneider bewirkt; derartige Apparate erleichtern die Arbeit in hohem

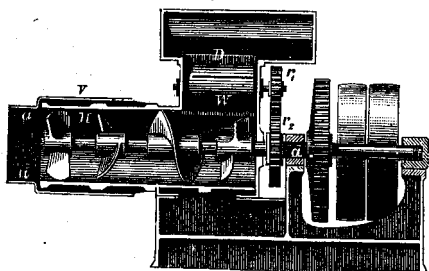
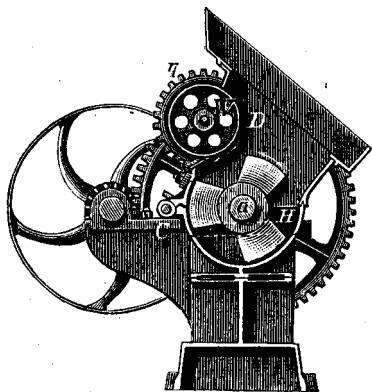


Fig. 13.



Grade, sind aber nur dort gut anwendbar, wo man es mit einer Thonmasse zu thun hat, welche entweder an und für sich schon sehr rein ist oder vor der Bearbeitung im Thonschneider schon einer oberflächlichen Handscheidung, welche die Entfernung der größten Theile bezweckte, unterzogen wurde.

Die Speisewalze W liegt bei diesem Apparate unter einem Trichter oder Füllrumpfe D; durch die Zahnräder r^1 r^2 ist die Speisewalze mit der Ase, an welcher die Schneidevorrichtung sitzt, fest verbunden und muß sich gleichzeitig mit dieser umdrehen, ihre Bewegung ist aber jener der Schneidevorrichtung entgegengesetzt. Der Cylinder ist aus zwei Theilen zusammengesetzt, und läßt sich die obere Hälfte desselben um die Charniere C drehen. Um die Maschine bei

etwa vorkommender Verstopfung reinigen zu können, wird der Cylinder V, welcher das Mundstück trägt, abgenommen, und kann dann der Cylinder H geöffnet werden.

IX. Das Schlämmen des Thones.

Unter allen Operationen, welche zur Vorbereitung des Thones auf mechanischem Wege dienen, liefert keine ein so gleichförmiges Product wie das Schlämmen, indem man es beim Schlämmen nicht nur vollständig in der Macht hat, den Thon selbst von kleineren Steinen zu befreien, sondern auch im Stande ist, demselben einen solchen Grad von Homogenität zu geben, wie derselbe durch keinen anderen Proceß erreichbar ist.

Es läßt sich zwar nicht in Abrede stellen, daß die Schlämmarbeit unter allen vorbereitenden Operationen, welchen man den Thon unterziehen kann, die umständlichste und kostspieligste ist — trotzdem kommt sie aber immer mehr in Aufnahme und wird selbst in gut eingerichteten Ziegeleien gegenwärtig zum Schlämmen des Ziegelthones angewendet, indem man die Erfahrung gemacht hat, daß die Mehrkosten, welche das Schlämmen verursacht, wieder durch die leichtere Bearbeitung des Materiales und durch den höheren Werth der aus solchem Thone fabricirten Gegenstände hereingebracht werden.

Thone besserer Qualität, welche zur Herstellung feiner Töpferwaare Verwendung finden, werden in allen Fällen dem Schlämmen unterzogen, und nimmt man auch den Zusatz der Magerungsmittel, welche selbstverständlich vorher ebenfalls in ein feines Pulver verwandelt werden müssen, im nassen Zustande vor, um hierdurch eine in allen ihren Theilen ganz gleichmäßige (homogene) Masse zu erhalten.

Wie schon früher bei der Prüfung des Thones auf mechanischem Wege auseinandergesetzt wurde, sind alle in der

Natur vorkommenden Thonablagerungen, sofern sie nicht eben nur aus reiner Thonsubstanz bestehen, aus einer Reihe von Körpern bestehend, welche verschiedene Größe und verschiedenes specifisches Gewicht besitzen und unter welchen die Theilchen der Thonsubstanz die kleinsten sind. — Wenn man daher eine solche Thonmasse, nachdem sie gehörig durchweicht ist, in Wasser zerrührt, so lagern sich die der Thonsubstanz beigemengten Körper lange vor den Thontheilchen ab, und enthält nach einiger Zeit die Flüssigkeit nur mehr die letzteren in sich schwebend; es bedarf einer längeren Zeit andauernden völligen Ruhens der trüben Flüssigkeit, ehe sie sich unter Abscheidung des zarten Thonschlammes vollkommen klärt.

Der Weg, welchen man im Großen beim Schlämmen des Thones einzuschlagen hat, ergiebt sich aus dem eben Gesagten von selbst, und kann man das Schlämmen entweder so ausführen, daß man mit Unterbrechung arbeitet oder in der Weise, daß man die Schlämmarbeit ununterbrochen fort-dauern läßt. Das letztgenannte Verfahren ist jenes, welches einen Betrieb in großem Maßstabe ermöglicht, aber auch an gewisse Bedingungen geknüpft ist, ohne deren Vorhandensein an seine Ausführung gar nicht gedacht werden kann; hat man wenig Wasser zur Verfügung, so muß man das Schlämmen in allen Fällen mit Unterbrechungen vornehmen.

Bei dem letztgenannten Verfahren zertheilt man den Thon in passenden Gefäßen dadurch in Wasser, daß man die Thonmasse mittelst Rührkrücken oder besonderen mechanischen Vorrichtungen fortwährend in dem Wasser bewegt, bis eine dickmilchige Flüssigkeit entstanden ist, welche man wieder in andere Gefäße abfließen läßt, in welchen sich der Thon zu Boden setzt und nach Beseitigung des Wassers weiter verarbeitet wird.

Beim continuirlichen Schlämmen läßt man auf die Thonmasse einen kräftigen Wasserstrahl einwirken, welcher

Theilchen von derselben losreißt und beim Abfließen mit sich fortshawemmt; der Wasserstrom wird nun durch eine Reihe von Rinnen oder Canälen geleitet und läßt bei dem langsamen Fortfließen auf diesem langen Wege zuerst die größten und dann immer feinere Theile fallen, bis schließlich in einem größeren Sammelbecken die Flüssigkeit ganz geklärt wird und alle Thontheilchen aus der Flüssigkeit zu Boden sinken können.

Das Probe Schlämmen.

Wenn man das Schlämmen des Thones in der Weise vornimmt, daß die von dem Wasser fortgeführte Masse durch lange Rinnen geleitet wird, so lagern sich die fortgeführten Körper je nach ihrer Schwere nebeneinander ab; am Anfange der Rinne werden sich die größten Theile ablagern, diesen folgen weniger grobe, und in einer gewissen Entfernung vom Einlaufe der Flüssigkeit wird man den feinsten Sand vorfinden, welcher schon mit gröberen Thontheilchen untermischt ist.

Nachdem es sich bei vielen Thonen gar nicht darum handelt, die Thonsubstanz vollständig von den beigemengten Körpern zu trennen, indem ja manche derselben, wie z. B. der Sand, wieder als Magerungsmittel zugeführt werden müßten, so unterbricht man das Weiterfließen der Flüssigkeit beim Schlämmen gerade an jener Stelle, an welcher das Gemenge von Thonsubstanz und Magerungsmittel im richtigen Verhältnisse in der Flüssigkeit vertheilt ist.

Wenn man in einer Fabrik nach diesem Modus arbeiten will, kann man sich in einfacher Weise dadurch Proben verschaffen, welche anzeigen, wie weit das Schlämmen gehen soll, daß man in einem größeren Kasten Thon mit Wasser innig verrührt und die Flüssigkeit in ein Petroleumfaß fließen läßt, welches so aufgestellt ist, daß die Flüssigkeit, sobald das erste

Faß gefüllt ist, aus diesem in ein zweites, drittes Faß u. s. w. überläuft. In dem ersten Fasse werden sich die größten Theile zu Boden setzen und denselben nur sehr wenig Thon beigemischt sein; im zweiten Fasse wird man neben feinerem Sand schon mehr Thon finden; im dritten Fasse wird das Verhältniß zwischen Sand und Thon wieder ein anderes sein u. s. w.

Läßt man die nach beendeter Probeschlämmung in den einzelnen Fässern hinterbleibenden Massen genügend austrocknen, formt sie zu Ziegeln oder Platten und unterwirft diese dem Brande, so gewinnt man aus der Beschaffenheit der gebrannten Masse genügend Anhaltspunkte zu einer genaueren Beurtheilung über die Eignung der nicht vollständig ausgeschlammten Massen für gewisse Zwecke.

Die Bestimmung des Feinheitsgrades der geschlammten Masse.

Nicht bloß die Zusammensetzung der geschlammten Masse (aus reiner Thonsubstanz und Sand) ist für den Keramiker von Wichtigkeit, sondern auch der Feinheitsgrad der geschlammten Masse, das heißt die Größe der einzelnen durch den Schlämmproceß erhaltenen Körner, indem dieser Factor von großem Einflusse bei der Verarbeitung der Thonmasse selbst ist.

Am sichersten ließe sich der Feinheitsgrad mittels des Mikroskopes feststellen und zwar auf folgende Weise: Man legt in das Mikroskop, welches eine für diesen Zweck entsprechende Vergrößerung haben muß, ein feingetheiltes Nixmikrometer ein und zertheilt auf einem Glasplättchen eine kleine Menge des Schlammes, welchen man auf die Korngröße der in ihm enthaltenen festen Körper untersuchen will. Zur Vergleichung hält man sich Pulver von verschiedenen

Feinheitsgraden, wie selbe durch verschieden langes Schlämmen erhalten werden können, in Vorrath und untersucht diese Pulver, ebenfalls im Wasser zertheilt, unter dem Mikroskope. Die Linien des Regmikrometers gestatten, in sehr genauer Weise eine Vergleichung der Korngröße zwischen den beiden Pulvern anzustellen, und läßt sich auf diese Art sehr leicht ermitteln, mit welcher Nummer des Probepulver Uebereinstimmung zeigt.

In der Praxis bedient man sich für derartige vergleichende Untersuchungen gewöhnlich nicht des Mikroskopes, sondern benützt die Thatsache, daß kleinere Körner längere Zeit in einer Flüssigkeit schwebend bleiben, als größere, zur Ermittlung des Feinheitsgrades. Man hält für diesen Zweck Probepulver vorrätzig und nimmt mit diesen einmal genaue Vorbestimmungen in folgender Weise vor: Es werden genau 250 Gramm eines Pulvers abgewogen, in einen hohen Glaszylinder, welcher eine Theilung nach Cubikcentimetern zeigt, geschüttet, 500 Gramm Wasser zugegossen, der verschlossene Cylinder so heftig geschüttelt, daß das Pulver in dem Wasser vollständig vertheilt wird, und der Cylinder dann ruhig hingestellt. Nach einer gewissen, bei allen künftigen Beobachtungen auch festzuhaltenden Zeit liest man an der Theilung des Glaszylinders ab, wie hoch die Schichte des Pulvers ist, welches sich in dieser Zeit aus der Flüssigkeit abgelagert hat. Das Ergebniß dieser Beobachtung wird auf den Behälter, in welchem man das Probepulver aufbewahrt, angemerkt.

Soll ein Schlammproduct auf den Feinheitsgrad der Körner geprüft werden, so wiegt man von der trockenen Masse ebenfalls genau 250 Gramm ab, vertheilt sie in dem graduirten Cylinder mit 500 Cubikcentimeter Wasser, läßt durch die bestimmte Zeit abruhen, bestimmt die Höhe des

abgesetzten Pulvers und erhält durch Vergleichung mit den Probepulvern die Nummer des Feinheitsgrades der untersuchten Substanz.

Das Schlämmen durch Handarbeit.

Das Schlämmen wird in sehr verschiedener Weise, mit und ohne Anwendung besonderer Maschinen ausgeführt, und hat man eine größere Anzahl derartiger Vorrichtungen zur Ausführung empfohlen, von denen jedoch nur einige praktische Anwendung gefunden haben. Für Fabriken, welche in kleinerem Maßstabe arbeiten und auch nicht viel Wasser zur Verfügung haben, kann die Ausführung des Schlämmens mittels Handarbeit sehr zweckmäßig erfolgen, und bedient man sich in Fabriken, welche sehr feinen Thon verarbeiten (Porzellanthon), welcher schon geschlämmt wurde, des Schlämmens durch Handarbeit, um das feinste und gleichförmigste Product zu erzielen.

Raolinthon wird meistens in terrassenförmig aufgestellten Bottichen geschlämmt, indem man den Thon in den obersten Bottichen in Wasser vertheilt, nach einer gewissen Zeit die an diesen Bottichen angebrachten Zapfenlöcher öffnet, die trübe Flüssigkeit in den nächst tieferstehenden Bottich fließen läßt, aus welchem sie schließlich in den dritten Bottich gelangt, woselbst sich alle feinen Theilchen aus ihr absetzen können.

Die Manipulation kann auch in der Weise abgeändert werden, daß man den Thon in einem gemeinschaftlichen Gefäße im Wasser zertheilt und die Flüssigkeit durch Rinnen nach den terrassenförmig aufgestellten Bottichen fließen läßt.

Das Schlämmen in Kästen.

Die Kästen, deren man sich zum Thonschlämmen bedient, erhalten gewöhnlich eine geringe Höhe, 50 bis 60 Centimeter, aber eine ziemlich große Basis, zwei Meter Breite

und vier Meter Länge; sie werden aus starken Brettern oder Bohlen angefertigt und in solcher Höhe aufgestellt, daß die in den Kästen enthaltene Flüssigkeit nach Behältern, welche sich in der Nähe befinden, abgelassen werden kann. An einer Schmalseite des Kastens bringt man einen (oder auch zwei) Schieber an, die jenen gleichen, welche man an den Kästen anbringt, in denen Aegfalk gelöscht werden soll. Zweckmäßig ist es, an der Innenseite der Kästen vor den Schiebern ein großmaschiges Drahtgitter anzubringen, welches den Zweck hat, größere Steine zurückzuhalten. Vor den Schiebern bringt man Siebe mit engeren Maschen an, um in ihnen kleinere Steine aufzufangen, und ist es zweckmäßig, den Rinnen, welche den Schlammkästen mit den Behältern zur Aufnahme der Flüssigkeit verbinden, nur eine schwache Neigung zu geben, indem dann bei langsamem Abflusse der Flüssigkeit auch in diesen Rinnen Sandtheile zurückbleiben.

Die Schlammkästen werden so zweckmäßig aufgestellt, daß der Boden an der Seite, an welcher sich die Schieberöffnungen befinden, um einige Centimeter höher liegt, als an der anderen; dies bezweckt, daß größere Steine von selbst an die tiefer gelegene Seite des Schlammkastens gleiten und später ausgehoben werden können.

Der zu schlammende Thon wird entweder trocken, aber dann in ganz kleine Stücke zerbrochen oder zweckmäßiger schon stark angenekt, in die Schlammkufe gebracht und unter stetem Wasserzufluß mit Krücken hin und her bewegt. Diese Krücken haben die Form von rechteckigen Platten, welche, um sie leichter in der Flüssigkeit hin und herführen zu können, mit mehreren kreisrunden Oeffnungen versehen sind.

Unter fortwährendem Rühren und Hin- und Herbewegen der Krücken suchen die Arbeiter zuerst die Thon-

masse in Schlamm zu verwandeln und diesen dann im Wasser zu vertheilen. Ist endlich das durch praktische Versuche festgestellte Verhältniß zwischen Thon und Wasser erreicht, so müssen die Arbeiter die Masse so lange mit den Krücken bearbeiten, bis man keine Schlammtheile mehr an einer längs des Bodens hingeshobenen Krücke, welche man rasch aushebt, wahrnehmen kann. Der Schieber wird sodann etwas gehoben, so daß die trübe Flüssigkeit in nicht zu schnellem Strome durch das vorgesezte Sieb und die Rinne nach den Abfigkästen fließen kann. Nach beendetem Ausfließen schließt man den Schieber, entfernt die in dem Schlammkasten hinterbliebene Sandmasse und die Steine aus den Sieben und beginnt die Arbeit in diesen Kästen von Neuem.

Die Abfigkästen, nach welchen man die Flüssigkeit aus den Schlammkästen abströmen läßt, müssen mindestens so groß angefertigt werden, daß sie das auf einmal aus dem Schlammkasten kommende Flüssigkeitsquantum aufzunehmen vermögen; es ist aber zweckmäßiger, diesen Kästen eine solche Größe zu geben, daß sie den Inhalt von zwei bis vier Schlammkästen aufzunehmen vermögen. Arbeitet man mit mehreren Schlammkästen, so läßt man in diesem Falle die zu ziemlich gleicher Zeit fertig werdende Flüssigkeit nach einem Abfigkasten fließen.

Die Schlammkästen haben an einer Schmalwand übereinander eine Reihe von Böchern, welche durch Holzapfen verschlossen sind, und dienen diese Böcher dazu, um nach beendetem Abfigen des Thones das über demselben stehende Wasser abfließen zu lassen. Wenn der Schlammkasten sodann z. B. bis zur halben Höhe mit nasser Thonmasse angefüllt ist, so läßt man wieder Flüssigkeit, in der Thon suspendirt ist, zufließen, bis der Abfigkasten ganz angefüllt ist, leitet den Ueberschuß der Flüssigkeit in den nächsten Abfigkasten,

kurz, man richtet sich die ganze Schlämmarbeit nach einem gewissen Systeme ein, so daß der Fassungsraum der Abfiskästen so viel als möglich ausgenützt wird.

Ist ein Abfiskasten bis zur genügenden Höhe mit geschlammtem Thone gefüllt, so läßt man ihn so lange stehen, bis die Thonmasse anfängt, steifer zu werden und zerschneidet sie dann mittelst eines scharfkantigen, flachen Stabes der Länge und der Quere nach, so daß sie hierdurch in viele prismatische Stücke zertheilt wird.

Bei weiterem Eintrocknen der letzteren trennen sie sich vollständig von einander, und kann man, wenn der Thon einmal eine gewisse Consistenz erlangt hat, die Prismen aus dem Kasten heben und letzteren neuerdings zum Abfisklassen verwenden. Durch Anwendung einer entsprechenden Anzahl von Abfiskästen kann man in dieser Weise während des ganzen Sommers mit der Schlämmarbeit fortfahren.

Hat man genügend Raum zur Verfügung, so braucht man gar keine Abfiskästen anzuwenden, sondern hebt aus dem Boden eine entsprechend große Grube von 1—1½ Meter Tiefe aus, deren Wände, um Sicherheit gegen das Einstürzen derselben zu haben, stark geneigt sind. Die aus den Schlammkästen ablaufende Flüssigkeit wird durch Rinnen fortwährend in diese Grube geleitet; das dem Thone beigemengte Wasser versickert entweder in den porösen Wänden der Grube oder verdunstet; schließlich hat man die ganze Grube mit geschlammtem Thone angefüllt, der, sobald er die genügende Festigkeit erlangt hat, wieder ausgehoben wird. Töpfer, welche sich für die Arbeit im Winter während des Sommers in der eben beschriebenen Art einen Vorrath von geschlammtem und zur weiteren Verarbeitung fertig gestelltem Thon anfertigen, lassen die aus den Abfiskbehältern gehobenen Thonmassen gerade so weit austrocknen, daß dieselben die zum

Formen nothwendige Beschaffenheit haben und bewahren sie dann in Kellern auf.

Um das Schlämmen im großen Maßstabe vornehmen zu können, muß man entsprechende örtliche Verhältnisse benützen, und ist es in diesem Falle sehr wichtig, eine größere und dabei billige mechanische Kraft zur Verfügung zu haben, z. B. eine Wasserkraft. Man kann in diesem Falle die Zerkleinerung der Thonmassen in Pochwerken vornehmen, die durch Wasser betrieben werden, und leitet durch den Pochtrog einen Wasserstrahl von entsprechender Mächtigkeit. Das Wasser führt die Thontheilchen aus dem Pochtroge fort und gelangt zunächst in einen Kasten, welcher einige Cubikmeter Rauminhalt hat und zum Auffangen von Steinen dient, welche von der Flüssigkeit mitgenommen werden; es ist zweckmäßig, zwei solcher Kästen anzubringen, indem jeder derselben von Zeit zu Zeit ausgeräumt werden muß und die Schlämmarbeit dann unterbrochen werden müßte.

Die aus diesem Kasten ablaufende trübe Flüssigkeit fließt durch Rinnen, welche nur geringe Neigung haben, nach den Abzugsbehältern, und giebt man diesen Rinnen, je weiter sie von dem Pochwerke entfernt sind, einen immer größeren Querschnitt, was in so ferne günstig wirkt, als die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Flüssigkeit fortbewegt, um so geringer wird, je mehr sich die Flüssigkeit ausbreiten kann und sich hierbei noch viel feiner Sand, welcher sonst bis in die Abzugsgefäße gelangen würde, ablagert.

Die Behälter, in welchen man in den vorliegenden Fällen das Absitzen des Thones vor sich gehen läßt, müssen von entsprechender Größe sein und wendet man in diesem Falle immer ein System von Becken an, welche so flach als möglich angelegt werden sollen und durch entsprechend angebrachte Schleußen aus der Rinne Flüssigkeit erhalten können,

und auch so eingerichtet sein sollen, daß das über einer Thonschichte von bestimmter Dicke stehende Wasser abgelassen werden kann.

In einem in so großem Maßstabe angelegten Schlammwerke muß die Zahl der Sammelbecken in einem ganz bestimmten Verhältnisse zu der täglich zufließenden Wassermenge stehen, und muß je ein Sammelbecken nach bestimmter Zeit entleert werden, um den Betrieb in ununterbrochenem Gange zu erhalten und täglich ein bestimmtes Thonquantum an die Consumenten abliefern zu können.

Die Schlamm-Maschinen.

Der wichtigste Theil an einer mechanischen Vorrichtung, welche zum Schlämmen von Thon dienen soll, ist jener, der das Durcharbeiten des Thones mit dem Wasser vollbringen muß. Man wendet zu diesem Behufe einfache Rührwerke an, welche aus mit Schaufeln besetzten Wellen bestehen, und nennt solche Vorrichtungen, bei welchem sich die Welle in verticaler Stellung befindet, kurzweg Rührwerke oder Mischer, indeß man jene, in welchen die Welle liegt, als Schlagwerke bezeichnet.

Außer diesen älteren Schlammapparaten kommen in neuerer Zeit die sogenannten Schaufel-, Trommel- und Cylinderwerke in immer häufigere Verwendung, indem sie bei geringerem Kraftverbrauch dieselbe Leistungsfähigkeit besitzen, wie die Maschinen älterer Construction. Nachdem es aber bei diesen Maschinen sehr wesentlich auf Verringerung der von ihnen beanspruchten Kraft ankommt, so wird offenbar bei gleicher Leistungsfähigkeit jener Maschine der Vorzug zu geben sein, zu deren Betrieb weniger mechanische Kraft erforderlich ist.

Stehende Schlamm-Maschinen.

Die einfachsten Schlamm-Maschinen bestehen aus cylindrischen Gefäßen aus Holz oder Mauerwerk, in denen sich eine verticale Ase befindet, an welcher horizontale Arme angebracht sind und die durch irgend eine Kraft (Söpel — Dampfmaschine) etwa in 4 bis 5 Secunden einmal umgedreht wird. Der zu bearbeitende Thon wird in das bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser gefüllte Gefäß geworfen, nachdem das Rührwerk in Gang gesetzt wurde.

Die Thonstücke reiben sich bei der Umdrehung der Ase aneinander und an den Armen des Rührwerkes, größere Steine sinken bei der geringen Geschwindigkeit, mit der sich der Rührapparat bewegt, leicht zu Boden und werden von Zeit zu Zeit beseitigt; der Thon vermengt sich mit dem Wasser. Nachdem aller Thon aufgeschlämmt ist, stellt man das Rührwerk ab und läßt durch Oeffnen eines an dem Gefäße angebrachten Zapfloches den Inhalt des ersteren in ein nebenstehendes Gefäß ablaufen, in welchem man ihn eine durch die Erfahrung zu ermittelnde Zeit stehen läßt, um das Absetzen der gröberen Theile zu bewirken und läßt erst aus diesem Gefäße die Flüssigkeit nach den zu ihrer Aufnahme bestimmten Sümpfen fließen.

Wenn man beabsichtigt, Thon von verschiedener Feinheit durch eine Schlammoperation herzustellen, so kann dies dadurch geschehen, daß man dem Absetzgefäße eine solche Form giebt, daß die Höhe den Durchmesser übertrifft und in ein Drittel und zwei Drittel der Höhe Zapfenlöcher anbringt, welche durch besondere Rinnen mit verschiedenen Sümpfen verbunden sind. Läßt man die Flüssigkeit, in welcher der Thon aufgeschlämmt ist, in diesem Gefäße eine Zeit lang stehen, so werden offenbar die obersten Schichten derselben

zuerst von fremden Körpern befreit werden. Zieht man daher den obersten Zapfen aus und läßt die Flüssigkeit durch die Rinne nach einem bestimmten Sumpfe fließen, so wird man in diesem einen sehr reinen Thon erhalten.

Nachdem der Flüssigkeitsspiegel so weit gesunken ist, daß nichts mehr abfließt, öffnet man den zweiten Zapfen und leitet die Flüssigkeit nach einem zweiten Sumpfe, welcher schon einen etwas weniger reinen Thon liefern wird; den unreinsten Thon wird man aus dem Reste der Flüssigkeit erhalten.

Um so große Mengen von Thon in geschlammtem Zustande in Vorrath zu haben, als nur möglich ist, muß man immer gegrabene Sümpfe anwenden; da aber selbst in dem Falle, in welchem man diese Sümpfe in lockerem Erdreiche anlegt, das Wasser nicht schnell genug aus der Thonmasse verschwindet, indem die Poren des Erdreiches durch den Thon verlegt werden, ist es sehr angezeigt, die Sohle der Sümpfe mit Drainröhren zu versehen, welche das Wasser nach einem benachbarten Wassergraben oder Bach abführen können. Bei Anwendung dieser Einrichtung giebt der Thon sein Wasser in kurzer Zeit ab und wird bald fest genug, so daß man ihn aus dem Sumpfe stechen kann.

Wenn man die vorbeschriebene Schlamm-Maschine fest aus Eisen construirt und die geraden Arme des Rührwerkes durch entsprechend gekrümmte und schraubenartig gewundene ersetzt, so kann man diesem Apparat bedeutende Dimensionen geben und bei Betrieb desselben mittels Dampfkraft täglich große Mengen von Thon verarbeiten.

In manchen Fabriken hat man Schlammwerke in Gebrauch, bei welchen das Schlammgefäß einen ringförmigen Trog darstellt, und bewegen sich in letzterem Rahmen oder Arme, welche an einer Welle befestigt sind, die durch einen

Pferdegöpel in Umdrehung gesetzt wird; es ist dies jedoch eine Construction, welche großen Raum beansprucht, ohne gerade von besonderer Wirksamkeit zu sein.

Liegende (horizontale) Schlamm-Maschinen.

Für fette Thone eignen sich horizontal liegende Schlamm-

Fig. 14.

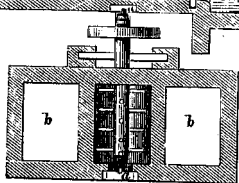
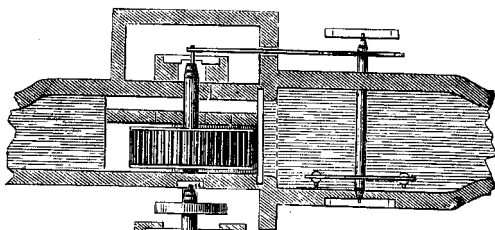
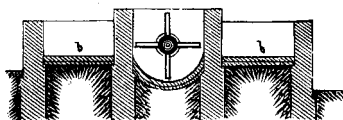


Fig. 15.



Maschinen, sogenannte Schlagwerke, besser als die verticalen, welche wieder ihrerseits bei Thonen, welche viel Schluff enthalten, für zweckmäßiger angesehen werden.

Die nebenstehenden Abbildungen Fig. 14 und 15 versinnlichen die Einrichtung eines Schlagwerkes nach der Construction von Feilner, welches für fette Thone gut Dienste leistet. In einem trogartigen Gefäße von 3 Meter Länge, 2.5 Meter Breite und 1.3 Meter Höhe, welches aus Mauerwerk hergestellt wird, ist eine hölzerne Welle angebracht, an welcher in je 33 Centimeter Abstand Arme von 33 Centimeter Länge sitzen; diese Arme sind an

der Vorderseite mit Eisenblech beschlagen. Die Umdrehung der Welle, welche durch eine beliebige Kraft ausgeführt werden kann, findet beiläufig 14 Male in der Minute statt.

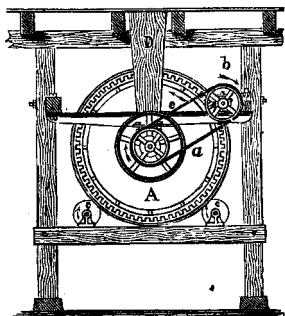
An einer der Schmalseiten dieses Schlammgefäßes sind in verschiedener Höhe Oeffnungen von etwa 6 Centimeter Weite angebracht, durch welche der Ablauf der Flüssigkeit nach den Sümpfen bb stattfindet. Letztere können in beliebiger Zahl vorhanden sein und müssen entsprechend tiefer als das Schlammgefäß angebracht werden; die Größe der Sümpfe und die Zahl derselben hängt ganz von der Größe des Betriebes ab; der horizontale Boden der Sümpfe erhält zweckmäßig eine Sandschicht, um den eingetrockneten Thon leicht und vollständig aus den Sümpfen heben zu können.

Man füllt den Schlammkasten vorerst bis zu ein Viertel seiner Höhe mit Wasser, setzt das Rührwerk in Gang und wirkt fortwährend Thon ein, während auch fortwährend Wasser zuströmt; die Flüssigkeit fängt, nachdem sie einmal bis zur untersten Oeffnung des Schlammkastens gestiegen ist, an abzufließen und wird nach den Sümpfen geleitet.

Um Thon sehr vollständig in horizontalen Maschinen unter beständigem Wasserzufluß abzuschlämmen, kann man auch eine Einrichtung anwenden, welche im Principe die größte Aehnlichkeit mit einer Kartoffelwaschmaschine besitzt und sich ganz besonders für solchen Thon eignet, welcher viele Steine in sich schließt. In einem trogartigen Gefäße liegt ein drehbarer, aus Eisenstäben gebildeter Cylinder in etwas geneigter Lage; während in den Trog beständig Wasser zufließt, werden Thonstücke in den Cylinder geworfen; der Thon wird durch das Wasser fortgeschwemmt, kleinere Steine fallen zwischen den Stäben des Cylinders zu Boden, indeß größere Steine in demselben hinabkollern und sich an einem Ende des Schlammkastens ansammeln.

Maschinen von der eben beschriebenen Construction haben mit den sogenannten Trommelmaschinen die größte Aehnlichkeit, und lassen wir zur Erläuterung der Einrichtung einer Maschine der letzteren Kategorie die Abbildung und

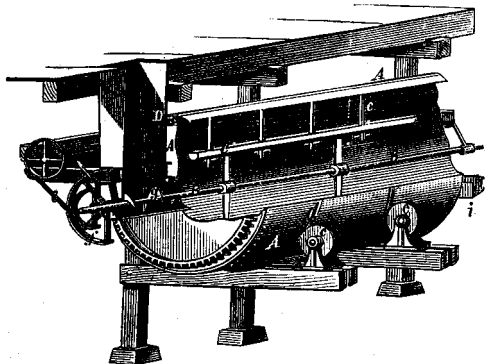
Fig. 16.



Beschreibung der Kägler'schen Trommelmaschine folgen.

Der Apparat (Fig. 16 u. 17) besteht aus einem Cylinder A (Trommel), welcher 2 Meter Durchmesser und 2·6 Meter Länge besitzt und aus starkem Eisenblech angefertigt ist. Dieser Cylinder wird mittels des gezahnten Kranzes a und des Getriebes b auf vier Rollen c umgedreht, wobei

Fig. 17.



die kreisförmigen Schienen d die Führung der Trommel bewirken.

Die sich frei bewegende Welle B dreht sich in einer Richtung, welche jener des Cylinders A entgegen-

gegengesetzt ist; ihre Bewegung wird durch die Riemenscheibe e bewirkt. Der Mechanismus ist so eingerichtet, daß die Welle B in der Minute etwa 16 Umdrehungen macht, indeß sich der Cylinder A in der gleichen Zeit nur 2 Male umdreht.

Der Trichter D dient zum Eintragen des zu schlammenden Thones in die Trommel; die Welle B wird unten von dem Trichter umfaßt und trägt eine Schnecke, welche den Thon nach dem Hohlraum der Trommel befördert, der bis zu etwa ein Drittel des Durchmessers mit Wasser gefüllt ist. Das Rührwerk C schlämmt den Thon im Wasser auf, und fließt der sich bildende Schlamm durch die in der Hinterwand des Cylinders angebrachte Oeffnung i ab; das Drahtsieb h hält Thonklumpen und Steine zurück.

In dem Maße, in welchem aus dem Cylinder Flüssigkeit abströmte, wird sie durch Wasser ersetzt, welches durch ein (in der Abbildung nicht ersichtlich gemachtes) Rohr an der Vorderwand des Cylinders A einfließt; hat sich endlich in dem Cylinder A eine so große Menge von Steinen angesammelt, daß das Ausräumen derselben nothwendig erscheint, so stellt man den Bewegungs-Mechanismus ab, läßt durch Oeffnen von Zapfenlöchern, welche an der Hinterwand des Cylinders angebracht sind, die in Letzterem enthaltene Flüssigkeit auslaufen und entfernt die Steine durch ein in der Mantelfläche des Cylinders angebrachtes Mannloch.

Eine Schlämmtrommel von den angegebenen Dimensionen erfordert zu ihrem Betriebe beiläufig 3 Pferdekkräfte und vermag täglich so viel Thon zu schlämmen, als etwa für 8000 Ziegel verbraucht wird, eine Leistungsfähigkeit, welche in Bezug auf die geringe Größe des ganzen Apparates eine sehr bedeutende genannt werden muß.

Die Schaufelmaschinen.

Das Princip jener Maschinen, welche man als Schaufelmaschinen bezeichnet hat, besteht in Folgendem: In einem Gefäße, welches bedeutend länger als breit ist, hängt an zwei Zapfen ein Trog von halbcylindrischer Form, und ist

die Mantelfläche dieses Troges entweder aus durchlöchertertem Blech oder aus eng gestellten Stäben gebildet. Einer der Zapfen, an welchem der Trog hängt, ist über sein Lager verlängert und trägt eine Scheibe, an welcher excentrisch eine Pläuelstange befestigt ist, die durch eine Kraftmaschine in Gang gesetzt wird. An einem Ende des Gefäßes, in welchem sich dieser Trog befindet, ist ein Rohr angebracht, durch das fortwährend Wasser zuströmt, an der entgegengesetzten Seite befindet sich der Abfluß für den Thonschlamm.

In den Trog, welcher mindestens bis zu zwei Drittel in das Wasser eintauchen soll, werden fortwährend Thonstücke eingeworfen; infolge der schaukelnden Bewegung wird Thon abgeschlämmt und durch die Strömung, welche in der Richtung der Ausflußöffnung stattfindet, nach letzterer hingeführt; kleinere Steine fallen auf den Boden des Gefäßes, größere bleiben in dem Schaukeltroge liegen und werden von Zeit zu Zeit entfernt.

Die vorbeschriebenen Maschinen liefern gewöhnlich ein Product, dessen Korn genügend fein ist, um die sofortige Verarbeitung des Thones auf Ziegel oder ordinäre Töpferwaare zu gestatten. Für Thonwaaren besserer Qualität muß man in der Regel eine abermalige Schlämmung dieses Thones vornehmen und verbindet mit dieser Operation zugleich das Einnengen der Magerungs- oder Flußmittel, welche für den betreffenden Thon zur Anwendung gelangen sollen. Man kann sich für diese Arbeiten derselben Schlamm-Apparate bedienen, wie für das erstmalige Schlämmen; die sich ergebenden Rückstände, meist nur aus feinerem Sand bestehend, kommen entweder mit rohem Thon neuerdings zur Verarbeitung oder werden für sich gesammelt und bei späteren Zubereitungen von Magerungsmitteln mit diesen verarbeitet.

X. Die Zubereitung der Magerungsmittel.

Die Magerungsmittel, welche den Thonen beigemengt werden, müssen einer noch mühevolleren Aufbereitung unterworfen werden, als die Thone selbst, und zerfällt dieselbe in das Zerkleinern und (eventuell) in das Behandeln mit Säuren. Beim Zerkleinern der Magerungsmittel muß man darauf bedacht sein, zu welchem Zwecke die Masse dienen soll, die man aus dem Thone und dem betreffenden Magerungsmittel darzustellen beabsichtigt, indem hievon die Größe des Kornes abhängt, welche man den Magerungsmitteln beim Zerkleinern zu geben hat. Zerkleinert man die Magerungsmittel sehr stark, so nähert sich die Größe der Körner immer mehr jener der Thonkörner; man erhält in diesem Falle Massen, welche feinkörnig und nach dem Brennen von gleichmäßiger Beschaffenheit und glattem Bruche sind, welche aber raschem Temperaturwechsel und überhaupt hohen Temperaturen nicht unterworfen werden können, ohne zu springen.

Nimmt man umgekehrt die Körner des Magerungsmittels groß, so wird hierdurch das schöne Aussehen der Massen verringert und nimmt auch die Festigkeit ab, die Beständigkeit im Feuer wird jedoch erhöht, und vertragen Thonmassen von dieser Beschaffenheit raschen Temperaturwechsel, ohne zu springen. Je kantiger und eckiger die Körner sind, welche der Thonmasse beigemischt sind, desto besser ist dies in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegen raschen Temperaturwechsel, und wendet man aus diesem Grunde für feuerfeste Massen auch Chamotte (gebrannter und gemahlener Thon) an, wie schon an früherer Stelle angedeutet wurde.

Da manche Magerungsmittel Substanzen von großer Härte sind, wie z. B. Quarz, Feuerstein, Feldspath, so wäre die unmittelbare Verarbeitung derselben auf mechanischem Wege eine außerordentlich kostspielige Arbeit, indem man sehr große Kräfte zur Zerkleinerung anwenden müßte.

Das Brennen der Steine.

Man greift daher bei solchen Materialien zu dem schon angedeuteten Kunstgriff: man macht sie glühend und „schreckt“ die glühende Masse durch Einwerfen in Wasser ab, das heißt, man macht sie so spröde, daß sie sich dann leicht pulvern lassen. Das Ausglühen der Gesteine findet am einfachsten in besonderen Schachtöfen statt, welche einen continuirlichen Betrieb gestatten.

Derartige Ofen bestehen aus einem oben offenen Cylinder, an welchem unten eine Seitenöffnung vorhanden ist. Das zu glühende Gestein wird abwechselnd mit Schichten von Brennmateriale, Kohlenklein von Steinkohlen oben aufgegeben und die durch Verbrennen des Kohlenkleins nach unten sinkenden glühenden Stücke mit eisernen Haken durch die Seitenöffnung ausgezogen und in eine mit Wasser gefüllte Grube fallen gelassen. Oben wird abwechselnd Gestein und Brennmateriale in dem Maße aufgegeben, als der Inhalt des Schachtes nach unten sinkt.

Beim Brennen von Kieselsäure-Gesteinen (Quarz, Feuerstein) darf Holz nicht als Feuerungsmateriale verwendet werden, indem das in der Holzasche in reichlicher Menge vorhandene Kali mit der Kieselsäure zu einer glasartigen Masse zusammenschmilzt, welche dann ganz andere Eigenschaften, namentlich in Bezug auf die Schmelzbarkeit besitzt, als die reine Kieselsäure.

Wenn man nur kleine Quantitäten von Quarzgestein zu brennen hat, so kann man dies auch in einem gewöhnlichen Bauernkalkofen ausführen oder aus den Steinen eine Art von Meiler mit einem Heizgewölbe aufbauen und die glühend gemachten Steine durch Begießen mit Wasser abschrecken. Jedenfalls ist aber das Brennen in Oefen mit continuirlichem Betriebe das rationellste Verfahren, weil man bei demselben mit dem geringsten Aufwand von Brennmaterialie zu arbeiten im Stande ist.

Die abgeschreckten Steine sind ganz von ungemein feinen, meist kaum sichtbaren Sprüngen durchzogen, sie zerfallen oft schon im Wasser freiwillig zu grobem Pulver und können infolge ihrer großen Sprödigkeit leicht gepulvert werden.

Das Mahlen der Magerungsmittel.

Die Zerkleinerung des abgeschreckten Quarzes kann unter Anwendung sehr verschiedenartiger mechanischer Vorrichtungen geschehen; in größeren Fabriken verwendet man zu diesem Behufe meistens verticale oder Kollermühlen von ähnlicher Construction, wie jene, welche man zum Mahlen des Thones in Anwendung bringt. Sehr zweckmäßig werden Pochwerke angewendet, deren Mahltrog mit einem Boden versehen ist, welcher aus Stahlplatten zusammengesetzt ist, in welchen sich Löcher befinden. Die Steinstückchen, welche durch die Löcher fallen, werden von einer Transportschnecke erfaßt und entweder nach einem zweiten Stampfwerke oder einer Mühle befördert. In neuerer Zeit werden vielfach die sogenannten Steinbrech-Maschinen verwendet, welche im Principe aus zwei Eisenplatten bestehen, deren eine fest steht, indeß die andere durch Hebeldruck mit großer Kraft gegen die erstere gepreßt werden kann; das zu zerkleinernde Materiale wird

durch eine automatische Speisevorrichtung zugeführt und zu Sand zerdrückt, welcher dann weiter auf Mühlen vermahlen wird. Je, nach ihrer täglichen Leistungsfähigkeit (840 bis 1720 Centner in 12 Stunden) erfordern diese Maschinen bei Verarbeitung von Quarz 3 bis 10 Pferdekkräfte zu ihrem Betriebe.

Die Schleudermühlen oder Desintegratoren, welche hauptsächlich in englischen Fabriken in vielfacher Anwendung stehen, sind aus zwei Trommeln zusammengesetzt, deren Mantelfläche aus Stahlstäben bestehen; die Trommeln rotiren mit großer Geschwindigkeit in einander entgegengesetzter Richtung; die Einrichtung dieser Desintegratoren ist somit nahezu dieselbe wie jene der zur Zerkleinerung des aus der Grube kommenden Thones in Anwendung stehenden Schleudermühlen. Nur müssen die zur Bearbeitung harter Steine dienenden Maschinen viel stärker construirt sein, als jene für Thon; sie liefern bei einem Kraftverbrauch von 5 bis 10 Pferdekkräften und 400 bis 600 Umdrehungen in der Minute Quarzmehl, dessen Körner geringeren Durchmesser als ein Stecknadelkopf besitzen.

Die durch irgend einen Zerkleinerungsapparat gewonnenen Massen erscheinen immer als feinerer oder gröberer Sand, dessen Theilchen aber jedenfalls so groß sind, daß eine weitere Zerkleinerung derselben nothwendig erscheint. Diese Zerkleinerung wird auf Mühlen vorgenommen, welche ebenfalls große Verschiedenheiten in der Construction besitzen; am häufigsten werden zu diesem Zwecke gegenwärtig horizontale Mühlen mit Bodenstein und Räufer oder Regelmühlen angewendet; letztere sind jedoch nur für weiches Materiale zu benützen.

Abweichend von diesen Constructionen, bei welchen immer eine sehr starke Abnützung der Theile stattfindet, ist

jene der sogenannten Blockmühle: Auf einem kreisrunden Bodensteine, welcher von großem Durchmesser gewählt wird, werden von drei oder vier Armen große Steinblöcke fortwährend im Kreise herumgeführt; der Bodenstein ist von einem Holz- oder Eisengefäß umgeben, damit das Mahlen unter Mitverwendung von Wasser vorgenommen werden kann.

Die Steine, welche man in die Blockmühle legt, sind, wenn die Mühle zum Mahlen von Quarz verwendet werden soll, Quarzblöcke, und liefern dieselben, indem sie sich abnützen, selbst einen Theil des Quarzmehles; auch wendet man an Stelle des Bodensteines einen mit Quarzstücken gepflasterten Boden an. Die einzige Aufmerksamkeit, welche man diesen so ungemein einfach construirten Mühlen zuwenden muß, liegt in der richtigen Regulirung der Umlaufsgeschwindigkeit der Steinblöcke. Laufen dieselben mit zu geringer Schnelligkeit, so lagert der größte Theil des zu mahlenden Sandes so fest auf dem Boden, daß der Apparat nur mit bedeutendem Kraftaufwand bewegt werden kann und sein Gang endlich ganz gehemmt wird; läßt man hingegen die Vorrichtung zu schnell umlaufen, so wird, namentlich wenn einmal ein gewisser Feinheitsgrad erreicht ist, der Sand ganz in dem Wasser aufgeschlämmt erhalten und nicht der mahlenden Wirkung unterzogen.

Die Wirksamkeit der Blockmühlen ist eine verhältnißmäßig sehr bedeutende zu nennen; auf einer Blockmühle mit nur 2 Meter Durchmesser an der Sohle kann man in 24 Stunden 240 bis 250 Kilogramm Quarzsand verarbeiten. Die Zeit, während welcher man ein bestimmtes Quarzquantum in der Blockmühle bearbeiten läßt, wird am sichersten durch mehrmalige Bestimmung des Feinheitsgrades der Pulver ermittelt; gegen Ende der Arbeit bildet der Inhalt des Gefäßes eine Flüssigkeit von milchartiger Beschaffenheit und läßt man

diese unter fortwährendem Gange der Mühle durch Oeffnen eines über der Sohle der Mühle angebrachten Zapfens ablaufen.

Nachdem aber auch bei lang andauerndem Bearbeiten des Quarzes in der Mühle nicht alle Theilchen auf gleiche Größe gebracht werden, nimmt man noch eine Sortirung durch Siebe vor; letztere sind aus sehr feiner Gaze (Müllergaze) angefertigt und derart aufgehängt, daß sie durch einen Mechanismus in schwingende oder rüttelnde Bewegung versetzt werden können. Die größten Sandtheilchen werden von dem obersten Siebe zurückgehalten, indeß aus dem untersten Siebe die Flüssigkeit nach den Absitzgefäßen geleitet wird.

Weichere Materialien wie Kreide oder Kalkstein werden auf irgend einer Vorrichtung gemahlen und das auf diesen Apparaten erzielte Pulver durch Schlämmen verfeinert. Recht geeignet zur Zerkleinerung dieser minder harten Materialien sind die Kugeltrommeln, welche aus rotirenden Cylindern bestehen, deren Umfang aus ziemlich eng gestellten Stahlstäben zusammengesetzt ist und welche wieder von einem aus sehr engmaschigem Drahtgeflecht bestehenden Netze umgeben ist. In der inneren rotirenden Trommel wird das zu zerkleinernde Materiale, welches in Form von grobem Sand zugeführt werden muß, durch eine Anzahl eiserner oder bronzener Kugeln (auch durch Quarzgeschiebe von Apfel- bis Faustgröße) zerkleinert, und fällt das Pulver durch die Maschen des engen Siebes nach unten.

Kalk, Kreide und dichter Mergel werden auch zweckmäßig in Rollermühlen mit trogförmiger Bodenplatte bearbeitet. und in den Trog beständig Wasser geleitet, so daß die feinsten Theile des gemahlten Mineralen gleichzeitig aufgeschlämmt und durch den Wasserstrom fortgeführt werden.

Ist man zur Verarbeitung eines Quarzes gezwungen, dessen Eisengehalt so groß ist, daß er bei der Herstellung

weißer Geschirre störend wirken würde, so kann man den Eisengehalt dadurch beseitigen, daß man den Quarz mit Salzsäure auszieht. Am schnellsten und zugleich mit dem geringsten Säureverbrauch wird diese Extraction des Eisens an dem feinen Quarzmehle selbst vorgenommen; man läßt dasselbe aus dem Wasser so weit absetzen, daß ein noch mit einem Rührscheite leicht zu durchfahrender Brei entsteht; übergießt diesen mit der anzuwendenden Salzsäure und mengt sie tüchtig in den Brei ein. Nach einigen Tagen wird das Quarzmehl wieder in Wasser aufgeschlämmt, um die Lösung des Eisenchlorids und die überschüssige Salzsäure zu beseitigen, und ist es durch Anwendung dieses Verfahrens möglich, einen selbst sehr stark eisenscheinigen Quarz so vollkommen von Eisen zu befreien, daß man mit ihm ganz weißes Porzellan zu bereiten im Stande ist.

XI. Das Mengen der Thonmassen.

Wie sich aus den vorstehenden Darstellungen ergibt, handelt es sich bei den vorbereitenden Arbeiten darum, den einzelnen Körpern, aus welchen die keramischen Massen zusammengesetzt werden sollen (Thon, Quarz, Feldspath u. s. w.), in Pulver von der größten Feinheit zu verwandeln, und ist die Vornahme dieser Arbeiten der erste Theil der eigentlichen keramischen Arbeiten, welcher mit der größten Sorgfalt ausgeführt werden muß, wenn man eine Waare von entsprechender Beschaffenheit erzielen will.

Die nächstfolgende Arbeit, welche man auszuführen hat, ist das Vermengen der Bestandtheile nach bestimmten Gewichtsverhältnissen. Auf die letztere werden wir noch zurückzukommen haben und haben hier nur das Mengen der Bestandtheile selbst zu erörtern. Es ist unschwer einzusehen,

daß von der Mengung außerordentlich viel in Bezug auf die Qualität der Massen abhängt; würde die Mengung der Bestandtheile in unvollkommener Weise vorgenommen, so würde eine Partie der Masse in Folge ihres Mehrgehaltes an irgend einem Bestandtheile ganz andere Eigenschaften zeigen, als eine zweite Partie, und wäre es demzufolge geradezu unmöglich, aus solchen Massen Waaren von gleichförmiger Beschaffenheit zu erzielen.

Am zweckmäßigsten würde man wohl in der Weise arbeiten, daß man die in feine und völlig trockene Pulver verwandelten Mineralien in den erforderlichen Verhältnissen in rotirende Mischtrömmeln bringt, in diesen mengt und die Masse dann durch Anfeuchten und Auswalzen noch homogener macht. Dieses Verfahren würde aber nur für die feinsten Thonwaaren anwendbar sein, für mindere wäre es zu kostspielig. Man sucht daher gewöhnlich das Homogenisiren durch Treten der so viel als möglich gemischten Materialien zu erzielen und wendet gegenwärtig sehr häufig auch die Thonschneider zu diesem Zwecke an.

Am innigsten findet das Mischen der Bestandtheile einer zum Formen bestimmten Thonmasse durch Zusammenschlämmen statt und wird dasselbe bei feiner Waare auch stets auf diese Weise vorgenommen; bei besonders feinen Porzellanmassen, welche ausnahmsweise stark plastisch sein sollen, nimmt man noch eine weitere Behandlung der Masse durch Handarbeit vor; die Masse wird auf der Töpferscheibe zu Cylindern geformt, diese in dünne, bandförmige Streifen zerschnitten und letztere abermals durch Kneten zu einer homogenen Masse gemacht.

Das Verfahren der Homogenisirung des Thones mittels der Thonschneider und die Construction der letzteren wurde schon an früherer Stelle auseinandergesetzt, und werden

auf diese Art sowohl Ziegelmassen als Massen, aus welchen feuerfeste Waaren, Steinzeug, gewöhnliches Töpfergeschirr geformt werden soll, zubereitet; für Waaren besserer Qualität vom Steinzeug aufwärts, feineres Steinzeug, Steingut und Porzellan muß das Zusammenschlämmen angewendet werden, indem nur dieses Massen von genügender Homogenität ergibt.

Das Zusammenschlämmen.

Das Mischen der Bestandtheile, aus denen die Thonmasse zu bestehen hat, geschieht in jeder Fabrik nach anderen Gewichtsverhältnissen, welche aus der Erfahrung gewonnen werden, und an welchen streng festgehalten werden muß, indem es nur hierdurch möglich ist, die Thonmasse immer mit der gleichen Beschaffenheit herzustellen. Da es sehr große Schwierigkeiten hat, die einzelnen pulverförmigen Bestandtheile in vollkommen trockenem Zustande, wie derselbe für das genaue Abwägen erforderlich ist, zu erhalten, so nimmt man von demselben ganz Umgang und schlägt einen anderen Weg ein, um die Mischung der Materialien in nassem Zustande und dennoch nach bestimmten Gewichtsverhältnissen herzustellen, und beruht das hierbei einzuschlagende Verfahren auf der nachstehend angegebenen Grundlage:

Ein bestimmtes Wasservolumen von gewisser Temperatur besitz zu allen Zeiten das nämliche Gewicht; ist in dem Wasser ein fester, pulverförmiger Körper vertheilt (aufgeschlämmt), so wird das Gewicht des Gefäßes, in welchem die Flüssigkeit enthalten ist, größer sein als das entsprechende Wassergewicht. Das Mehr wird gebildet durch das Gewicht der aufgeschlämmten Substanz weniger dem Gewichte des Wassers, welches durch die feste Substanz verdrängt wird.

Ein Liter Wasser wiegt z. B. 1000 Gramm; ein Liter der Schlämmlüssigkeit wiegt aber 1200 Gramm und

verdrängt das Volumen des festen Körpers 50 Gramm Wasser; sonach ist die Flüssigkeit, bestehend aus 1200 — (200 — 50) Gramm oder aus 950 Gramm Wasser und 250 Gramm fester Substanz.

Man kann nach dieser Methode sehr schnell die Menge von festen Körpern bestimmen, welche in einem bestimmten Volumen Schlämmlüssigkeit enthalten ist, und mischt dann so viel Wasser zu, bis man eine Flüssigkeit erhält, von welcher ein bestimmtes Volumen ein gewisses Gewicht besitzt. Man weiß dann genau, wie viel Substanz in einem bestimmten Volumen Flüssigkeit enthalten ist.

Dieses Verfahren reicht für gewöhnliche Thonmischungen aus, nicht aber für feine Porzellanmassen, welche eine genauere Bestimmung der festen Substanzen erheischen. In diesem Falle wendet man die folgende Methode an, welche sehr genaue Resultate liefert.

Verfahren zur Bestimmung der Trockensubstanz, welche in einer Schlämmlasse enthalten ist.

Man verwendet eine Flasche von bekanntem Gewichte, welche bis zu einer bestimmten Marke genau 100 Cubiccentimeter fassend; ein genau eingeschliffener Glasstöpsel reicht bis zu dieser Marke, und ist in dem Halse der Flasche neben dem Stöpsel eine feine Rinne eingeschliffen. Die Flasche wird mit der rahmartigen Schlämmlasse so gefüllt, daß keine Luftblasen mit in das Gefäß gelangen, sodann der Stöpsel eingedrückt; der Ueberschuß der Schlämmlasse wird durch die enge Rinne zwischen Stöpsel und Flaschenwand ausgepreßt. Nachdem man die Flasche an der Außenseite wohl gereinigt hat, wird sie gewogen und das Trockengewicht der in der Flasche enthaltenen festen Substanz nach folgender Anleitung berechnet, in welcher bedeutet:

v den Inhalt der Flasche in Cubit-Centimeter oder in Grammen Wasser, *

b das Gewicht des in der Flasche enthaltenen Breies in Grammen,

t das Gewicht der in der Flasche enthaltenen Trockensubstanz in Grammen,

s das specifische Gewicht der Trockensubstanz,

V den Inhalt des zum Versage verwendeten Meßgefäßes in Litern oder in Kilogramm Wasser,

T das Gewicht der Trockensubstanz des Breies in dem Meßgefäße mit dem Inhalte V.

Das Gewicht des in der Flasche enthaltenen Breies b ist gleich dem Gewichte der Trockensubstanz t mehr dem Gewichte des Wassers.

Das Gewicht des Wassers ist gleich dem Gewichte v des Inhaltes der mit Wasser allein gefüllten Flasche weniger dem Gewichte des Wassers, an dessen Stelle sich Trockensubstanz befindet.

Das Gewicht der Trockensubstanz ist t, das specifische Gewicht derselben aber s, es ist somit $\frac{t}{s}$ das Gewicht des Wassers, welches durch die in dem Breie enthaltene Trockensubstanz verdrängt wird, somit $v - \frac{t}{s}$ das Gewicht des in der Flasche enthaltenen Wassers. Man hat sonach folgende Gleichungen vor sich:

$$\begin{aligned} \text{I. } b &= t + v - \frac{t}{s} \\ b &= t \left(1 - \frac{1}{s}\right) + v \\ b &= \frac{s-1}{s} t + v \end{aligned}$$

und berechnet hieraus das Gewicht der in dem Brei, welcher in der Flasche enthalten ist, vorhandenen Trockensubstanz.

* Nach der Thon-Industrie-Zeitung 1877.

$$\text{II. } t = \frac{s}{s-1} (b - v)$$

Das Gewicht der Trockensubstanz in der Flasche verhält sich zum Gewichte der Trockensubstanz in dem Meßgefäße, wie sich die Volumina der Flasche und des Meßgefäßes zu einander verhalten:

$$\text{III. } t : v = T : V$$

$$T = \frac{v}{V} t$$

Wenn man in diese Gleichung den aus der Gleichung II hervorgegangenen Werth von t einsetzt, so erhält man

$$\text{IV. } T = \frac{v}{V} \cdot \frac{s}{s-1} \cdot (b - v)$$

Um das Gewicht der Trockensubstanz nicht bei jedem Versuche von Neuem berechnen zu müssen, legt man sich zweckmäßig eine Tabelle an, aus welcher man die T (Trockengewicht im Meßgefäße) entsprechenden Werthe sofort ablesen kann, wenn man das Gewicht b (das Gewicht des in der Flasche enthaltenen Breies) ermittelt hat. Es ist zweckmäßig, bei Entwerfung dieser Tabelle das Gewicht der Trockensubstanz im Meßgefäße immer um 1 Kilogramm wachsen zu lassen, und die dieser Gewichtszunahme entsprechende Gewichtszunahme der Flasche zu verzeichnen. Man kann zu diesem Zwecke den Werth b aus der Gleichung IV entwickeln:

$$\text{V. } b = v + \frac{s-1}{s} \cdot \frac{v}{V} T$$

Nimmt T stetig um 1 zu, so wächst b nach einer arithmetischen Reihe und ist die Differenz dieser Reihe

$$\frac{s-1}{s} \cdot \frac{v}{V}$$

Man habe z. B. folgende Verhältnisse vor sich: Es sei das Gewicht des in der Flasche enthaltenen Breies = 126.35 Gramm; es sei der Inhalt der Flasche = v = 100 Gramm oder = 100 Cubikcentimeter Wasser; es sei das specifische Gewicht der Trockensubstanz s = 2.583, und es sei das Volumen des Meßgefäßes V = 50 Liter =

50 Kilogramm Wasser, so ergibt sich das Gewicht der im Meßgefäße enthaltenen Trockensubstanz nach der Gleichung IV.

$$T = \frac{50}{100} \cdot \frac{2.583}{1.583} (126.35 - 100) = \\ = \frac{1}{2} \cdot \frac{2.583}{1.583} \cdot 126.35 = 21.5 \text{ Kilogramm}$$

Nachdem wir nun aus der Formel V die Differenz der Reihe entwickelt haben, können wir für den vorliegenden Fall die entsprechenden Werthe ermitteln. Ist nämlich $v = 100$ Gramm, $V = 50$ Kilogramm, $s = 2.583$, so ergibt sich

$$\frac{1.583}{2.583} \cdot \frac{100}{50} = \frac{1.583.2}{2.583} = 1.2257$$

und das dem Gewichte von 20 Kilogramm Trockensubstanz entsprechende Gewicht des Breies in der Flasche, nach Gleichung V.

$$100 + 1.2257.20 = 124.514 \text{ Gramm.}$$

Die Tabelle erhält nun nachstehende Form:

A.

Gewicht der Trockensubstanz im Meßgefäße (in Kilogrammen)	Gewicht des Breies in der Flasche (in Gramm)
20	124.52
21	125.74
22	126.97
23	128.19
24	129.42
25	130.64

Eine zweite Tabelle giebt die Bruchtheile des Gewichtes der Trockensubstanz an:

B.

Gewicht der Trockensubstanz (in Kilogrammen)	Gewicht des Breies (in Gramm)
0.1	0.12
0.2	0.25
0.3	0.37
0.4	0.49
0.5	0.61
0.6	0.74
0.7	0.86
0.8	0.98
0.9	1.10

Für das oben angegebene Beispiel (Gewicht des Breies in der Flasche = 126.35 Gramm) benützt man die Tabellen in folgender Weise: Aus der Tabelle A findet man, daß der Werth 125.74 jener ist, welcher der gefundenen Zahl 126.35 am nächsten kommt; diesem Werthe entsprechen aber 21 Kilogramm. Die Zahl 126.35 ist aber um 0.61 größer als 125.74, und sucht man in Tabelle B jene Zahl, welche dieser am nächsten kommt; es ist dies die Zahl 0.61 und entspricht diese genau 0.5 Kilogramm Trockensubstanz; es ist demnach das Gewicht der Trockensubstanz in dem Meßgefäße genau 21.5 Kilogramm.

Zur Feststellung der Daten, welche man für die Berechnung der Tabellen nöthig hat, bedarf man die Angabe des specifischen Gewichtes jener Substanz, welche in dem Breie enthalten ist und muß dieses durch mehrmalige Versuche genau ermittelt werden. Hat man neue Materialien in die Fabrikation einzuführen, z. B. einen Thon aus einer neuerschlossenen Grube, einen Quarz aus einem neuen Bezugsorte, so müssen diese Materialien selbstredend nicht nur auf ihr specifisches Gewicht, sondern auch auf alle anderen Eigenschaften geprüft werden, welche man in keramischer Beziehung kennen muß, und erfordert die Verschiedenheit in diesen Eigenschaften häufig ziemlich umfangreiche Studien, ehe man dahin gelangt, unter Anwendung des neuen Materiales genau wieder Massen von derselben Beschaffenheit zu erhalten, wie man sie früher in der Fabrik darstellte.

Das Mischen der Schlamm-Massen.

In vielen Fabriken nimmt man das Mischen der Schlamm-Massen und deren Gehalte an Trockensubstanz in Mischapparaten vor, welche folgende Einrichtung haben: Die Gefäße, in welchen die Schlamm-Massen enthalten sind,

werden so aufgestellt, daß man aus ihnen durch Oeffnen eines Hahnes oder Ventiles Schlamm-Flüssigkeiten nach einem größeren, tiefer gestellten Gefäße der Mischkufe ablassen kann; sämtliche Gefäße sind mit Rührapparaten zu versehen, um die festen Körper in der Flüssigkeit schwebend zu erhalten.

In der Mischkufe sind an der Wand, so daß sie das Rührwerk nicht behindern, Pflöcke befestigt, welche anzeigen, wie hoch die einzelnen Schlamm-Flüssigkeiten einzulassen sind, um das gewünschte Verhältniß zu erzielen. Vor der Mischung werden die Schlamm-Massen tüchtig aufgerührt und dann in entsprechendem Verhältnisse nach der Mischkufe abgelassen, woselbst man alles noch durch Rühren innig vermischt und die Flüssigkeit nunmehr aber nicht länger ruhen läßt, sondern sogleich weiter verarbeitet, indem sich sonst aus ihr die specifisch schwereren Körper absetzen würden.

Um völlig sicher zu sein, daß nicht mit den Schlamm-Massen noch fremde Körper, die zufällig in dieselben gelangt sein können, in die Mischkufe kommen, ist es sehr zweckmäßig, unter der Ausflußöffnung jeder Kufe ein aus feinem Gewebe angefertigtes Sieb anzubringen, welches während des Abfließens in rüttelnder oder schwingender Bewegung erhalten wird; unter diesen Verhältnissen fließt der zarte Schlamm schnell durch das Sieb, indeß die fremden Körper auf demselben liegen bleiben.

Das Trocknen des Schlammes an der Luft.

Die Mischung aus den verschiedenen Schlamm-Massen besitzt noch nicht jene Consistenz, welche sie haben müßte, wenn aus ihr Gefäße geformt werden sollten, sondern enthält noch einen großen Ueberschuß an Wasser. Damit die Masse homogen bleibe und die schwereren Bestandtheile derselben nicht zu Boden sinken können, muß das überschüssige

Wasser schnell beseitigt werden, und hat man verschiedene Verfahren eingeschlagen, um dies zu erreichen.

Man trocknet den Schlamm entweder an der Luft aus oder man bewirkt das Austrocknen durch künstliche Wärme, man bringt ihn in Gefäße, welche aus stark Wasser ansaugenden Substanzen angefertigt sind; man sucht endlich durch mechanische Kraft (Druckkraft, Fliehkraft) das Wasser zu beseitigen. Jedes dieser Verfahren hat seine günstigen Wirkungen, aber nicht jedes derselben ist für alle Thonmassen anwendbar. Während z. B. magere, sandreiche Thonmassen leicht durch Pressen entwässert werden können, ist die Ausführung dieses Verfahrens für fette Thonmassen kaum anwendbar, indem von solchen Massen das Wasser mit außerordentlicher Kraft zurückgehalten wird.

Die geringsten Kosten verursacht das Austrocknen der Thonmassen an der Luft, es kann aber nur während des Sommers vorgenommen werden. Man bringt zu diesem Zwecke die Schlamm-Flüssigkeiten in flache Holzkästen von größeren Dimensionen (bei Regenwetter müssen diese Kästen durch Deckel zu schließen sein) und rührt die Flüssigkeit täglich mehrere Male tüchtig durcheinander, um das Niedersinken der schwereren Theile zu verhindern; ist die Consistenz der Masse durch Austrocknen schon eine stärkere geworden, so kann man das Rühren seltener vornehmen, indem das Niedersinken der schwereren Theile nicht mehr so rasch von Statten gehen könnte.

Das Trocknen des Schlammes durch künstliche Wärme.

Das Austrocknen größerer Mengen von Schlammmassen in kurzer Zeit ist nur unter Anwendung künstlicher Wärme durchführbar, und wendet man zu diesem Behufe sehr lange, aber schmale und sehr leichte Pfannen (Ränge

20 Meter, Breite 1·5 Meter, Tiefe 0·35 Meter) an, welche aus Eisen oder Kupfer angefertigt und am Boden mit einer dünnen Gypsschicht belegt sind. Die Beheizung dieser Pfannen geschieht theils unter Anwendung der Feuergase, welche von den Brennöfen abziehen, theils durch directes Feuer.

Die Pfanne wird zweckmäßig durch zwei Querwände in drei Abtheilungen geschieden, und bringt man die Schlamm-
masse zuvörderst in jene Abtheilung, welche zunächst dem Feuer liegt, somit am heißesten ist.

Durch das fortwährende Aufbrodeln der kochenden Flüssigkeit wird in dieser Abtheilung am sichersten der Entmischung der Thonmassen durch Absitzen vorgebeugt, und beläßt man den Schlamm in dieser Abtheilung, bis er eine gewisse Consistenz angenommen hat, worauf man ihn in die zweite Abtheilung abläßt, in welcher er so lange verweilt, bis der Inhalt der dritten Abtheilung genügend ausgetrocknet ist. Sofort nach Entleerung wird die erste Abtheilung wieder gefüllt, und rücken die Schlammmassen dann allmählich nach der zweiten und dritten Abtheilung vor.

Das Abdampfen der Flüssigkeit aus den Thonmassen hat viele Vortheile für sich, welchen aber leider auch bedeutende Auslagen für Brennmaterialien entgegenstehen; man kann dieselben verringern, wenn man gleich bei der Anlage der Fabrik dafür sorgt, daß die aus den Brennöfen abziehenden Feuergase auf dem kürzesten Wege unter die Pfanne geführt werden. Da aber diese Oefen nicht in ununterbrochener Thätigkeit sind, muß man unter den Pfannen noch besondere Heizungen anbringen, die mit Treppenrosten versehen sind, um auf ihnen Kohlenklein, das billigste Brennmaterial, verbrennen zu können.

Das Trocknen des Schlammes durch Aufsaugung.

Poröse Thongefäße (unglasirte) und Gyps saugen sehr kräftig Wasser an; gießt man Thonschlamm in ein derartiges Gefäß, so wird dem Schlamm sehr schnell Wasser entzogen und derselbe bald in eine Masse von genügender Consistenz umgewandelt sein. In kleineren Fabriken wendet man dieses Verhalten zum Austrocknen des Thonschlammes an und läßt die auf einmal dargestellte Schlammischung in solche Gefäße fließen, in welchen sie bis zur genügenden Entwässerung bleibt; die Gefäße werden dann an der Luft getrocknet und hierdurch abermals zur Aufsaugung von Wasser geeignet gemacht.

Man kann bei Anwendung dieses Verfahrens zwar gut und schnell arbeiten, dasselbe ist aber seiner Natur nach nur für kleinere Fabriken geeignet, indem in etwas größeren der zur Aufstellung der Gefäße erforderliche Raum sehr groß gemacht werden müßte und eine ansehnliche Zahl von Arbeitern zum Füllen und Entleeren der Schüsseln nothwendig wäre.

Das Trocknen des Schlammes durch Pressen.

Seitdem man den sogenannten Filterpressen jene vervollkommnete Einrichtung gegeben hat, durch welche sie zum Abpressen sehr feiner Schlammmassen geeignet sind, kommen diese Apparate in größeren Thonwaarenfabriken immer mehr in Aufnahme; man wendet jedoch auch gegenwärtig noch sehr häufig andere Preßvorrichtungen an, welche unter Umständen sehr günstige Resultate liefern; es ist aber zu bemerken, daß man nur magere Thonmassen mit Vortheil in den gewöhnlichen Pressen bearbeiten kann, fette Thonmassen bedürfen hierfür entschieden des hohen Druckes, welchen man nur mit Hilfe der Filterpressen hervorzubringen im Stande ist.

Schraubenpressen.

Bei den gewöhnlichen Pressen ist ganz besondere Rücksicht auf die Säcke, in welche der Schlamm gefüllt wird, zu verwenden, indem sonst die ganze Pressarbeit resultatlos ist. Die Säcke müssen nämlich aus dichtem Gewebe verfertigt sein — Hanfgarn eignet sich hierfür am besten — und dürfen in Berührung mit Wasser nicht aufquellen, indem sonst die Oeffnungen der Säcke zu enge würden. Um dies zu erreichen, tränkt man die Säcke vor der ersten Anwendung mit siedendem Reindöl.

Man läßt die zu pressende Masse in die Säcke fließen, bindet letztere fest zu und schichtet sie zwischen Platten in die Presse, wo sie einem allmählich gesteigerten Druck unterworfen werden müssen; die Thonmassen, welche man durch Abpressen des Schlammes erhält, haben vor jenen, die durch Eindampfen dargestellt werden, den Vorzug, daß sie von größerer Plasticität sind als diese.

Die Pressen, welche man zum Auspressen der Thonmassen anwendet, können Schraubenpressen mit starker eiserner Spindel sein, welche einen sehr starken Druck, 8000 bis 10,000 Kilogramm, zulassen, und muß ein Arbeiter fortwährend damit beschäftigt sein, in gewissen Intervallen den Druck an den einzelnen Pressen durch Nachziehen der Schrauben zu steigern.

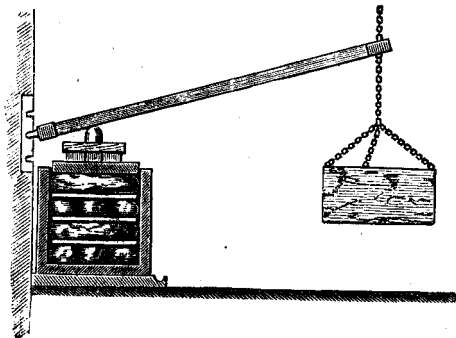
Hebelpressen.

Von sehr gleichmäßiger Wirkung sind die Hebelpressen, welche, einmal belastet, einen constant bleibenden Druck ergeben. Die Einrichtung einer solchen Hebelpresse ergiebt sich aus der Fig. 18. Auf einem starken Fundamente ist ein dickwandiger Kasten von Würfelform aufgestellt, welcher als Behälter für die Presssäcke dient; die Wände des Kastens

sind mit einander verzapft und werden außerdem noch durch Eisenbänder zusammengehalten; zum Abflusse des Wassers sind im Boden und in den Wänden kleine Oeffnungen angebracht.

Ein dicker Holzdeckel, welcher durch Eisenschienen verstärkt ist, paßt in die Oeffnung des Preßkastens, und werden auf diesen Deckel noch mehrere Holzblöcke von quadratischem Querschnitt gelegt. Der Druck auf die mit den Preßsäcken gefüllten Säcke wird durch einen einarmigen Hebel von bedeutender Länge ausgeübt, welcher seinen Stützpunkt in

Fig. 18.



der Mauer findet, neben welcher die Presse aufgestellt ist. Am entgegengesetzten Ende dieses Hebels ist ein Flaschenzug angebracht, durch den man den Hebel sammt dem an ihm hängenden Kasten, welcher mit Steinen gefüllt ist,

heben und senken kann.

Damit der Druck gleichmäßig auf alle Säcke vertheilt werde, belegt man den Boden des Kastens mit Säcken, welche alle in einer Richtung liegen, legt auf diese Sackreihe eine Holzplatte, auf welche die nächstfolgende Sackreihe aber so aufgelegt wird, daß die Längsachsen der Säcke senkrecht auf jenen der unteren Sackreihe stehen. Man füllt so abwechselnd den ganzen Kasten mit Säcken und Brettern, legt schließlich den Deckel auf die oberste Sackreihe und auf den Deckel die quadratischen Holzblöcke und senkt den Hebel

nieder, worauf man den Steinkasten mittels des Flaschenzuges so hoch hebt, daß er frei hängt.

Durch den mächtigen Druck, welcher in dieser Weise ausgeübt wird, verringert sich das Volumen der Säcke sehr schnell, und sinkt der Deckel in den Kasten ein; durch Auflegen von Holzklößen auf den Deckel kann man, wenn nöthig immer bewirken, daß der Druck auf die Säcke fort dauert. Wenn ein genügendes Wasserquantum abgelaufen ist, hebt man den Druck durch Herablassen des Steinkastens und Hinaufziehen des Hebels ganz auf und nimmt die Säcke aus der Presse. Nachdem sie aufgebunden wurden, zieht man sie wie einen Handschuh von der entwässerten Thonmasse ab und kann letztere, wie es meistens geschieht, sogleich zur Verarbeitung bringen oder in größeren Klumpen zusammengedrückt in einem Keller aufbewahren.

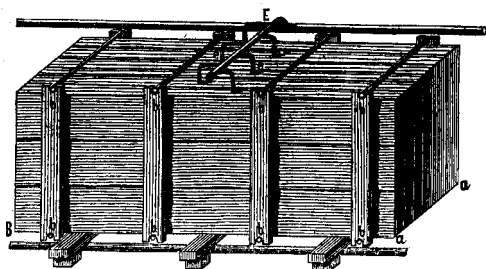
Filterpressen.

Die Filterpressen sind dem Principe nach alle so eingerichtet, daß die in einen festen und flüssigen Theil zu scheidende Substanz in Räume gebracht wird, welche bei großer Breite und Höhe eine sehr geringe Dicke besitzen; die filtrirend wirkende Fläche ist demnach bei diesen Apparaten eine sehr bedeutende und findet das Filtriren sehr rasch statt.

Wenn man das Princip der Filterpressen zum Entwässern des Thonschlammes in Anwendung bringt, handelt es sich nicht darum, die feste Substanz vollkommen von der flüssigen zu scheiden, sondern nur um eine bis zu einer bestimmten Grenze gehende Entwässerung; da mit Rücksicht auf die große filtrirend wirkende Fläche diese Entwässerung ohne großen Kraftaufwand vor sich geht, kann man die für Thon bestimmten Filterpressen aus leichterem Materiale, z. B. aus hartem Holz bauen.

Eine Filterpresse, wie sie in englischen Fabriken häufig angewendet wird, ist in Fig. 19 in zusammengestelltem Zustande dargestellt, und sind aa die Preßbehälter, bb das durch Eisenstangen verstärkte Gerüste, welches diese Behälter trägt, E das Hauptrohr, durch welches der abzapressende Thon-
schlamm zugeführt wird, und sind ee die von dem Hauptrohre E

Fig. 19.



abzweigenden
Reiteröhren,
welche mit den
einzelnen Preß-
behältern ver-
bunden sind.

Fig. 20.

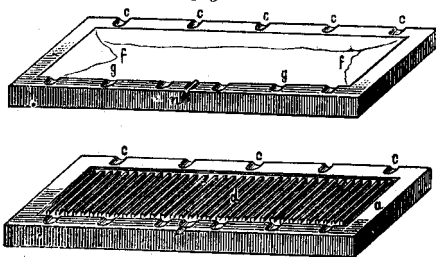


Fig. 20
stellt einen der
Preßbehälter in
geöffnetem Zu-
stande dar; der
obere Theil bildet
einen aus starken
Böhlen zusamen-
gefügteten Rahmen,
in welchem ein dün-
nerer Boden ein-
gesetzt ist, so daß
ein flacher Kasten

entsteht, in den man einen Preßsack von entsprechender Form einlegt und an dem kurzen Haken g aufhängt. Die Oeffnungen c an dieser, sowie an der anderen Hälfte des Preßkastens dienen zum Abfließen des ausgepreßten Wassers. Die andere Hälfte des Preßkastens ist mit einer großen Anzahl von Riefen versehen, welche in eine gemeinschaftliche Querrinne münden und gleichfalls zur Abfuhr des ausgepreßten Wassers dienen.

Wenn der Apparat zusammengesetzt ist, das heißt, die Kästen, in welche man die Preßsäcke eingesetzt hat, festgeschlossen und das an den Preßsäcken angebrachte Mundstück n durch Holländer-Verschraubungen mit der Röhre e verbunden wurde, treibt man mittels einer starken Druckpumpe den zu filtrirenden Schlamm durch die Röhren Ee in die Preßsäcke; durch die fortgesetzte Wirkung der Pumpe wird aus dem in den Preßsäcken enthaltenen Schlamm das Wasser schnell ausgepreßt und derselbe innerhalb einer bis zwei Stunden genügend entwässert, um zu einer sogleich verarbeitbaren Masse zu werden.

Der eben beschriebene Apparat kann jeder Leistungsfähigkeit angepaßt werden, indem man für größere Leistungsfähigkeit nur die Zahl der Preßrahmen zu vermehren braucht; auch kann mit einer Druckpumpe eine größere Zahl derartiger Apparate bedient werden; man hat übrigens schon derartige Filterpressen construirt, welche in Zeit von zwölf Stunden bis zu 4000 Kilogramm fertige Thonmasse liefern.

Das Trocknen des Schlammes unter Anwendung von Luftdruck.

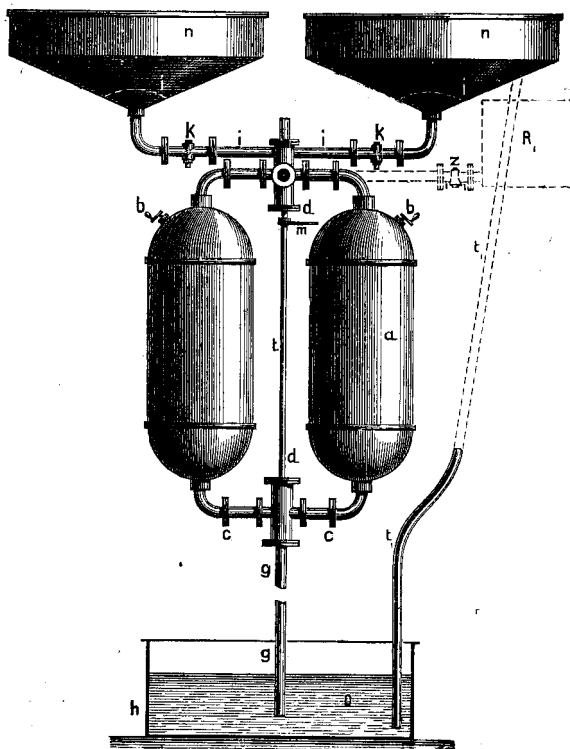
Man kann zum Trocknen, richtiger zum theilweisen Entwässern des Thonschlammes zweckmäßig den Druck der Atmosphäre anwenden, und dürfte dieses Verfahren gegenwärtig an solchen Orten, an welchen man größere Wassermengen von einer bestimmten Druckhöhe zur Verfügung hat, somit die sogenannten Wasser-Luftpumpen angewendet werden können, immer mehr in Anwendung kommen.

Ein Apparat, welcher ebenfalls auf der Wirkung des Luftdruckes beruht, ist der Talabot'sche Luftdruck-Apparat, der seiner gleichförmigen und schnellen Arbeitsleistung wegen in Porzellanfabriken häufig angewendet wird.

Der Apparat hat folgende Einrichtung:

Zwei Cylinder a, welche aus starkem Eisenblech angefertigt sind und oben Luftthähne b besitzen, sind durch die gebogenen Röhren cc mit zwei großen Zweigröhren dd ver-

Fig. 21.



bunden. Die an diesen Röhren angebrachten Hähne d sind ihrerseits durch eine Eisenstange t vereinigt, und wird ihre Stellung durch den Hebel m regulirt. Durch entsprechendes Stellen des oberen Hahnes kann man einen der beiden

Cylinder mit dem Wasserbehälter R in Verbindung bringen, indeß der andere mit einem der Filter n verbunden wird.

Durch Oeffnen des unteren Hahnes d kann man jeden der Cylinder aa entleeren; der Abfluß des Wassers erfolgt durch ein mindestens 11 Meter langes Rohr g nach einem Behälter h, der durch eine Druckpumpe und das Rohr t verbunden sein kann, um bei Vorhandensein von wenig Wasser auch das aus dem Thonschlamm abgepreßte Wasser mit verwenden zu können.

Die Filter bestehen aus vier runden Trichtern n (von welchen in der Zeichnung nur zwei sichtbar sind), deren Durchmesser 1.5 Meter beträgt und welche durch Röhren mit dem Rohre d mittels der Hähne kk in Verbindung gesetzt werden können. Um das Mitreißen der Thonmasse durch das beim Filtriren ablaufende Wasser hintanzuhalten, ist in jedem Trichter ein Siebboden i eingesetzt, und ist der kegelförmige Theil des Filters ganz mit grobem Kiessand ausgefüllt. Auf die geebnete Fläche des Kieles legt man eine kreisrunde Filzscheibe, welche genau in den cylindrischen Theil des Filters paßt und befestigt es noch an der Wand des letzteren mittels eines Ringes aus jener Thonmasse, welche entwässert werden soll. Schließlich wird auf die Filzscheibe ein kreisförmig geschnittenes Preßtuch gelegt, welches aber einen so großen Durchmesser haben muß, daß es über die Ränder des Filters herabhängt.

Man beginnt die Arbeit damit, daß man die vorbereiteten Filter ganz mit dem zu entwässernden Schlamm anfüllt und auch einen der Cylinder a bei geöffnetem Hahne b aus dem Reservoir R' mit Wasser füllt, sodann den Wasserzufluß absperrt, den Hahn b schließt und nunmehr die Stellung der Hähne dd mittels des Hebels m ändert. Das Ausfließen des Wassers aus dem Cylinder kann offenbar

nur dann stattfinden, wenn auch von oben Luft Zutritt; der äußere Luftdruck preßt das in der auf den Filtern befindlichen Masse enthaltene Wasser nach abwärts und entwässert die Masse hierbei. Man läßt aus dem einen Cylinder so lange Wasser ablaufen, bis das an dem Cylinder befindliche Manometer ein Steigen des Luftdruckes anzeigt.

Während der eine Cylinder unter einem Filter saugend wirkt, wird der zweite Cylinder mit Wasser gefüllt; das einfache Umsteuern des Hebels m genügt, um den von Wasser entleerten Cylinder außer Wirksamkeit zu setzen und den mit Wasser gefüllten in Thätigkeit zu bringen, so daß das Ausaugen des Wassers ununterbrochen vor sich gehen kann.

Bei ununterbrochenem Gange des Apparates genügen drei Viertel Stunden, um den Wassergehalt der in den Trichtern enthaltenen Thonmassen von 50 Procent auf 10 Procent zu reduciren; nach Beendigung der Operation werden die Tücher mit der ausgepreßten Thonmasse aus den Filtern gehoben, durch neue ersetzt, mit auszupressendem Schlamm gefüllt und die Operation von Neuem begonnen.

In Fabriken, in welchen man Dampf zur Verfügung hat, kann man das Auspressen der Schlammflüssigkeit auch durch directen Dampfdruck ausführen. Der hierfür erforderliche Apparat besteht aus flachen Cylindern, in denen auf einer Sand- und Filzunterlage die Preßtücher ausgebreitet sind, welche auch an der Mantelfläche der Cylinder hinaufreichen. Der Deckel der Cylinder wird, nachdem die Preßtücher mit Schlamm gefüllt sind, dampfdicht aufgesetzt, und läßt man dann auf die Oberfläche der Schlammmasse einen Dampfdruck von drei bis vier Atmosphären wirken. Dieser Dampfdruck wirkt gleich einer gleichmäßig wirkenden Presse und drückt das dem Schlamm anhaftende Wasser durch die Poren des Filters.

Hat man weder genügend Wasser noch Dampf zur Verfügung, so kann man das Auspressen auch mittels Luftpumpen bewerkstelligen. Läßt man nämlich mittels einer Verdichtungs-Luftpumpe zusammengepreßte Luft auf die Schlammflüssigkeit einwirken, die sich in geschlossenen Filtern befindet, so findet ein Durchpressen des Wassers statt; setzt man das Filter auf einen Behälter, welcher das aus dem Schlamme ausgepreßte Wasser zu fassen vermag, und saugt durch eine Saugluftpumpe die Luft unter dem Filter aus, so ist es wieder der Druck der Atmosphäre, welcher das Durchpressen des Wassers bewirkt.

Die Filtration unter Anwendung von Luftdruck ist eigentlich als eines der zweckmäßigsten Verfahren zu bezeichnen, welche man zur Entwässerung der Schlammflüssigkeiten benützen kann, denn diese Entwässerung kann unter geringem Kraftaufwand, in sehr kurzer Zeit und mit beliebig großen Massen von Schlamm ausgeführt werden, Vortheile, welche kein anderes bis nun in der Praxis in Anwendung gekommenes Entwässerungsverfahren in gleichem Maße zu bieten vermag.

Die Centrifugen.

Es ist auch möglich, das Entwässern der Schlammflüssigkeiten noch auf einem andern Wege vorzunehmen, nämlich durch Fliehkraft. Es ist bekannt, daß ein Körper, welcher mit bedeutender Geschwindigkeit im Kreise herum bewegt wird, sich mit um so größerer Kraft von dem Mittelpunkt des Kreises zu entfernen trachtet, je öfter er in einer bestimmten Zeit den Umfang des Kreises zu durchlaufen hat. Die sogenannten Centrifugen, Schwung- oder Schleudermaschinen beruhen auf diesem Principe, und bedient man sich solcher Maschinen in den Zuckerfabriken zur Trennung des

Syrupes von dem Zucker, in den Stärkfabriken zum Austrocknen der Stärke und zu ähnlichen Zwecken.

Man hat auch den Versuch gemacht, die Centrifugirapparate in der keramischen Industrie zum raschen Entwässern von Thonschlamm anzuwenden. Der Cylinder oder die Trommel, aus welcher die eigentliche Centrifuge besteht, ist aus Siebblech angefertigt und wird von einem Blechmantel umschlossen, welcher die ausgeschleuderte Flüssigkeit auffängt; die Trommel ist auf einer Axe befestigt, welche ein Zahnrad trägt, das durch ein viel größeres Zahnrad in sehr schnelle Umdrehung, bis zu 1800 Umdrehungen in der Minute, versetzt wird.

Um Thonschlamm zu centrifugiren, muß man die Innenseite der Trommel mit einem cylindrischen Sack aus Preßtuch auskleiden, weil sonst mit der Flüssigkeit auch die kleinen Theilchen der Thonmasse fortgerissen würden. Man arbeitet in der Weise, daß man die leere Trommel in schnelle Umdrehung versetzt und den zu entwässernden Schlamm aus einem Rohre in die Trommel fließen läßt.

Die herabfallende Flüssigkeit wird sogleich durch die Fliehkraft an die Wand des Preßsackes geworfen, die Flüssigkeit wird durch letzteren getrieben, indeß die Thonmasse an der Wandung des Preßsackes haften bleibt. Am Beginn der Arbeit, zur Zeit also, in welcher die an dem Preßsack haftende Thonmasse noch nicht dick ist, findet das Entwässern sehr schnell statt; hat aber die Thonlage einmal eine gewisse Dicke erreicht, so muß man die Masse noch durch geraume Zeit der schnellsten Umdrehung unterwerfen, deren die Centrifuge fähig ist, um sie ihrer ganzen Dicke nach soweit zu entwässern, als erforderlich ist.

Dieser Umstand, sowie die Thatsache, daß man mit den Centrifugen auf einmal immer nur kleine Quantitäten

von Thonschlamm entwässern kann, und endlich die weitere Thatfache, daß die Centrifugir-Maschinen sehr große Triebkraft und viele Reparaturen erfordern, lassen die Centrifugen, so gut und schnell sie auch sonst zu arbeiten vermögen, für die Zwecke der Entwässerung von Thonschlamm nirgends bleibende Anwendung in der Praxis finden.

In vielen Fabriken erachtet man noch eine weitere mechanische Bearbeitung der nach dem einen oder anderen Verfahren entwässerten Thonmassen für nöthig, und ist eine solche namentlich erforderlich, wenn es sich um magere Thonmassen handelt, indem sie zur Homogenisirung mitwirkt. Eine Vorrichtung, welche diesem Zwecke sehr gut entspricht, gleicht ihrem Baue nach in gewissem Sinne einem gewöhnlichen Thonschneider mit einigen Abänderungen, die sich aus Nachstehendem ergeben.

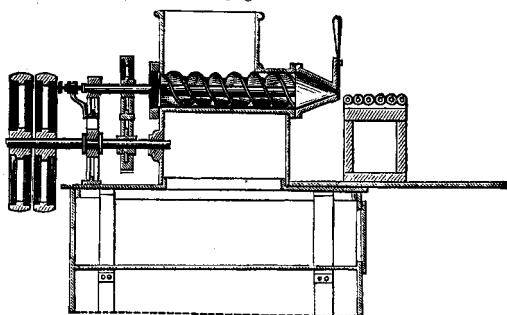
Der entwässerte Thon wird durch einen Füllrumpf in einen gußeisernen Cylinder gebracht, dessen Axe durch eine Welle gebildet wird, an der eine aus Stahlblech angefertigte Schraube sitzt, welche die Wände des Cylinders beinahe berührt. Der Cylinder geht nach vorne in einen Regel über, an welchem ein kreisrundes Mundstück sitzt. Die aus dem Cylinder hervorragende Welle wird entweder durch Menschen- oder Maschinenkraft in Gang gesetzt.

Der Thon, welcher durch den Füllrumpf in den Cylinder gelangt, wird durch die flache Schraube in ein spiralförmiges Band von einer Breite zerschnitten, welche der Höhe der Schraubengänge entspricht und wird gleichzeitig vorwärts geschoben; indem er in den kegelförmigen Aufsatz übertritt, erleidet er eine starke Pressung, und werden infolge dessen die Luftblasen, welche noch in der Masse vorhanden sind, zum größten Theil ausgequetscht, so daß aus dem Mundstücke

eine völlig homogene luftfreie Masse hervorgetrieben wird, die sofort verarbeitet werden kann.

Die untenstehende Abbildung (Fig. 22) zeigt die Einrichtung einer derartigen Homogenisirmaschine für Thon, welche für Maschinenbetrieb angefertigt ist. An dem Regel ist ein drehbares Messer angebracht, um die aus dem Mundstücke hervorgepreßten Thoncyliner in beliebigem Momente abschneiden zu können, und legt man zweckmäßig vor das Mundstück eine Anzahl leicht drehbarer Walzen, auf welchen der Thoncyliner in dem Maße, in welchem er aus dem Mundstücke hervortritt, fortgeschoben wird.

Fig. 22.



Anhang. Das Lagern der Thonmassen.

Die Thonmassen, welche man durch die mühevollen und zeitraubenden mechanischen Arbeiten, die wir in Vorstehendem beschrieben haben, erhalten hat, können sofort in Arbeit genommen werden; die Fabrikanten von Thonwaaren sind jedoch so ziemlich alle darüber einig, daß ein längeres Lagern die Plastizität der Thonmassen sehr bedeutend erhöhe und scheuen aus diesem Grunde selbst die Kosten nicht, welche das lange Lagern eines so werthvollen Körpers, wie

feine Thonmasse ist, nach sich zieht; wie schon gesagt wurde, sollen die chinesischen Porzellanfabriken in diesem Punkte so weit gehen, daß sie den Thon Jahrhunderte lang in Kellern lagern lassen, bevor sie ihn verarbeiten, so daß ein Fabrikant stets das Materiale verarbeitet, welches vorangegangene Generationen für ihn zubereitet haben und er in derselben Richtung wieder für seine Nachkommen arbeitet.

Das Lagern des Thones wird in der Praxis auch als Rotten oder Faulen bezeichnet, indem sich bei demselben Erscheinungen zeigen, welche Aehnlichkeit mit Fäulnißvorgängen besitzen; bis nun sind die Vorgänge, welche hierbei stattfinden, noch nicht vollständig erklärt, und weiß man für das Zunehmen der Plasticität noch gar keine ausreichende Erklärung zu geben.

Die lange lagernden Thonmassen entwickeln den bekannten Thongeruch und geht dieser endlich in entschiedenem Schwefelwasserstoffgeruch über; in der Luft der Keller, in welchen Thonmassen lagern, läßt sich auch leicht Schwefelwasserstoff nachweisen. Die Farbe der Thonmassen, auch jene der feinsten Porzellanmassen wird an der Oberfläche grau oder selbst schwarz, geht aber nach längerer Berührung der Masse mit Luft von selbst wieder in Weiß über.

Eine Erklärung dieser Erscheinungen, welche viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, liegt in Folgendem: Das Wasser, welches man zum Schlämmen der Thonmassen verwendet, enthält stets kleine Mengen von organischer Substanz und schwefelsauren Salzen, letztere finden sich auch in den Thonmassen selbst vor, und enthalten minder feine Thone auch gewisse Quantitäten organischer Substanzen.

Wenn die Thonmassen im feuchten Zustande und gleichmäßiger Temperatur (im Keller) lagern, so beginnt die organische Substanz sich zu zersetzen, zu faulen; schwefelsaure

Salze werden durch faulende organische Substanz sehr leicht zu Schwefelmetallen reducirt, welche ihrerseits durch Säuren unter Entwicklung von Schwefelmetallen zerlegt werden.

Die organische Substanz wird während des Fäulnißprocesses in kohlenstoffreiche Verbindungen von dunkler Farbe übergeführt, und bewirkt diese das deutliche Dunklerwerden weißer Thonmassen. Durch das Zertheilen dieser Thonmassen und Berührung derselben mit Luft findet eine vollständige Verbrennung dieser organischen Substanzen statt, und hellt sich infolge dessen die Farbe wieder auf.

Mengt man Thon absichtlich viel organische Substanz z. B. in Form von Düngerjauche, welche man an Stelle von Wasser anwendet, und außerdem Gyps bei, so geht der Färbungsproceß sehr schnell und in der angegebenen Weise vor sich, und schreibt man dem Entstehen von Schwefelcalcium, welches sich beim Brennen in Kalksilicat verwandelt, auch den Einfluß auf die große Feuerfestigkeit zu, welchen stark gefaulte Thone im Vergleiche mit frischem zeigen.

Von einigen Seiten wird auch angegeben, daß die Plasticität der Thonmassen beim Lagern dadurch zunehme, daß eine Verwitterung solcher Feldspaththeilchen erfolge, welche noch nicht vollständig verwittert sind.

Bei der großen Vertheilung, welche man den fertigen Thonmassen zu geben sucht und den hierdurch ebenfalls gesteigerten Einfluß der Atmosphäre, hat diese Annahme nichts Widersinniges, ihre Richtigkeit oder Unrichtigkeit könnte aber nur durch Vergleichung der genauen Analysen festgestellt werden, welche man mit einer Thonmasse im Augenblicke des Einlagerns und viele Jahre später vornehmen läßt.

XII. Das Formen der Thonwaaren.

Die Gegenstände, welche man aus den plastischen Thonmassen darstellt, erhalten ihre Gestalt durch eine Reihe von Operationen, welche man unter dem Gesamtnamen des „Formens“ bezeichnet. Je nach dem Verfahren, welches man beim Formen einschlägt, kann man mehrere Hauptarten der Formgebung unterscheiden, und zwar:

1. Das Drehen. Die Thonmasse erhält ihre Gestalt, welche in diesem Falle immer eine freisrunde (bisweilen auch eine ovale) ist, durch Behandlung auf der gewöhnlichen Töpferseibe.

2. Das Pressen in Formen. Die zu Platten von entsprechender Dicke ausgewalzte Thonmasse wird in zwei- oder mehrtheilige Formen gepreßt, welche ihr eine bestimmte Gestalt, z. B. die eines Tellers geben.

3. Das Gießen in Formen. Thonmasse, welche so viel Wasser enthält, daß sie einen dickflüssigen Schlamm darstellt, wird in poröse Hohlformen gegossen, in welchen sie so lange verweilt, bis von der Form so viel Wasser aufgesaugt ist, daß die Thonmasse eine solche Consistenz erlangt hat, um aus der Form genommen werden zu können, ohne daß sie hierbei zerbricht.

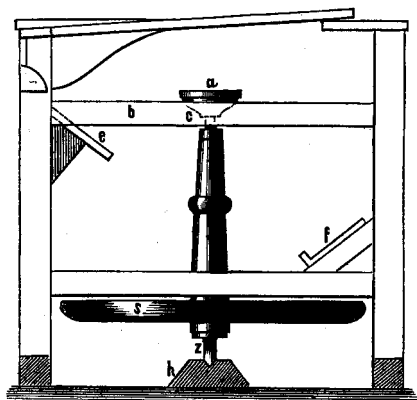
4. Das Formen aus freier Hand. Der Thonmasse wird durch Bearbeiten mit den Händen unter Zuhilfenahme von Bockirhölzern jene Gestalt ertheilt, welche man ihr zu geben wünscht. Letzteres Verfahren ist wohl das älteste, dessen man sich zur Formgebung bedient, wird aber gegenwärtig in der Keramik nur noch zur Vollendung der Gegenstände, zum Anbringen von Verzierungen und Ausbesserung kleiner Schäden angewendet.

Das Drehen der Thongegenstände.

Das Geräth, dessen man sich zum Drehen der Thongegenstände bedient, ist ungemein einfach und wahrscheinlich eine der ältesten unter allen Arbeitsmaschinen, welche der Mensch erfand. Die Drehscheibe oder Töpferscheibe, dies ist das in Rede stehende Geräth, war schon den ältesten Völkern bekannt, von welchen uns Gefäße erhalten blieben; das Aussehen dieser Gefäße beweist auf das Deutlichste, daß sie unter Anwendung der Töpferscheibe dargestellt wurden.

Die gewöhnliche Töpferscheibe.

Die Töpferscheibe besteht aus einer vertical stehenden
Fig. 23.



leicht drehbaren Ase, auf welche eine horizontale Scheibe gesetzt ist. Am unteren Ende der Ase ist eine größere Scheibe befestigt, auf welche die bewegende Kraft wirkt und welche infolge ihres bedeutenden Gewichtes selbst als Schwungrad dient, indem sie, einmal in schnelle

Umdrehung versetzt, durch längere Zeit umläuft, bevor sie eines neuen Kraftimpulses bedarf. Die Fußscheibe s (Fig. 23) dient aber auch bei den gewöhnlichen Drehscheiben als Motor selbst, indem sie bei den einfachen Constructionen durch Stoßen mit dem Fuße in Bewegung gesetzt werden.

Das Brett e, auf welchem der Arbeiter sitzt, ist schief gestellt und ebenso das Brett f, auf welches er die Füße stemmt; der Antrieb der Fußscheibe wird durch Stoßen mit einem Fuße bewirkt. Die Neigung und Lage des Sitzbrettes ist für die Bequemlichkeit der Arbeit von großer Bedeutung, und sollte jede Töpferscheibe unbedingt mit einem verstellbaren Sitzbrette versehen sein, damit jeder Arbeiter dasselbe genau seiner Körpergröße entsprechend verstellen könne.

Bei der Anfertigung der Töpferscheibe muß ganz besonders auf zwei Verhältnisse Rücksicht genommen werden: daß die Scheibe nicht schwanke, somit ganz genau in dem Lager läuft, und daß sie mit möglichst geringem Kraftaufwand in Bewegung zu erhalten sei. Was das ruhige Laufen der Töpferscheibe in dem Lager betrifft, so ist dasselbe leicht durch correcte Ausführung der Vorrichtung zu erreichen. Die Töpferscheibe von der angegebenen Construction ist aber in Bezug auf Leichtigkeit der Bewegung sehr hinter jenen zurückstehend, bei welchen die Drehachse der Scheibe nicht unterstützt, sondern die ganze rotirende Vorrichtung auf einem Punkte frei schwebend aufgehängt ist.

Die schwebende Töpferscheibe.

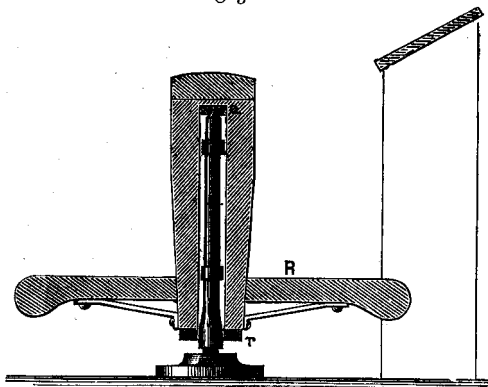
Fig. 24 versinnlicht die Einrichtung einer schwebenden Töpferscheibe im Durchschnitte. In dem Fußboden des Arbeitsraumes ist ein starker Eisencylinder vertical befestigt, welcher unten eine kegelförmige Verstärkung, oben aber einen stählernen kegelförmigen Zapfen trägt. Die Drehscheibe ist aus einem Holzcylinder gebildet, in dessen Bohrung der Eisencylinder paßt; am oberen Ende dieses Holzcylinders, unmittelbar unter der Platte, welche die eigentliche Töpferscheibe darstellt, ist eine bronzene Platte a eingelegt, die eine schwache Vertiefung besitzt, in welcher der Kegelpapfen des Eisen-

cylinders eingreift. Der Punkt, an welchem sich der Regelzapfen und die Bronzeplatte berühren, ist jener, um welchen die ganze Vorrichtung mit großer Leichtigkeit gedreht werden kann.

Damit die Drehscheibe, ohne zu schwanken, auf der Spitze des Eisencylinders rotiren könne, bringt man am unteren Ende des Holzcylinders einen bronzenen Ring an, welcher so gebohrt ist, daß er die kegelförmige Verdickung des Eisencylinders gerade umfaßt. Die Fußscheibe R ist durch Eisenschienen, welche an ihrer Unterseite angebracht sind,

Fig. 24.

mit dem Holzcylinder fest verbunden.



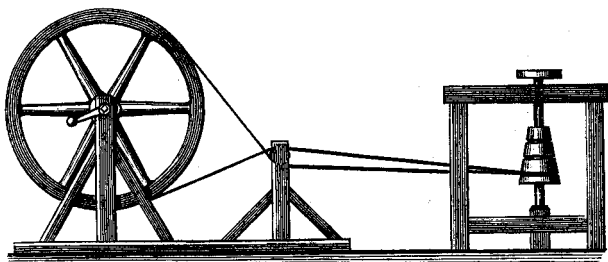
Da bei dieser Vorrichtung die Reibung auf das Minimum herabgebracht ist, indem sie nur an der Stelle stattfinden kann, an welcher sich

die Bronzeplatte und der Regelzapfen berühren, läßt sich eine derartige Töpferscheibe sehr leicht in Gang versetzen und läuft, wenn sie einmal in Bewegung gebracht ist, durch sehr lange Zeit fort, so daß der Arbeiter nur von Zeit zu Zeit durch einen Stoß mit dem Fuße nachhelfen muß und eben so leicht im Stande ist, durch stärkeres Aufdrücken des Fußes die Scheibe langsamer laufen zu lassen oder ganz stille stehen zu machen.

Die Töpferscheibe mit dem Treibrade.

Bei der Anfertigung schwieriger auszuführender Stücke auf der Drehscheibe muß der Arbeiter seine ganze Aufmerksamkeit dem zu formenden Gegenstande zuwenden können, und wendet man in diesen Fällen Drehscheiben an, welche nicht von dem Thonarbeiter selbst, sondern von Gehilfen getrieben werden. Die Abbildung, Fig. 25, zeigt den einfachen Mechanismus, dessen man sich namentlich in kleineren Töpfereien für diesen Zweck bedient. Der Hilfsarbeiter muß in diesem Falle genau der Anweisung des Töpfers bezüglich der Geschwindigkeit folgen, welche er dem Apparate zu ertheilen hat.

Fig. 25.

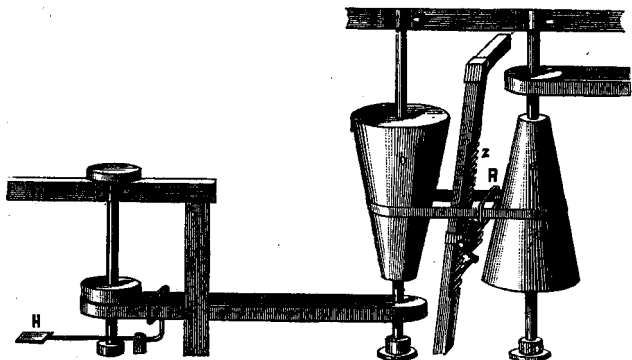


In größeren Töpfereien überhebt man die Arbeiter ganz der Arbeit, die Drehscheibe selbst in Bewegung zu setzen, indem erfahrungsmäßig ein Arbeiter, welchem nur das Formen selbst obliegt, weit mehr Geschirre in derselben Zeit fertig zu stellen im Stande ist, als ein solcher, der zugleich die Drehscheibe bewegen muß. Die Kraft, deren man zum Antrieb einer größeren Zahl von Töpferscheiben bedarf, ist an und für sich keine große, und liegt die Schwierigkeit der ganzen Einrichtung nur darin, es dem Formarbeiter zu ermöglichen, die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe nach seinem Belieben zu mäßigen.

Die Töpferscheibe mit Regelantrieb.

Eine der älteren und dabei ziemlich unbeholfenen Vorrichtungen, dies zu bewerkstelligen, ist in Figur 26 dargestellt. Die bewegende Kraft wird durch eine Riemenscheibe auf den hölzernen Regel a übertragen, neben welchen ein gleichgestellter, aber in umgekehrter Lage angebrachter Regel b, der gleichfalls drehbar ist, aufgestellt wird; eine an der Axe des Regels b angebrachte Riemenscheibe, welche durch einen Riemen mit einer Riemenscheibe verbunden ist, die an der

Fig. 26.



Töpferscheibe selbst sitzt, überträgt die rotirende Bewegung auf die letztere.

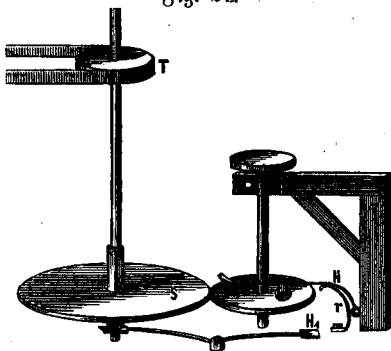
Zwischen den beiden Regeln a und b ist eine Zahnstange aufgestellt, an welcher durch Umdrehung einer Kurbel ein Getriebe auf- und abwärts bewegt werden kann; an diesem Getriebe ist ein Rahmen befestigt, der den elastischen Treibriemen umschließt, von welchem die Regel umspannt sind. Will der Former die Umdrehungsgeschwindigkeit der Töpferscheibe vergrößern, so senkt er mittels der Kurbel den Treibriemen, welcher die beiden Regel verbindet, herab. Soll die Scheibe langsamer umlaufen, so wird der Riemen gehoben.

Soll die Drehscheibe ganz zum Stillstand gebracht werden, so tritt der Arbeiter auf den Hebel H; der Treibriemen wird dann durch den Rahmen, welcher ihn umschließt, auf die Leerscheibe geschoben und läuft nur diese frei um, indeß die Töpferscheibe zum Stillstande gebracht wird.

Die Töpferscheibe mit Frictionsantrieb.

Weit weniger complicirt und dabei viel leichter in Bezug auf die Umdrehungsgeschwindigkeit zu reguliren sind jene mechanischen Vorrichtungen, bei welchen der Antrieb der Töpferscheibe durch eine sogenannte Frictionscheibe erfolgt, und zeigt Fig. 27 diese Einrichtung, welche gegenwärtig schon in sehr vielen Thonwaarenfabriken in Anwendung steht.

Fig. 27.



Die Einrichtung der eigentlichen Töpferscheibe ist dieselbe, welche in Fig. 24 dargestellt wird; die Fußscheibe ist aber bedeutend kleiner. Der Rand der Fußscheibe ist abgerundet und auf denselben ein Kautschukring gezogen; die neben der Töpferscheibe befindliche verticale Ase, welche durch eine an der Decke des Arbeitsraumes angebrachte Transmission in Umdrehung versetzt wird, ist unten von quadratischem Querschnitte, und ist an dieser Stelle eine kreisrunde Scheibe aufgeschoben, deren Rand ebenfalls abgerundet und mit Kautschuk überzogen ist. Der Rand dieser Frictionscheibe und jener, welche, die Fußscheibe vertretend, an der Töpferscheibe befestigt ist, pressen sich gegeneinander,

und findet die Umdrehung der Töpferscheibe durch Friction oder Reibung statt.

Will, der an der Töpferscheibe beschäftigte Arbeiter die Umlaufsgeschwindigkeit der Scheibe mäßigen, so tritt er mit dem Fuße auf den einarmigen Hebel, welcher über der Fußscheibe angebracht ist. Dieser Hebel trägt in einem Ausschnitte eine Kautschukrolle, und läuft diese bei der Umdrehung der Scheibe nicht, da der Hebel durch eine Feder über der Scheibe schwebend erhalten wird. Drückt der Arbeiter den Hebel mit dem Fuße nieder, so wirkt die in den Hebel eingespannte Rolle als Bremsrolle, und wird nach Maßgabe des Druckes die Umlaufsgeschwindigkeit der Töpferscheibe vermindert.

Soll die Scheibe ganz außer Thätigkeit gesetzt werden, so wird ein Hebel niedergedrückt, welcher die Frictionsscheibe hebt; letztere kommt hierdurch außer Berührung mit der an der Töpferscheibe selbst befestigten Frictionsscheibe, und bleibt die Töpferscheibe demzufolge stehen. An Stelle dieser Vorrichtung kann man auch zum Ausrücken der Bewegung eine Leerscheibe anwenden, auf die man den Treibriemen der Axe, an welcher die Frictionsscheibe sitzt, überschiebt; da aber der Arbeiter, ohne seinen Platz zu verlassen, durch Heben der Frictionsscheibe die Ausrückung bewirken kann, so ist diese Vorrichtung vorzuziehen.

Die Arbeit auf der Töpferscheibe.

Das Formen der plastischen Massen auf der Töpferscheibe geschieht in der Mehrzahl der Fälle mit der freien Hand, in selteneren unter Benützung von sogenannten Leeren, welche die innere oder äußere Contur des zu formenden Gegenstandes enthalten. Das noch am häufigsten angewendete Hilfswerkzeug des Töpfers ist das sogenannte Richtmaß,

das zur Bestimmung der Höhe und des Durchmessers dient, welche man dem zu formenden Gegenstande geben will.

Das Richtmaß besteht aus einem der Länge nach gabelförmig aufgeschlitztem Stabe, der auf einem Fuße befestigt ist und zweckmäßig mit einem Maßstabe versehen ist. In dem Schlitze befindet sich senkrecht auf dem aufrecht stehenden Stab ein zweiter, welcher entweder bloß durch Reibung verschiebbar ist oder mittels einer Schraube festgestellt werden kann und auch mit einem Maßstabe zu versehen ist. Hat der Arbeiter eine größere Anzahl von Gefäßen mit gleicher Höhe und Durchmesser herzustellen, so stellt er das Richtmaß in entsprechender Weise und formt die Gefäße nach diesem Maße.

Das Formen aus freier Hand.

Die Arbeit mit der Töpferscheibe, das Formen aus freier Hand, ist eine Sache, die sich nur durch Übung erlernen läßt, und kann es der Arbeiter in derselben nicht bloß zur Geschicklichkeit, sondern zur wahren Kunstfertigkeit bringen. Gegenstände, welche aufsteigend geformt werden sollen, z. B. topfartig, werden aus einem Klumpen Thonmasse dargestellt, den man mit ziemlicher Gewalt auf die Scheibe wirft und dadurch befestigt.

Der Beginn der Arbeit besteht darin, daß der Arbeiter durch Einsetzen des Daumens oder Zeigefingers die Thonmasse zu einer Fläche ausbreitet, welche von einem erhöhten Rande — Wulst — umgeben ist; erstere bildet den Boden des künftigen Gefäßes, der Wulst wird zur Herstellung der Mantelfläche desselben benützt.

Indem der Arbeiter mit den Fingern der einen Hand von innen nach außen und mit den Fingern der anderen Hand von außen nach innen drückt, bewirkt er das Emporsteigen des Wulstes; ist der Druck auf beiden Seiten gleich,

so entsteht ein cylindrisches Gefäß; überwiegt der Druck von innen, so erhält man ein nach außen gewölbtes (bauchiges) Gefäß, indeß bei stärkerem Druck von außen nach innen ein Gefäß von kegelförmiger Gestalt entsteht, so daß der Töpfer ohne Anwendung irgend eines Werkzeuges Gefäße herstellen kann, deren Längsschnitt eine Linie von beliebiger Form bildet.

Eine Hauptgeschicklichkeit des Arbeiters liegt darin, daß er den Druck beider Hände entsprechend regelt und das Heben derselben ganz gleichförmig vor sich gehen läßt. Würde er mit einer Hand z. B. rascher emporsteigen, als mit der anderen, so wäre es ihm allerdings möglich, durch Nachhelfen mit der anderen Hand dem Gegenstande die richtige Form zu erteilen, aber die einem ungleichmäßigem Drucke unterworfenen Thonmasse würde beim Trocknen ungleichmäßig schwinden, was ein so starkes Verziehen des ganzen Gefäßes zur Folge haben kann, daß der obere Rand schief steht und keine Kreisform zeigt.

So leicht es daher z. B. zu sein scheint, auf der Töpferscheibe ein Gefäß von so einfacher Form wie einen Suppentopf oder Krug herzustellen, so hängt doch diese Arbeit sehr viel von der Geschicklichkeit des Arbeiters ab; erst nachdem das Gefäß vollständig ausgetrocknet ist, kann man beurtheilen, ob der Arbeiter die Thonmasse auf der Töpferscheibe richtig behandelt habe oder nicht.

Kleine Thongegenstände werden nach ihrer Vollendung mittels eines dünnen Drahtes von der Scheibe losgeschnitten, vorsichtig abgehoben und sogleich an den Ort gestellt, an welchem sie bis zum vollständigen Austrocknen zu verbleiben haben; bei größeren Gegenständen, welche in weichem Zustande sehr leicht brechen, schraubt man die Platte, auf der sie geformt wurden, ab und überträgt die auf dieser Scheibe sitzenden Gegenstände nach dem Orte, an welchem sie aus-

trodnen sollen. Man muß in diesem Falle eine größere Anzahl von Platten zur Verfügung haben und für jeden Gegenstand eine neue Platte auf die Scheibe schrauben.

Das Formen mittels Schablonen.

Zur Herstellung feinerer Thonwaaren, namentlich von Fayence oder Porzellan auf der Töpferscheibe wendet man sehr häufig Schablonen an, durch welche die Gleichmäßigkeit der Form leichter zu erreichen ist, als durch bloße Handarbeit und welche dabei noch ein rascheres Arbeiten gestatten.

Sehr häufig fertigt man auf diese Weise flache Gegenstände an und benützt zur Herstellung der Platten (der sogenannten Schwarten), aus welchen solche Objecte geformt werden, eigene Walzwerke. Die Einrichtung der letzteren ist eine einfache und besteht in Folgendem: Beide Walzen sind aus einem sehr glatten und harten Materiale angefertigt, aus Glas, Granit oder auch aus Stahl; die eine der Walzen liegt in unverstehbaren Lagern, die zweite hingegen in solchen Lagern, welche sich mit Hilfe einer Schraube so verschieben lassen, daß die Längsachsen der Walzen immer parallel stehen und wird durch diese Construction die Anfertigung von Platten ermöglicht, deren Dicke immer ganz genau bestimmt werden kann.

Beide Walzen sind durch Zahnräder so verbunden, daß sie sich mit stets gleichbleibender Geschwindigkeit gegen einander bewegen, und steht unter jeder Walze eine scharfe Streichflinge, welche dazu bestimmt ist, das Anheften der Thonplatte an die Walzen zu verhindern. Die zwischen den Walzen hervortretende Thonplatte wird zweckmäßig durch ein Tuch ohne Ende, das durch dieselbe Kraft, welche die Walzen bewegt, in Bewegung gebracht wird, aufgenommen und von einem Arbeiter auf Bretter abgehoben.

Sollen aus solchen Schwarten z. B. Teller, Tassen oder Gefäße von ähnlicher Form auf der Drehscheibe hergestellt werden, so sitzt auf letzterer ein mit großer Genauigkeit abgedrehtes Formstück, welches die Negativform der inneren Teller- oder Tassenfläche darstellt, somit erhaben ist. Die Schwarte wird auf dieses Formstück gelegt, die Scheibe in Gang gesetzt und durch leises Aufdrücken des Fingers vom Mittelpunkte aus an die Form gelegt. Der Arbeiter senkt sodann eine scharf aus Blech geschnittene und an den Rändern geschärfte Schablone herab, welche dem Querschnitte der äußeren Fläche des Tellers gleichkommt. Beim Umlaufen der Scheibe nimmt diese Schablone alle Theile der Schwarte, welche vorstehen, weg und ist der Teller fertig geformt. Die Schablone wird dann gehoben, die Formplatte sammt dem auf ihr liegenden Teller abgenommen, letzterer vorsichtig auf ein Trockenbrett gesetzt und zur Anfertigung eines neuen Tellers geschritten. Die ganze Arbeit geht unter Zuhilfenahme der Schablonenvorrichtung nicht nur schneller von Statten, als ohne diese, sondern hängt auch das Gelingen der richtigen Form und Größe weit weniger von der Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit des Arbeiters ab, als bei der reinen Handarbeit. Obwohl man, wie schon erwähnt wurde, das Formen unter Anwendung von Schablonen meist nur bei der Bearbeitung von edlerem Materiale ausführt, verdient dasselbe gerade wegen der leichteren und schnelleren Arbeit, welche es ermöglicht, auch bei der Darstellung gewöhnlicher Töpferwaare benützt zu werden; die Anfertigung der Thonstücke und Schablonen verursacht keine besonders großen Auslagen.

Was die Führung der Schablonen betrifft, so ist bezüglich derselben zu bemerken, daß dieselbe so eingerichtet sein muß, um das genaue Zusammentreffen der Mitte der Schablone mit dem Punkte, um welchen sich die ganze Töpferscheibe

dreht, zu bewirken. Selbstverständlich darf sich die Schablone nur auf- und abwärts bewegen lassen, ohne im mindesten zu schwanken, und befestigt man sie, um dies zu erreichen, an einem viereckigen Stabe, welcher sich genau in einer viereckigen Röhre verschieben läßt.

Der Stab, an welchem die Schablone befestigt ist, soll oben mit einem Gewichte belastet sein, so daß das freiwillige Herabsinken der Schablone stattfinden kann und der Arbeiter nur nothwendig hat, eine über Rollen laufende Schnur, an welcher die Schablone aufgehängt ist, nachzulassen, um das Herabsinken der letzteren zu bewirken, oder die Schnur anzuziehen, wenn die Schablone gehoben werden soll.

Die Formstücke, deren man sich bedient, um die innere Fläche des Tellers herzustellen, können am zweckmäßigsten aus Gyps angefertigt werden, indem man sich eine exacte Holzform herstellt, welche die Innenfläche des Tellers bildet und von dieser Holzform Gypsgüsse macht, welche die Negativform des Tellers geben und von absolut gleicher Gestalt und Größe sind.

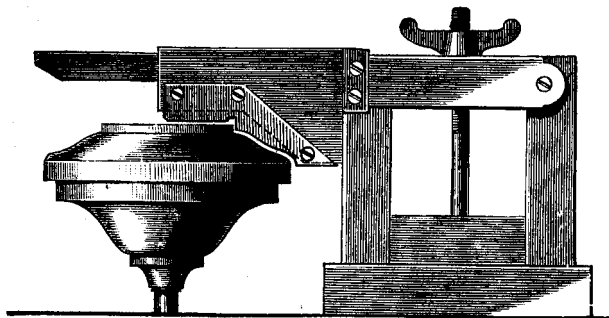
Die Anwendung von Gyps-Negativformen hat den Vortheil für sich, daß man den fertig gedrehten Teller auf dem Formstücke belassen und mit diesem selbst zum Trocknen abheben kann, indeß auf die Drehscheibe ein neues Formstück aus Gyps aufgesetzt wird.

An Stelle der frei über dem Mittelpunkte herabzuhängenden Schablonen wendet man auch solche an, welche von der Seite herangeschoben werden und stellt Fig. 28 die diesbezügliche Einrichtung der ganzen Drehvorrichtung dar. Die Achse der Drehscheibe geht durch die Platte eines Tisches und besitzt oben eine Scheibe, welche abnehmbar und mit einer passend geformten Fläche versehen ist, auf die man

das aus Gyps bestehende Formstück so einsetzen kann, daß der Mittelpunkt des letzteren genau mit dem der Drehachse zusammenfällt.

Auf der Tischplatte läßt sich zwischen zwei Führungsleisten der aus Holz verfertigte viereckige Rahmen verschieben, welcher die eigentliche Schablone trägt. Letztere ist aus Blech geschnitten, an den Rändern messerartig zugehäkelt und wird mittels der Flügelschrauben an einem vorspringenden Arm des Rahmens befestigt. Nachdem es bei Tellern wegen des vorspringenden Randes, mit welchem der

Fig. 28.



Teller aufsteht, nothwendig ist, die Schablone heben und senken zu können, ist das obere Horizontalstück des Rahmens mittels der Schraube in verticaler Richtung verstellbar und kann nun gehoben und so weit gesenkt werden, bis der unterste Theil der Schablone das Formstück berührt.

Der Arbeiter setzt das gypserne Formstück auf die Platte der Drehscheibe — zwei Marken an dem Formstück und an der Drehscheibe, welche genau zusammenfallen müssen, zeigen an, daß das Formstück die richtige Lage habe — und legt auf das Formstück eine Thonplatte von entsprechender Größe, welche er leicht andrückt. Während nunmehr die

Drehzscheibe umläuft, verschiebt er den Rahmen, an welchem die Schablone befestigt ist, zwischen den Führungsleisten so weit, daß er die richtige Stellung erhält; letztere wird durch einen an richtiger Stelle zwischen den beiden Führungsleisten befestigten Holzkloß angegeben, welcher das weitere Verschieben des Rahmens verhindert. Die Schablone wird sodann herabgesenkt und hat nach einmaligem Umlaufe der Drehscheibe der Teller an der Außenseite jene Form erhalten, welche er bekommen soll; die Schablone wird gehoben, der Rahmen zurückgeschoben, das Formstück sammt dem darauf liegenden Teller abgehoben und durch ein neues Formstück ersetzt.

Durch Anwendung passender Formstücke und Schablonen lassen sich in der eben beschriebenen Weise auch tiefere, größere Objecte, wie Schalen, becherförmige Gefäße, Schüsseln, große, freisrunde Waschbecken u. s. w. mit der größten Leichtigkeit anfertigen.

Die fertigen Gegenstände bleiben so lange auf der Gypsform liegen, bis letztere so viel Wasser angesaugt hat, daß man den Gegenstand, ohne ihn dabei zu brechen, abheben kann, und ist es im Interesse einer regelmäßigen Arbeit erforderlich, eine größere Zahl von Gypsformen anzufertigen, um jene Gypsformen, welche schon mehrere Male in Gebrauch waren und infolge dessen mit Feuchtigkeit gesättigt sind, austrocknen zu lassen. Dieses Austrocknen von Gypsformen kann, wenn nöthig, unter Anwendung von Wärme geschehen, ist aber nothwendig, indem sonst die auf ihnen liegenden Thongegenstände zu lange Zeit liegen bleiben müßten, ehe sie durch Austrocknen jene Festigkeit erhalten haben, welche sie haben müssen, um ohne Gefahr abgehoben zu werden.

Das Formen in Hohlformen.

Um weniger von der Geschicklichkeit der Arbeiter abhängig zu sein und namentlich allen Stücken gleicher Gattung vollkommene Gleichartigkeit in Bezug auf Form und Größe zu geben, wendet man in den besser eingerichteten Fabriken gegenwärtig immer mehr und mehr jenes Verfahren der Formgebung an, nach welchem die Gestalt der Thonmasse durch Hohlformen bestimmt wird.

Die Anwendung solcher Formen während des Bearbeitens der Thonmassen auf der Töpferscheibe wurde schon im Vorstehenden beschrieben; häufiger noch als dieses Verfahren benützt man aber jenes, nach welchem die Thonmasse, ohne daß die Drehscheibe in Verwendung kommt, mittels besonderer Hohlformen bearbeitet wird; man hat es in der Kunst des Formens gegenwärtig schon so weit gebracht, daß man Thonobjecte der complicirtesten Art in Formen bildet und für die Handarbeit dann nichts mehr zu thun bleibt, als die einzelnen Stücke, aus welchen der Gegenstand bestehen soll, zusammenzusetzen und gewisse Unregelmäßigkeiten, Gußnähte u. s. w. auszugleichen.

Außer dem Formen über Formstücke unter Anwendung von Schablonen auf der Drehscheibe hat man in der Keramik noch zwei Verfahren in Anwendung: man gießt flüssige Thonmasse in Hohlformen oder man preßt Thonmassen von größerer Consistenz; letzteres Verfahren wird wieder in verschiedener Weise abgeändert, je nach der Art, auf welche man den Druck hervorbringt.

Die Modelle.

In welcher Weise auch das Formen geschieht, immer muß man hierfür ein Modell, die sogenannte Patrone, und

die eigentliche Form selbst zur Verfügung haben. Was die Modelle anlangt, so ist die Anfertigung derselben nicht die Sache des Töpfers, sondern des Modelleurs und des Bildhauers; für einfachere Objecte, wie ornamentirte Geschirre und dergleichen, werden die Modelle von den Modelleuren geliefert. Modelle für künstlerisch vollendete Gegenstände, wie Büsten, Figuren, Gruppen u. s. w. kann nur der künstlerisch gebildete Plastiker, das ist der Bildhauer, herstellen.

Die Werthschätzung der Fabrikate einer keramischen Fabrik hängt nicht bloß von der Qualität der Masse selbst ab, sondern es spielt auch hierbei das künstlerische Moment eine große Rolle. Erfahrungsmäßig zieht das Publikum Gegenstände von gefälligerer Form anderen von minder schönem Außern vor, selbst dann, wenn die Qualität der Masse bei letzteren eine weit bessere ist.

Diese Thatsache ist die Hauptursache, daß strebsame Fabrikanten die allerdings sehr bedeutenden Auslagen nicht scheuen, welche die Beschaffung neuer, edel geformter Modelle mit sich bringt; in großen keramischen Fabriken bildet daher die Modellsammlung ein wahres Kunstmuseum von außerordentlichem Werthe.

Der Künstler, welcher die Modelle für keramische Zwecke liefert, darf nicht absolut seinen künstlerischen Ideen allein folgen, sondern er muß bei der Ausführung der Modelle immer auf die Eigenschaften des Materiales, aus welchem das Modell nachgebildet werden soll, entsprechende Rücksicht nehmen. Der Weichheit der Thonmassen wegen ist es z. B. kaum möglich, Figuren in so stark vorgebeugter oder den Flug nachahmender Stellung zu bilden, wie man solche aus hartem Materiale, Marmor oder Bronze, herstellen kann; ebenso ist es mit fast unübersteiglichen Schwierigkeiten verbunden, das Modell eines auf zwei Beinen stehenden

Pferdes, einer Gestalt mit ausgebreiteten Schwingen u. s. w. aus keramischen Massen anzufertigen.

Beim Modelliren von Gefäßen trachtet man, scharfe Kanten und sehr spitze Winkel zu vermeiden, eben so sucht man längere gerade Linien zu umgehen, indem diese beim Schwinden häufig verzogen werden, und dürfen gebogene Theile nicht zu dünn gemacht werden. Größere Theile sucht man hohl herzustellen, damit sie beim Trocknen und Schwinden nicht durch ihr Gewicht die Form der unter ihnen befindlichen Theile beeinträchtigen.

Wie weit man in den eben angedeuteten Verhältnissen gehen kann, hängt von der Beschaffenheit der zu verarbeitenden Thonmassen ab; solche Massen, welche nicht stark schwinden und beim Brennen nicht erweichen, sind daher leichter zu bearbeiten, als jene, denen die entgegengesetzten Eigenschaften zukommen. — Wenn es sich darum handelt, Objecte von ganz bestimmten Ausmaßen in Bezug auf Höhe und Durchmesser herzustellen, muß bei der Anfertigung des Modells entsprechende Rücksicht auf die Schwindung der Massen genommen werden.

Aus dem Gesagten erhellt, daß der Plastiker, welcher die Modelle für eine keramische Fabrik zu liefern hat, nicht bloß Kunstverständiger sein darf, sondern von dem chemisch-physikalischen Theile der Keramik so viel verstehen muß, um für gegebene Thonmassen die Modelle in ganz entsprechender Weise herstellen zu können. Kommen dann in einer Fabrik einmal Massen von anderer Zusammensetzung als bisher in Verwendung, so wird es einem Modelleur, welcher schon längere Zeit für diese Fabrik die Modelle geliefert hat, nicht schwierig sein, nach wenigen Versuchen auch für die neuen Massen die Modelle in vollkommen entsprechender Weise anzufertigen.

Der Künstler bildet das erste Modell aus einem Materiale, dessen hohe Plasticität die leichte Bearbeitung mit Werkzeugen gestattet; größere Objecte, z. B. Büsten, Statuen, werden aus Thon, kleinere, wie Ornamente in mehr weniger erhabener Arbeit, Medaillons u. s. w. aus Boffirwachs geformt; diese Modelle dienen dann nur zur Abnahme der Form, nach der wieder jene Modelle hergestellt werden, welche man in der Fabrik selbst benöthigt.

Die Modelle letzterer Art werden für Kunstobjecte von höherem Werthe, wie Büsten, Statuen und complicirte Verzierungen aus dauerhaftem Materiale — Zinguß oder selbst aus Bronze — angefertigt; Modelle für kleinere Objecte, Geschirre aller Art, Henkel, ornamentirte Füße für Gefäße, Teller mit Reliefverzierungen u. s. w. stellt man aus Gypsguß dar.

Die Gypsmodelle.

Gypsgüsse, welche auf gewöhnliche Art angefertigt werden, d. h. aus Gyps, der mit Wasser zu dem bekannten erhärtenden Brei angerührt wurde, besitzen eine sehr geringe Festigkeit; schon nach kurzem Gebrauche nimmt man wahr, daß die Erhabenheiten der Form an Deutlichkeit und Schärfe einbüßen, und müssen dann solche abgenützte Modelle bei Seite gesetzt werden.

Man sucht daher den Gypsmodellen durch Tränken mit Leinöl eine größere Festigkeit zu geben und führt dies in der Weise aus, daß man das völlig ausgetrocknete Gypsmodell so oft in heißes Leinöl taucht, als es davon noch aufnimmt. Das Leinöl verwandelt sich in Berührung mit Luft in eine zähe, harzartige Substanz, welche die Poren des Gypses ausfüllt und demselben große Haltbarkeit ertheilt, aber auch seine Fähigkeit, Wasser einzusaugen, vermindert.

Eine verhältnißmäßig sehr harte Gypsmasse läßt sich auf die Weise darstellen, daß man den gebrannten Gyps anstatt mit Wasser mit einer Alaunlösung anrührt; letztere wird bereitet, indem man Alaun in heißem Wasser löst und die Lösung erkalten läßt, wobei ein großer Theil der nur in heißem Wasser leicht löslichen Masse wieder auskrystallisirt. Gypsbrei, welcher unter Anwendung von Alaunlösung bereitet wurde, erhärtet weit langsamer als solcher, welchen man mit Wasser dargestellt hat, liefert aber dann Massen, deren Härte weit größer ist.

Bei solchen Modellen, welche viel gebraucht werden, stellt man sich eine größere Zahl von Gypsmodellen her und zwar in folgender Weise: Man fertigt nach dem ursprünglichen, vom Modelleur gelieferten Modelle fünfzig Abgüsse an und nimmt von jedem dieser fünfzig Abgüsse wieder fünfzig Abgüsse, so daß man im Ganzen 50×50 , das ist 2500 Abgüsse erhält. Man weiß nämlich aus Erfahrung, daß man von einem gewöhnlichen Gypsmodelle fünfzig Abgüsse nehmen kann, ohne daß die Abgüsse eine Abnahme in der Reinheit der Form zeigen; wollte man noch mehr Abgüsse nehmen, so würden diese nicht mehr so schön ausfallen, wie die vorhergehenden.

Wenn man mit Alaungyps arbeitet, so kann man bis zu 70 Abgüssen gehen, ohne eine Abnahme in der Schärfe der Formen wahrzunehmen, kann somit 4900 Modelle herstellen. Wendet man ein solches Modell zum Formen von 30 Thonobjecten an, so kann man demnach 75.000 resp. 47.000 Objecte von ganz gleicher Beschaffenheit herstellen. Sollten diese Modelle noch nicht ausreichen — bei vielgebrauchten Modellen, z. B. für Teller kann dieser Fall in einer größeren Fabrik wohl eintreten — so kann man durch Abnahme von Gypsgüssen eines solchen Modelles wieder neue Modelle her-

stellen, so daß man hierdurch die Zahl der Modelle auf jede beliebige Höhe zu bringen im Stande ist.

Bei der Anfertigung des Originalmodelles muß man berücksichtigen, wie oft von demselben eine Negativform genommen werden soll; in dem oben angeführten Beispiele geschieht dies zwei Mal; die ersten 50 Güsse liefern die ersten Negativformen, die nach diesen 50 Stücken dargestellten die zweiten Negativformen. Der Gypsbrei dehnt sich beim Erhärten um beiläufig ein Hundertstel linear aus, der zweite Guß ebenfalls um ein Hundertstel, somit findet bei zweimaliger Abnahme der Negativform eine Ausdehnung von zwei Hundertstel statt, und muß man bei Anfertigung des Originalmodelles letzteres um zwei Hundertstel kleiner machen als die herzustellen Gegenstände sein sollen.

Die Thonmodelle.

Modelle aus Thon können zwar sehr leicht dargestellt werden, da der Thon ungemein plastisch ist, es ist aber schwierig, die Modelle in genau gleicher Größe bis nach dem Brande zu erhalten, indem der Thon während des Trocknens schwindet und auch durch das Brennen seine Form verändert. Mit Bezug auf Dauerhaftigkeit und rasches Einsaugen von Wasser verdienen die Thonmodelle sehr bedeutend den Vorzug vor den Gypsmodellen; wenn man sie trotzdem nicht mehr in ausgedehntem Maße anwendet, so hat dies seinen Grund in der eben angedeuteten Schwierigkeit, die Modelle in größerer Zahl und absoluter Gleichförmigkeit herstellen zu können.

Die Leimformen.

Um Gypsformen nach complicirteren Modellen anzufertigen, wendet man häufig keine Negativformen aus Gyps an, indem die scharfen Contouren der letzteren bald abgenützt sind. Vielfach benützt man in diesem Falle Leimformen; die

für letztere erforderliche Masse stellt man auf die Weise dar, daß man Leim durch Kochen mit Wasser in eine Flüssigkeit verwandelt, welche beim Erkalten zu einer elastischen Masse erstarrt, deren Elasticität von dem jeweiligen Wassergehalte abhängig ist. Recht zweckmäßig mengt man der Leimmasse 10 bis 15 Procent, vom Gewichte des trockenen Leimes gerechnet, an rohem Glycerin bei; dieser Beisatz bewirkt, daß die Leimmasse immer ihre volle Elasticität beibehält, nicht austrocknet und auch bei längerem Liegen an der Luft nicht schimmelig wird.

Die Leimformen nehmen jeden Eindruck sehr scharf auf und übertragen die Form sehr scharf an Gyps, indem sie vermöge ihrer Elasticität beim Erhärten des Gypses etwas nachgeben und sich leicht von der erstarrten Gypsmaße abtrennen lassen.

Bekanntlich ist es nur bei gewissen, einfach gestalteten Körpern möglich, das Modell aus einem Stücke herzustellen, und kann man eigentlich nur ganz einfach modellirte Körper in dieser Weise abformen. Körper, welche ringsum gerundet sein sollen, müssen in Formen gebildet werden, welche aus zwei oder mehreren Stücken angefertigt sind, so muß z. B. ein gewöhnlicher Henkel für einen Krug oder eine Kanne in einer Form gemacht werden, welche aus zwei Stücken besteht. Die Formen für Kunstobjecte können bisweilen sogar aus einer großen Anzahl von Formentheilen bestehen.

Die Herstellung solch' complicirter Formen nach dem Modelle wird ganz in derselben Weise ausgeführt, wie die Herstellung der Formen für die Zwecke der Gypsgießerei. Die Verbindung der einzelnen Formtheile findet mittels der sogenannten Schlöffer statt, das heißt, es wird in die eine Seitenfläche eines schon vollendeten Formtheiles eine (unter Umständen auch zwei oder mehrere) kegelförmige

Bertiefung gemacht, in welcher sich beim Gießen des nächsten Formtheiles ein ganz genau schließender Zapfen bildet.

Um an dem in der Gypsform hergestellten Objecte nicht durch sehr lange Zeit nacharbeiten und bessern zu müssen, muß man die größte Aufmerksamkeit auf die Herstellung einer genauen und gleichmäßigen Form verwenden, und sollen z. B. Gußnähte an den Stellen, an welchen die Formtheile aneinander passen, so wenig als möglich sichtbar sein, und muß man überhaupt bestrebt sein, diese Stellen nach Thunlichkeit an der Form so anzubringen, daß die Entfernung etwaiger Gußnähte nicht mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist.

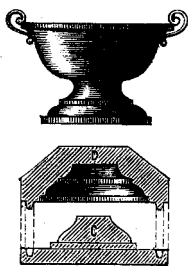
Das Formen in Hohlformen mit Ballen oder Schwarten.

Manche Gegenstände können ihrer Gestalt nach nur unter Anwendung der Formen mittels der Hand ohne Mitbenützung eines weiteren Werkzeuges dargestellt werden, und führt man diese Art von Formerei mittels Ballen oder Schwarten aus — ob man erstere oder letztere anwenden soll, hängt von der Gestalt des herzustellenden Gegenstandes ab. Um z. B. Hentel für Kannen, Suppentöpfe u. s. w. zu formen, wendet man Ballen an; in jede der Hälften der Form wird ein Ballen gelegt, leicht eingedrückt und dann die Formtheile stark aneinander gepreßt; die weiche Thonmasse füllt alle Bertiefungen der Form auf das Schärffste aus; die in den beiden Formtheilen enthaltenen Thonstücke vereinigen sich zu einem einzigen, und der Ueberschuß der Thonmasse wird zwischen den Nähten der Form ausgepreßt. Füße für Geschirre, kleine Ornamente, welche auf größere für sich allein geformte Gefäße aufgesetzt werden sollen, formt man in ähnlicher Weise aus Ballen.

Aus den Schwarten oder Lappen werden Gegenstände geformt, welche sich hauptsächlich nach der Breite dehnen, und müßten z. B. Teller, die man einfach über ein Formstück ohne Anwendung einer Schablone darstellen wollte, aus Schwarten geformt werden. Dünnwandige Gegenstände werden fast in allen Fällen aus Schwarten angefertigt, und stellt man die zu diesem Zwecke dienenden Schwarten mittels der schon oben beschriebenen Maschinen dar.

Um ein Beispiel der Formerei mittels Schwarten zu geben, wählen wir die Darstellung eines ovalen, schüsselförmigen Gefäßes sammt Fuß und Henkeln. A in Fig. 29

Fig. 29.



stellt den Gyps- kern dar, welcher in seiner Gestalt dem Innern des schüsselförmigen Gefäßes entspricht. Man legt über diesen Kern eine Thonschwarte

und drückt dieselbe mittels eines Schwammes gleichmäßig an, so daß keine Falten entstehen; wenn nöthig, schneidet man auch Zwickel aus der Thonmasse aus oder setzt solche ein.

Auf den Kern A wird die sehr trockene Außenform B gedrückt und kann dieselbe nach kurzer Zeit wieder abgehoben werden, indem sie das Wasser sehr stark ansaugt und sich demnach von der Thonmasse leicht ablösen läßt. Der nunmehr erhaltene Hauptkörper des Gefäßes, in seiner Form einem halben Ei vergleichbar, bleibt auf dem Kerne A liegen, und wird auf dem Hauptkörper der oval-ringförmige Fuß C, welchen man aus einem Thonballen geformt hat,

mittels flüssiger Thonmasse befestigt, auch findet das Ansetzen der beiden Henkel in ähnlicher Weise statt; ist das Gefäß bis zu einem gewissen Grade ausgetrocknet, so wird es von dem Kerne A abgehoben, auf den Fuß C gesetzt und ganz ausgetrocknet.

Das Formen durch Pressen.

Die Formgebung durch Pressen ist ein zur Herstellung von Thonwaaren sehr zu empfehlendes Verfahren, indem man durch Anwendung desselben im Stande ist, schnell und gleichförmig zu arbeiten: minder plastische Thonmassen, z. B. die Massen zur Darstellung von Porzellan, lassen sich zwar nicht so leicht durch Pressen formen, wie fette, doch hat man in neuerer Zeit die diesbezüglichen Verfahren und Apparate so weit verbessert, daß man auch Porzellangegegenstände gegenwärtig sehr häufig durch Pressen anfertigt.

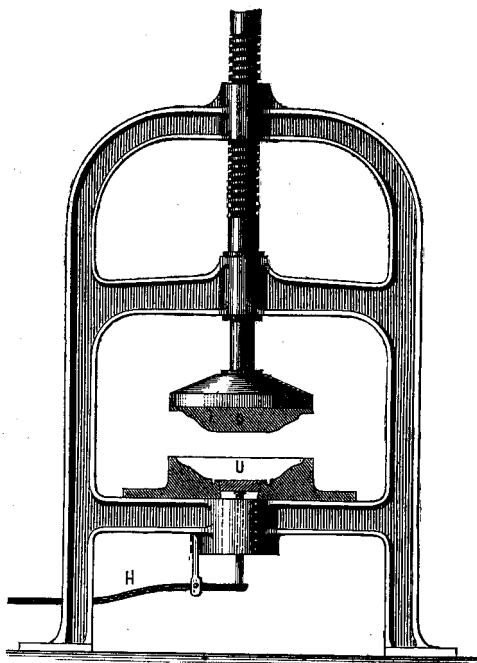
Eine Presse, welche zum Formen flacher Objecte, Teller, Schüsseln, Waschbecken 2c. gute Dienste leistet, ist in Fig. 30 abgebildet. Sie besteht aus einer gewöhnlichen Spindelpresse aus Eisen, welche einen kräftigen Druck auszuüben vermag. Die Unterseite der Form des zu pressenden Gegenstandes U ist an der Basis der Presse angebracht, die innere Höhlung derselben wird durch den am Stempel befestigten Theil hergestellt. Da die Formtheile aus Metall angefertigt sind, so würde die Thonmasse an denselben haften bleiben und der gepreßte Gegenstand bei dem Versuche, ihn auszuheben, zerrissen werden.

Man hilft diesem Uebelstande durch verschiedene Kunstgriffe ab; man setzt in die Hohlformen eine genau anpassende Form aus dünnem Messingblech ein und bestreicht den am Stempel sitzenden Formtheil mit Terpentinöl, welches die Adhäsion zwischen Thon und Metall aufhebt; nach vollendeter

Pressung hebt man mittels des Hebels H die Messingform sammt dem in ihr befindlichen Teller aus und bringt sie zum Trocknen.

Nach einem anderen Verfahren legt man in die Hohlform ein sehr dünnes Blatt aus Kautschuk, auf dieses die

Fig. 30.



Thonschwarte, bedeckt letztere mit einem Kautschukblatte und preßt; der Gegenstand wird sammt dem unteren Kautschukblatte vorsichtig ausgehoben.

Gegenstände von bauchiger Gestalt, Theekannen, Kaffeekannen u. s. w. werden in entsprechenden Formen aus zwei Theilen gepreßt und die Theile, nachdem sie genügend trocken

geworden sind, dadurch verbunden, daß man den Rand des einen mit flüssiger Thonmasse (Schlicker) bestreicht, den zweiten aufsetzt und leise aufdrückt; beide Theile vereinigen sich dann sehr innig. Das Ausgußrohr einer Theekanne und der Deckel werden für sich geformt, ebenfalls mittels

Schlicker angelegt und der fertige Gegenstand vollends ausgetrocknet.

Wenn es sich darum handelt, größere Gegenstände zusammenzusetzen, z. B. das Rohr mit dem Körper der Theekanne, so müssen beide Theile gerade den richtigen Grad von Trockenheit haben; der Arbeiter setzt dann das Rohr an den Körper, zeichnet mittels eines spitzen Werkzeuges den Umriß auf den Körper, schneidet die betreffende Stelle aus oder durchlöchert sie bei Theekannen, macht die Stellen, an welchen die Vereinigung stattfinden soll, durch Kreuz- und Querstriche rauh und trägt dann den Schlicker auf. Nachdem das Rohr kurze Zeit angepreßt ist, hat die trockene Thonmasse das Wasser aufgesaugt und ist die Verbindung hergestellt.

Das Entstehen von Nähten ist bei Gegenständen, welche aus mehreren Theilen zusammengesetzt werden, nicht zu vermeiden; nach dem Trocknen müssen die Nähte mittels scharfer Werkzeuge glatt weggeschnitten werden; man darf sie nicht glatt drücken, so lange die Masse noch weich ist, indem sonst an den betreffenden Stellen die Thonmasse stärker zusammengedrückt würde, als an den anderen, was wieder ein ungleichförmiges Schwinden beim Trocknen zur Folge hätte.

Die Lithoponien und Lithophanien.

Das Pressen wird auch zur Hervorbringung eigenthümlicher künstlerischer Wirkung an Thongegenständen angewendet. Drückt man in eine Thonmasse eine erhabene Form ein, so erhält man selbstverständlich die Zeichnung vertieft; füllt man bei dem nachfolgenden Glasiren die Vertiefung mit einer halb durchsichtigen Glasurmasse aus, so nehmen die tiefsten Stellen derselben am meisten Glasur

auf als die leichteren und erscheinen dunkler als diese. Man erhält auf diese Weise hübsch abgetönte Zeichnungen, und läßt sich dieses Verfahren, welches man auch Lithoponie bezeichnet, ganz besonders zur Verzierung von Tellern, Ofenfacheln u. s. w. anwenden.

Die Lithophanien werden auf die Weise hergestellt, daß man Glastafeln mit einer gleichmäßig dichten Schichte von durchscheinendem Boffirwachs überzieht und in diesem ein Bild ausmodellirt; je mehr man Wachs wegnimmt, desto mehr Licht dringt durch das Wachs. Von dem Wachsmodelle nimmt man Gypsabgüsse und preßt in diese eine Porzellanmasse, welche von solcher Zusammensetzung ist, daß sie nach dem Brande stark durchscheinend ist; die so hergestellten Bilder werden zur Verzierung von Fenstern, zu Schirmen für Nachtlampen u. s. w. verwendet.

Das Formen durch Gießen.

Wenn man einen Thonbrei von entsprechendem Wassergehalte in eine vollkommen trockene und genügend dickwandige Form aus Gyps gießt, so saugt der Gyps so kräftig Wasser an, daß nach einigen Minuten an der Innenwand der Form eine ziemlich feste Thonschichte entsteht; nachdem man den flüssig gebliebenen Antheil ausgegossen hat, kann man den Gegenstand trocknen lassen und dann vorsichtig aus der Form nehmen.

Das Gießen der Gegenstände läßt sich jedoch nur mit Vortheil unter Anwendung recht magerer Thonmassen ausführen und eignet sich darum ganz besonders für Steinzeug und Porzellan. Fette Thonmassen geben nur sehr schwierig tadellose Güsse. Die Beschaffenheit der zum Gießen tauglichen Massen muß eine solche sein, daß letztere beiläufig die Consistenz eines dicken Rahmes zeigen. Sie dürfen nicht zu

träge aus einem Gefäße ausfließen, und beim Durchfahren mit dem Finger muß eine Furche entstehen, welche nach einigen Secunden wieder vollständig verschwindet.

Die zum Gießen geeignetste Masse stellt man aus den Drehspänen her, welche bei der Bearbeitung von Fayence- oder Porzellanmasse auf der Töpferscheibe abfallen, indem man sie mit der nöthigen Wassermenge zerrührt, bis aus ihnen eine ganz gleichförmige Flüssigkeit geworden ist; Gießmassen, welche zu wenig Wasser enthalten, fließen zu träge und geben dickwandige Güsse, solche mit zu großem Wassergehalt geben Güsse, welche beim Trocknen leicht rissig werden und sich verziehen; man wird daher für jede Thonmasse durch besondere Versuche genau den zum Gießen nöthigen Wassergehalt zu ermitteln haben.

Die zum Gießen erforderlichen Gypsformen werden in besonderen geheizten Trockenräumen scharf getrocknet und dann sogleich vollgegossen.

Das Gießen erfolgt in der Weise, daß der Arbeiter aus einer mit einem Schnabel versehenen Kanne die Formen bis zum Rande füllt und nachdem er die letzte Form vollgegossen, zur ersten zurückkehrt. In dieser hat sich infolge der Aufsaugung von Wasser der Spiegel der Flüssigkeit gesenkt und wird die Form wieder bis zum Rande angefüllt, was noch ein bis zwei Male wiederholt werden muß.

Nachdem die an den Wänden der Form haftende Thonmasse die genügende Dicke erreicht hat, entleert der Arbeiter den flüssig gebliebenen Thonbrei durch Umkehren der Form, schneidet die Ausgußstelle glatt und stellt die Form zum Trocknen bei Seite. Erst nachdem die gegossenen Gegenstände so weit trocken geworden sind, daß man sie ohne Gefahr aus der Form nehmen kann, geschieht dieses, und werden die an dem Hauptkörper anzubringenden Nebentheile: Henkel,

Ornamente u. s. w. angefügt, schließlich die Gußnähte durch Wegschneiden entfernt und der Gegenstand vollends ausgetrocknet.

Gegossene Thongegenstände schwinden etwas stärker als gedrehte oder gepresste, und beträgt bei Porzellan die Schwindung 3 bis 5 Procent; da sie auch von poröserer Beschaffenheit sind, so brauchen sie nicht so lange dem Scharffeuerbrande ausgesetzt zu werden, als gedrehte oder gepresste. Für enghalsige Gegenstände mit reicher Ornamentik, z. B. für große Luxusvasen ist das Formen durch Guß das zweckmäßigste Verfahren, jedoch ist es bei solch' großen Gegenständen unbedingt nothwendig, dieselben, ohne sie aus der Form zu nehmen, fest werden zu lassen, indem sonst, so lange die Masse noch weich ist, ein Zusammensinken derselben stattfinden könnte.

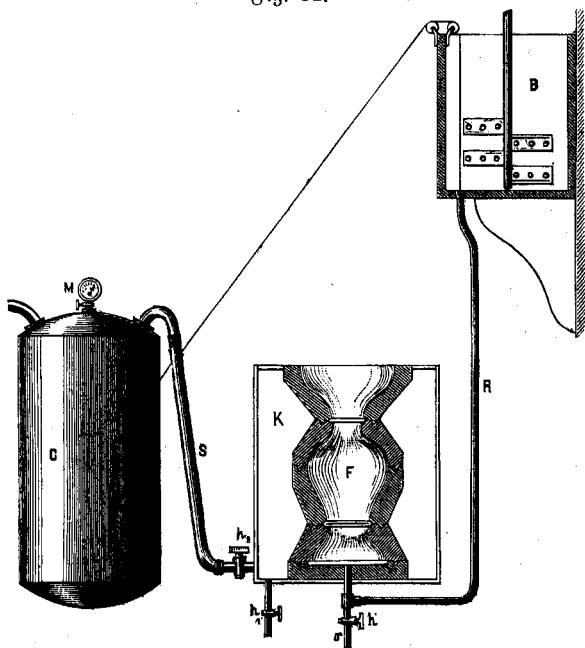
Das Gießen unter Anwendung von Luftdruck.

Bei größeren Gegenständen macht man die Wahrnehmung, daß sich während der Zeit, welche nöthig ist, um eine Schicht von entsprechender Dicke an der Formwand entstehen zu lassen, Thontheilchen nach unten senken und demnach der Gegenstand in den unteren Partien dichter ist als in den oberen, was das gleichförmige Schwinden beim Trocknen beeinträchtigt. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, wendet man die Wirkung des Luftdruckes an, um in der Form so schnell als möglich eine entsprechend dicke Schichte von Thonmasse entstehen zu lassen.

Ein Apparat, welcher in dieser Beziehung sehr gute Dienste leistet, ist in Fig. 31 abgebildet. Der zum Gießen bestimmte Brei befindet sich in einem mehrere Meter höher als die Form aufgestellten Behälter B und wird durch ein Rührwerk in beständiger Bewegung erhalten. Am Boden

dieses Behälters ist ein Ventil angebracht, welches das Abflußrohr R schließt; letzteres mündet unten in die Form F und trägt auch ein nach unten gerichtetes Röhrenstück r, welches durch den Hahn h abgeschlossen werden kann. An dem Eisenkasten K ist ferner noch eine kurze, durch einen Hahn zu schließende Röhre r angebracht.

Fig. 31.



Die Form F, aus Gyps angefertigt, ist von einem Eisenblechkasten K unten und an den Seiten umgeben; oben schließt der Kasten so an die Form an, daß die Oeffnung der letzteren frei bleibt. Der Kasten K ist durch den innen mit einer Drahtspirale versehenen Schlauch S mit dem Eisencylinder C verbunden, an welche mein Manometer M angebracht

ist und aus welchem mittels einer Luftpumpe die Luft ausgepumpt werden kann; die Capacität dieses Cylinders ist mindestens ein Cubikmeter. Nachdem die Form in den Eisenkasten eingesetzt ist, pumpt man bei geschlossenem Hahne h aus dem Cylinder C die Luft aus, bis das Manometer nur mehr einen Druck von etwa einem Zehntel Atmosphäre anzeigt, füllt durch Heben des Ventiles am Boden des Breikastens schnell die Form mit dem durch das Rohr R abfließenden Brei und öffnet den Hahn h_2 , welcher an dem Schlauche angebracht ist, der den Eisenkasten K mit dem Cylinder C verbindet. Die Luft in dem Eisenkasten sucht sich mit der in C befindlichen in's Gleichgewicht zu setzen, und wirkt der äußere Luftdruck in der Weise, daß er auf die Oberfläche der in F befindlichen Breimasse drückt und das Wasser durch die Poren des Gypses preßt, ähnlich wie durch ein Filter, indeß die Thonmasse an den Wänden der Form zurückbleibt.

Hat sich eine genügend starke Thonschichte an der Wand der Form abgesetzt, so öffnet man den Hahn h , um den in der Form flüssig gebliebenen Thonbrei in ein untergesetztes Gefäß abfließen zu lassen, ferner den an r angebrachten zum Abfluß des in K angesammelten Wassers dienenden Hahn, worauf man die Form aushebt, zerlegt, den Gegenstand aushebt und zum Trocknen stellt, nachdem man die am Boden dieses Gefäßes befindliche Oeffnung, die durch das Rohr R hervorgebracht wurde, mit Thonbrei verschlossen hat. Während man die Form wieder in den Kasten einsetzt, verdünnt man wieder die Luft in C durch Auspumpen auf ein Zehntel Atmosphäre und kann abermals ein Gefäß formen. Nach zwei- bis dreimaligem Gebrauche einer Form ist es zweckmäßig, selbe austrocknen zu lassen.

Die Vollendung der geformten Gegenstände.

Die nach irgend einem der vorstehend beschriebenen Verfahren geformten Gegenstände werden vor allem anderen so weit getrocknet, daß man sie ohne Gefahr anfassen kann; erst wenn dies der Fall ist, können die Vollendungsarbeiten vorgenommen werden. Bei Gegenständen von einfacher Form, Tellern, Tassen, Schalen u. s. w., sind meistens keine Vollendungsarbeiten erforderlich und können diese Objecte nach dem völligen Austrocknen sogleich gebrannt werden. Gegenstände, welche Ausgußröhren, Henkel, Füße, aufgelegte Verzierungen erhalten sollen, werden nunmehr mit diesen versehen, und zwar findet das Anfügen in der schon beschriebenen Weise mittels Schlickermasse statt; von Gegenständen, welche in Formen, die aus mehreren Stücken bestanden, hergestellt wurden, nimmt man die Räfte ab, die an jenen Stellen, an welchen die Formentheile zusammenstoßen, gebildet werden. Solche Gegenstände endlich, welche man auf der gewöhnlichen Töpferscheibe anfertigte, werden, um Ungleichförmigkeiten zu beseitigen, welche während des Formens entstanden, auf der Drehbank bearbeitet: abgedreht.

Um die lufttrockenen Gefäße abdrehen zu können, setzt man sie in oder auf hölzerne Futter, welche in eine gewöhnliche Drehbank eingesetzt sind; zum Abdrehen kann man sich der Meißel bedienen, welche in der Holzdreherei zur Verwendung kommen; der geringen Härte wegen, welche die bloß lufttrockene Thonmasse besitzt, bedarf man aber nicht einmal stählerner Werkzeuge, sondern stellen sich die Töpfer ihre Drehwerkzeuge gewöhnlich selbst aus Band Eisen dar, welches sie in zweckdienlicher Weise zuschleifen.

Bei minder feinen Töpferwaaren werden auch gewisse einfache Verzierungen auf der Außenseite der Gefäße mittels

der Drehbank hergestellt; Kreislinien werden mit scharfen Eisen eingedreht; punktirte Linien führt man mit Hilfe gezahnter Rädchen aus; Zeichnungen werden mittels Grabsticheln angefertigt, farbige Zeichnungen werden hergestellt, indem man in das Gefäß mittels Stempeln oder Grabsticheln Vertiefungen macht, diese mit gefärbtem Thonbrei ausfüllt, den Gegenstand nochmals trocknen läßt und auf der Drehbank glatt abdreht.

XIII. Das Trocknen.

Die in Bezug auf ihre Form fertig gestellten Thonwaaren müssen dem Trocknen unterworfen werden, um das ihnen anhängende Wasser verdunsten zu machen, und ist der Begriff des Trocknens in der Weise aufzufassen, daß alles Wasser, welches bei einer bis zu etwa 40 Graden gehenden Temperatur verdunsten kann, entfernt wird und die Gegenstände dann völlig lufttrocken erscheinen. Der lufttrockene Thon hält aber noch namhafte Mengen von Wasser zurück, und verflüchtigt sich ein Theil des letztgenannten erst bei einer Temperatur von beiläufig 120 Graden, somit erst beim Beginn des Brennens; man unterscheidet diese Operation von dem eigentlichen Brennen als das sogenannte Schmauchen und bezeichnet das hierbei zur Verdampfung gelangende Wasser als Schmauchwasser. Geringe Wassermengen, und zwar von chemisch gebundenem Wasser verflüchtigen sich jedoch erst in der Glühhitze während des eigentlichen Brennens der Thongegenstände.

In welcher Weise auch das Trocknen ausgeführt wird, immer muß dasselbe auf einen genügend langen Zeitraum ausgedehnt werden; wie schon bei der Besprechung der physikalischen Eigenschaften des Thones auseinandergesetzt wurde,

schwindet nasser Thon beim Eintrocknen, indem sich in dem Maße, in welchem das Wasser verdunstet, die Thontheilchen einander nähern. Erfolgt nun das Trocknen zu rasch, so hat die ganze Thonmasse nicht Zeit, sich gleichmäßig zusammen zu ziehen. Die Folge davon ist, daß die Form unregelmäßig wird, die Gegenstände verziehen sich, oder sie werden an der Oberfläche rissig, oder es entstehen Sprünge durch die ganze Masse. In den beiden letztgenannten Fällen muß das betreffende Gefäß ganz verloren gegeben werden, im ersteren ist es höchstens als Ausschußwaare zu brauchen.

Ordinäre Thonwaaren, wie Ziegel, Drainröhren u. s. w., werden in allen Fällen an der Luft getrocknet, und verwendet man zu diesem Zwecke Schuppen, in welchen die Gegenstände, gegen Regen geschützt, so aufgestellt werden, daß die Luft frei zwischen ihnen circuliren kann; in den Thonwaarenfabriken, in welchen feinere Waare dargestellt wird, kann man während des Sommers das Trocknen in ähnlicher Weise ausführen, benützt aber weit zweckmäßiger besonders eingerichtete Trockenräume, welche künstlich erwärmt werden können und in welchen das Trocknen innerhalb einer gewissen Zeit und unabhängig von den äußeren atmosphärischen Verhältnissen ausgeführt wird.

In kleinen handwerksmäßig betriebenen Töpfereien findet man häufig gar keinen besonderen Trockenraum, sondern werden die fertig geformten Gefäße blos auf Bretter gestellt, welche an den Wänden des Arbeitsraumes angebracht sind. Da man in solchen Töpfereien nur zu bestimmten Zeiten, meistens am Schluß der Woche, brennt, so sind immer so viele lufttrockene Gefäße vorhanden, als zur Füllung eines Ofens erforderlich sind.

Bei größer angelegten Fabriken, in welchen die Brände regelmäßig in kürzeren Intervallen aufeinander folgen, gehört

jedoch eine besondere Trockenanlage zu den wesentlichen Theilen der Fabrik, und muß die Größe derselben mit der Leistungsfähigkeit der Brennöfen in Einklang gebracht werden.

Die Trockenkammern.

Die Beheizung der Trockenräume verursacht ziemlich bedeutende Auslagen für Brennmateriale, und sucht man deshalb soviel als möglich die von den Brennöfen abziehenden heißen Feuergase zu diesem Zwecke zu verwenden. In solchen Fabriken, in welchen ununterbrochen Brennöfen im Gange sind, kann man die Erwärmung der Trockenräume in der Weise bewirken, daß man auf dem Boden oder unmittelbar unter der Decke der letzteren ein System von Röhren anbringt, welche einerseits mit dem Brennofen in Verbindung stehen, indeß am anderen Ende eine Vorrichtung angebracht ist, welche die Gase ansaugt, ein Exhaustor oder ein Ventilator.

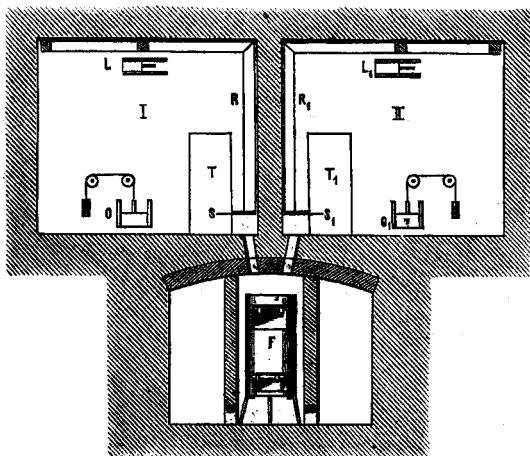
Am zweckmäßigsten ist es, die Heizröhren unter der Decke des Trockenraumes anzubringen, indem die mit Wasserdampf gesättigte Luft specifisch schwerer als die trockene ist, zu Boden sinkt und dort durch eine mit einem Registerschieber versehene Oeffnung abziehen kann. Die Temperatur der Trockenräume wird Anfangs auf etwa 20 bis 25 Graden erhalten, sodann aber bis auf 40 Grade gesteigert, um aus den genügend geschwundenen Gegenständen die letzten Reste von Wasser entfernen zu können.

Da man, sobald das Austrocknen beendet ist, die Trockenräume sogleich ausräumen muß, um Platz für die während des Trocknens der vorhergehenden Partie angefertigten Waaren zu gewinnen, ist es nothwendig, mindestens zwei Trockenräume zur Verfügung zu haben und mit denselben abwechselnd in der Weise zu arbeiten, daß in dem einen das Trocknen ausgeführt wird, indeß aus dem andern die

getrockneten Gegenstände ausgeräumt und durch zu trocknende ersetzt werden.

Ein derartiger Trockenapparat, in welchem die Anlage der kostspieligen Erhaustor- oder Ventilationsvorrichtung umgangen ist und das Trocknen mit dem geringst möglichen Kostenaufwand ausgeführt werden kann, hat die aus Fig. 32 ersichtliche Einrichtung.

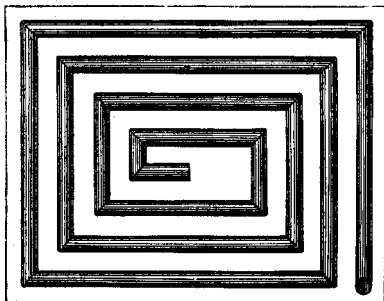
I und II sind die beiden Trockenkammern, deren Thüren T und T₁ auf einen gemeinschaftlichen Gang münden und zweckmäßig so angelegt sind, daß man einerseits nach den Formräumen, andererseits zu den Brennöfen gelangt. In einem Keller unter diesen Kammern ist ein Regulir-Füllofen F aufgestellt, welcher ganz von einem gemauerten Mantel umgeben ist, welcher nur unten einige Oeffnungen zum Einströmen der Luft besitzt und aus dessen Fläche die Thüren des Füllofens hervorragen; die obere Thür des letzteren dient zum Eintragen des Brennstoffes, die untere zur Regulirung



T und T₁ auf einen gemeinschaftlichen Gang münden und zweckmäßig so angelegt sind, daß man einerseits nach den Formräumen, andererseits zu den Brennöfen gelangt. In einem Keller unter diesen Kammern ist ein Regulir-Füllofen F aufgestellt, welcher ganz von einem gemauerten Mantel umgeben ist, welcher nur unten einige Oeffnungen zum Einströmen der Luft besitzt und aus dessen Fläche die Thüren des Füllofens hervorragen; die obere Thür des letzteren dient zum Eintragen des Brennstoffes, die untere zur Regulirung

des Luftzuges und zum Ausziehen der Asche; beide Thüren liegen auf schief abgeschnittenen Hälften aus Gußeisen, sind um Axen, welche an ihrer Oberseite angebracht sind, drehbar, und läßt sich die untere Thür zur Regelung des Luftzuges auch in horizontaler Richtung verschieben. Von der Decke des Kellers geht je eine ziemlich weite Röhre R und R_1 aus Eisenblech bis unmittelbar unter die Decke der Trockenstube, biegt daselbst unter einem rechten Winkel um, läuft längs der einen Wand hin, biegt an der Ecke wieder um u. s. w., ähnlich wie dies aus Fig. 33 ersichtlich ist; im Mittelpunkte

Fig. 33.



des Gemaches ist das Rohr ganz offen. An den vertical aufsteigenden Röhren sind Registerschieber S und S_1 angebracht; am Boden der Trockenkammern befinden sich die durch Schieber schließbaren Oeffnungen O und O_1 , durch welche die mit Feuchtigkeit gesättigte

Luft abziehen kann; ähnliche Schieber L und L_1 sind an der Decke vorhanden.

Heizt man den Füllofen, so wird die zwischen ihm und dem Mantel befindliche Luft stark erwärmt und steigt empor, gelangt durch die verticale Röhre in die horizontal liegende, welche sie erhitzt, bis sie endlich in der Mitte frei ausströmt, so daß der ganze Trockenraum von oben nach unten erwärmt wird.

Soll I zum Trocknen verwendet werden, indeß die Kammer II ausgeräumt und neuerdings beschickt wird, so öffnet man die Schieber S und O und schließt L in I; in

II wird S_1 geschlossen, L_1 wird geöffnet. Infolge dieser Stellung der Schieber strömt heiße Luft nach I, indeß die in II vorhandene heiße Luft durch L_1 abströmt und durch kalte, welche bei O_1 eindringt, ersetzt wird, so daß ganz kurze Zeit, nachdem man in II den Zutritt der heißen Luft abgestellt hat, dieser Raum so weit abgekühlt ist, daß die Arbeiter, ohne von Hitze belästigt zu werden, mit dem Ausräumen der getrockneten Geschirre beginnen können.

Der Raum der Trockenkammern ist durch zweckmäßig angebrachte Gestelle zur Aufnahme der größtmöglichen Zahl von zu trocknenden Gegenständen geeignet gemacht, und bringt man an den Thüren der Kammern Glasfenster an, hinter welchen man Thermometer und Hygrometer so anbringt, daß man den Stand der Instrumente von außen ablesen kann.

Trockenkammern von der eben beschriebenen Einrichtung gestatten ein sehr gleichmäßiges Trocknen der Thongegenstände bei geringem Brennstoffverbrauch; Anfangs regulirt man den Luftzug im Füllofen so, daß die Temperatur zwischen 25 und 30 Graden beträgt; hat dieser Wärmegrad eine gewisse Zeit angebauert — die Länge desselben muß durch den Versuch ermittelt werden — so sind die Gegenstände soweit ausgetrocknet, daß man ohne Gefahr höhere Temperaturen geben kann, ohne ein Reißen oder Verziehen des Thones befürchten zu müssen.

Da es durch volles Oeffnen der Thüre an dem Füllofen, durch welche Luft zugeführt wird, möglich ist, zwischen Ofen und Mantel einen Luftstrom aufsteigen zu lassen, dessen Temperatur 170 bis 180 Grade beträgt, so ist es sogar möglich, bei Anwendung der eben beschriebenen Einrichtung die Gegenstände bei der Schmauchhitze abtrocknen zu lassen, indem letztere nur 120 bis 130 Grade beträgt und in nicht zu großen Trockenkammern diese Temperatur zu erreichen ist.

Das Schmauchen.

Wenn man in den Trockenräumen selbst die Temperatur genügend hoch gesteigert hat, kann man die Gegenstände als vollends getrocknet ansehen und in dem Brennofen, in welchem man sie nunmehr einsetzt, die Temperatur rasch steigern; wurde jedoch nur bei niederer Temperatur getrocknet, so muß das vollständige Austrocknen unmittelbar vor dem Brande, aber schon im Brennofen selbst ausgeführt werden. Man setzt zu diesem Zwecke die Gegenstände in den Ofen ein und heizt denselben sehr langsam an, damit nicht durch Wasserdämpfe, welche sich mit Gewalt aus der Thonmasse einen Weg nach außen bahnen wollen, das Plazen der letzteren stattfindet. Erst nachdem die Thongegenstände vollständig „abgeschmaucht“ sind, kann man mit dem schärferen Feuern beginnen.

Das Abschmauchen in den Trockenräumen hat den Vortheil, daß man die trocken gewordenen Gegenstände nochmals vor dem Scharfbrande einer Durchsicht unterwerfen kann; Salzauswitterungen, welche sich an den Gefäßen zeigen, werden dann durch Abbürsten beseitigt, fleckige Massen, welche meistens durch Gyps fleckig sind, lassen sich oft dadurch gleichfarbig machen, daß man sie rasch in einen Schlamm von derselben Beschaffenheit taucht, wie die Thonmasse selbst ist, wodurch das ganze Gefäß einen dünnen Thonüberzug erhält; selbstverständlich müssen solche überarbeitete Gefäße neuerdings getrocknet werden, ehe man sie dem Brande übergiebt.

XIV. Das Glasiren.

Die feinsten Thonwaaren (Porzellan) und die ordinärsten wie Ziegel werden nach dem Trocknen für sich allein gebrannt. Die meisten Thonwaaren erhalten aber vorher Ueberzüge, welche sie weniger porös machen und die glanzlose, matte und rauhe Oberfläche des Thones mit einer glänzenden, glatten Schichte überziehen, welche man als Glasuren bezeichnet. Die Glasurarbeit gehört zu den wichtigsten, welche der Thonwaarenfabrikant überhaupt auszuführen hat, indem von dem Gelingen derselben nicht blos die Widerstandsfähigkeit des betreffenden Geschirres, sondern auch das hübsche Aussehen des letzteren abhängig ist; man kann thatsächlich durch eine richtige Glasirung einem aus ganz gewöhnlichem Töpferthone angefertigten Gefäße ein Aussehen ertheilen, welches von jenem des feinen Porzellans nur wenig abweicht — ohne jedoch, wie hier besonders bemerkt werden soll, dem Gegenstand hierdurch auch die Widerstandsfähigkeit des Porzellans zu ertheilen.

Ihrem Wesen nach bestehen alle Glasuren aus Gläsern, welche in der Hitze schmelzen, sich mit der unter ihnen liegenden Thonmasse verbinden, selbe hierdurch undurchlässig für Flüssigkeiten und Gase machen und dem ganzen Gegenstand gleichzeitig Glanz ertheilen. — Durch Anwendung verschiedener Kunstgriffe ist man im Stande, der Glasur verschiedenes Aussehen und verschiedene Färbung zu ertheilen, so daß es der Keramiker durch geschickte Anwendung von Glasuren in der Hand hat, Gegenstände von sehr wechselndem Aussehen darzustellen.

Trotz dieser großen Mannigfaltigkeit, welche die Glasuren in Bezug auf ihre äußere Erscheinung zeigen, ist es

dennoch möglich, dieselben in chemischer Beziehung in eine geringe Anzahl von Gruppen einzureihen, und lassen wir diese Einteilung in Kürze folgen, wobei wir uns hauptsächlich auf die chemische Zusammensetzung beziehen.

1. Durchsichtige Glasuren, aus echten Gläsern bestehend, und zwar:

Durchsichtige Bleigläser, leicht schmelzbar, von geringerer Widerstandsfähigkeit — für gemeines Töpfergeschirr bis zu feiner Fayence verwendbar.

2. Durchsichtige Gläser, Alkali-, Erdalkali-Gläser, sehr schwer schmelzbar und von sehr großer Widerstandsfähigkeit — auf Steinzeug und Porzellan.

3. Undurchsichtige Gläser oder Emaillen, gewöhnlich schwerer schmelzbare Bleigläser, welche durch Zinnoryd, Antimonoryd oder Knochenasche undurchsichtig (weiß) gemacht werden, und welchen man durch Zusatz von färbend wirkenden Oxyden beliebige Färbung ertheilen kann.

Mit Rücksicht auf die Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen chemische und physikalische Einflüsse erschiene es auf den ersten Blick am zweckmäßigsten, sich ausschließlich der unter 2. angeführten Glasuren zu bedienen; es darf aber nicht außer Augen gelassen werden, daß einer bestimmten Thonmasse eine bestimmte Glasur entspricht, und geht diese Zusammengehörigkeit so weit, daß man für eine bestimmte Thonmasse die Zusammensetzung der Glasurmasse erst durch besondere Versuche feststellen muß. Es wird zwar eine in die Kategorie von Nr. 1 gehörende Glasurmasse auf jedem Thone, der keiner sehr großen Hitze ausgesetzt werden soll, verwendbar sein, aber man wird mit derselben nicht auf jedem Thon den gleichen Grad von Glanz und Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturänderungen erreichen; nur besondere Versuche, welche mit Glasuren gemacht werden, in denen man die

Mengen der Bestandtheile, namentlich mit Rücksicht auf die Schmelzbarkeit abändert, werden darüber entscheiden können, welche von den Probemassen für den vorliegenden Fall die geeignetste sein wird.

Viele Fabrikanten von Thonwaaren machen aus der Zusammensetzung der von ihnen verwendeten Glasuren ein großes Geheimniß — mit Unrecht — denn eine Glasurmasse, welche gerade für die von diesem Fabrikanten verarbeitete Thonmasse sehr werthvoll ist, kann für einen anderen ganz werthlos sein, indem sie sich für die letzteren zu Gebote stehenden Thonmassen nur wenig oder gar nicht eignet.

Eine Glasur, welche den an sie zu stellenden Anforderungen entspricht, muß auf der Oberfläche der Thonmasse schmelzen, sich mit letzterer innig verbinden, ohne jedoch von ihr aufgesaugt zu werden. Ist die Glasur mit Bezug auf den beim Brennen anzuwendenden Hitzeegrad zu strengflüssig, so entstehen matte (unglasirte) Flecken und das Gefäß ist rauh; eine zu leicht flüssige Glasur fließt entweder in Streifen an dem Geschirre herab oder sie wird so dünnflüssig, daß sie aufgesaugt wird und der Gegenstand ebenfalls matt und glanzlos aussieht.

Neben der Schmelzbarkeit der Glasur kommt auch der Ausdehnungscoefficient derselben bei verschiedenen Temperaturen in Betracht und soll die Thonmasse und die Glasur in dieser Beziehung gleiches Verhalten zeigen — ist dies nicht der Fall, so wird der Glasurüberzug sehr bald von unzähligen feinen Sprüngen durchzogen sein, er wird rissig; ganz das Gleiche findet statt, wenn die Glasur zu dick aufgetragen wird.

Manche weiße Glasuren, das sind solche, welche viel Zinnoryd enthalten, blättern sich nach längerer Zeit ab, so daß die unter ihnen liegende Thonmasse zum Vorschein kommt

und liegt der Grund dieser unliebsamen Erscheinung, welche man nicht selten an weißen Ofenscheln wahrnimmt, darin, daß die leichtflüssige Glasur gar nicht mit der zu strengflüssigen Unterlage verschmolzen ist.

Neben diesen Fehlern kommen bei Glasuren, die im offenen Feuer eingebrannt sind, noch andere vor, welche die Schönheit des Aussehens beeinträchtigen, namentlich graue Flecken oder schwarze Punkte, welche durch Aschentheile oder Kohlentheilchen, die von der Flamme mitgerissen worden und an die schon weich werdende Glasmasse flogen, hervorgerufen werden.

So wie die Sachen gegenwärtig liegen, muß man den Ausspruch thun, daß viele Thonwaarenfabrikanten der Darstellung von Glasurmassen eine zu geringe Aufmerksamkeit widmen; ja sogar meistens nach so unvollkommenen und veralteten Methoden arbeiten, daß es nichts Merkwürdiges an sich hat, wenn oft neun Zehnthelle der fertigen Waaren mit Bezug auf die Beschaffenheit der Glasur als Ausschuß bezeichnet werden müssen. — Die große Concurrenz, welche die glasirten Thongefäße für Küchenzwecke in neuerer Zeit durch die emaillirten Eisengefäße erleiden — trotzdem daß die letzteren ziemlich kostspielig sind — hat ihren Grund — wenigstens zum Theile — darin, daß die Fabrikanten emaillirter Eisenwaaren allen Fleiß daran setzen, um den Emailmassen Haltbarkeit und Gleichförmigkeit zu geben. Wir halten es daher für nothwendig, die Darstellung von Glasurmassen etwas ausführlicher zu beschreiben.

Die Darstellung von Glasurmassen.

Der Beginn der Arbeit, Glasuren von gleichmäßiger Beschaffenheit darzustellen, muß immer eine sehr weitgehende Zerkleinerung der Bestandtheile bilden. Da letztere aber von

sehr ungleicher Härte sind, so müssen die härtesten Bestandtheile, z. B. der Quarzsand, schon für sich allein in das feinste Pulver verwandelt werden, welches noch allenfalls geschlämmt wird. Die an und für sich schon feinpulverigen Substanzen werden dann in den entsprechenden Verhältnissen abgewogen und trocken gemischt. Da namentlich die Bleiverbindungen sehr giftig sind, so muß dieses Mischen in besonderen Apparaten geschehen, welche das Verstauben unmöglich machen, z. B. in fest verschlossenen Kollfässern.

Das zum Zwecke der völligen Homogenisirung der Glasurmassen folgende Mahlen der Mischung muß immer auf nassem Wege geschehen, und wendet man hierfür am besten Vorrichtungen an, welche mit den früher beschriebenen Blockmühlen große Aehnlichkeit haben.

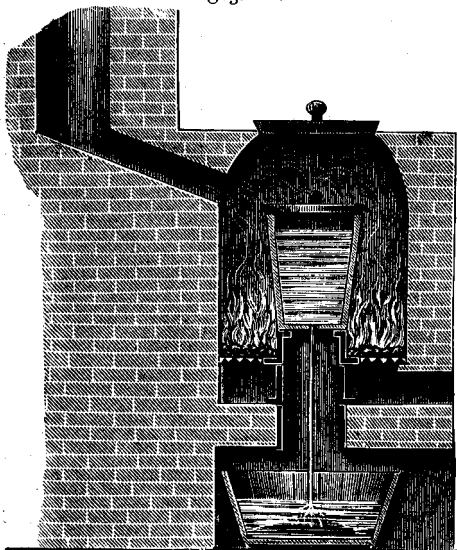
In manchen Thonwaarenfabriken findet man jedoch noch zum Mahlen der Glasurmassen ganz unzureichende Mahlvorrichtungen, oft sogar noch für Handbetrieb eingerichtet, vor. Die fertig geriebene Glasurmasse wird dann durch Zusatz von Wasser in eine dünne Milch verwandelt, welche man aber durch beständiges Umrühren in fortwährender Bewegung erhalten muß, um das Absitzen der schweren Theilchen zu verhüten. Ein Zusatz von Essig bewirkt zwar, daß das Absitzen erst nach längerer Zeit erfolgt, ohne daß jedoch das Rührwerk durch einen solchen Zusatz entbehrlich gemacht werden könnte.

Das Schmelzen der Glasurmassen.

Die größte Gleichartigkeit in der Beschaffenheit der Glasurmasse wird dadurch erreicht, daß man die innig gemengten Bestandtheile der letzteren einer Temperatur aussetzt, welche hoch genug ist, um sie zum Schmelzen zu bringen, und die geschmolzene Masse darin mahlt und schlämmt.

Manche Töpfer begnügen sich damit, die Glasurmischung auf einer aus Sand bestehenden Unterlage im Herde des Brennofens zu schmelzen — ein wenig empfehlenswerthes Verfahren, indem ein großer Theil des Sandes mit der Glasurmasse zusammen schmilzt. Ein besseres Ergebnis erzielt man durch Schmelzen des Glasursalzes in Kapseln aus Chamotte. Nach dem Schmelzen ist die Glasurmasse

Fig. 34.



mit dem Thon innig verbunden und müssen die Kapseln zererschlagen werden; jene Stücke derselben, an welchen Glasurmasse festigt, werden für sich allein gemahlen und geschlämmt und als Glasur geringster Gattung verwendet.

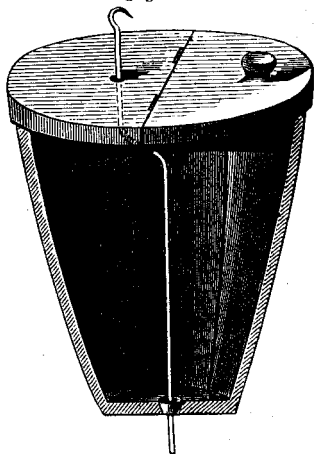
Eine sehr zweckmäßige Vorrichtung zum Niederschmelzen

von Glasurmassen ist jene, welche in Fig. 34 abgebildet ist. Sie besteht aus einem gut ziehenden Flammenofen, dessen Koft einen kreisförmigen Ausschnitt besitzt, durch welchen ein Rohr aus feuerfestem Thon gesteckt ist; dieses Rohr dient dem zum Schmelzen der Glasurmasse bestimmten Tiegel als Untersatz. In dem Boden des Tiegels ist eine enge, kreisrunde Oeffnung gebohrt, welche während des Schmelzens mit einem

Teige aus feinst geschlämmtem Quarzmehl und etwas Kalk verschlossen ist; unter dem Aschenfall des Ofens befindet sich ein mit Wasser gefülltes Gefäß.

Man trägt die fein gemahlene und gemengte Bestandtheile der Glasurmasse in den Tiegel ein, schmilzt sie nieder, trägt abermals Glasurmasse ein u. s. w., bis der Tiegel ganz gefüllt ist. Es wird sodann das Feuer so viel als möglich verstärkt und schließlich mittels eines spizen Stahlstabes der Pfropf, welcher das Loch im Boden des Tiegels verschließt, durchgestoßen, so daß die dünnflüssige Glasurmasse in das Wasser fällt, woselbst sie erstarrt und zugleich so spröde wird, daß sie sich leicht pulvern läßt.

Fig. 35.



Bei feinen Glasuren läßt man der ersten Schmelzung eine zweite folgen, um die größte Gleichförmigkeit der Masse zu erzielen und verwandelt die zweite Schmelze, nachdem etwa in derselben vorkommende mißfarbige Stücke ausgeschieden wurden, in staubfeines Mehl.

Da der aus Quarzmehl bestehende Pfropf im Boden des Tiegels nicht genügende Sicherheit gegen das Durchsickern der geschmolzenen Masse bietet, so wendet man auch Schmelztiegel mit Ventilen an; Fig. 35 zeigt die Abbildung eines derartigen Tiegels. Das Ventil und die an letzterem befestigte Eisenstange sind mit einer äußerst strengflüssigen Emaille überzogen, so daß keine Aufnahme von Eisen seitens der niederzuschmelzenden Masse erfolgen kann; der Deckel

des Tiegels ist entzwei geschnitten; durch die eine Hälfte geht der Ventilstab, die zweite abhebbare Deckelhälfte gestattet das Eintragen von Schmelze in den Tiegel.

In Tiegeln werden nur feine Glasurmassen geschmolzen; gröbere Glasuren schmilzt man in liegenden Flammenöfen, in welchen die Flammen über die Herdsohle hinstreichen, in Massen von 900 bis 1000 Kilogramm. Man beginnt mit dem Eintragen der ersten Partie erst, wenn die Herdsohle in starke Gluth gekommen, und schöpft die dünnflüssig gewordene Glasurmasse mit Löffeln in ein mit kaltem Wasser gefülltes Gefäß.

Die Darstellung weißer Emaille-Glasuren.

Der Hauptsache nach sind die weißen, der Emaille ähnlichen Glasuren Bleigläser, welche durch äußerst fein vertheiltes Zinnoryd undurchsichtig gemacht wurden, und zerfällt die Operation der Bereitung dieser Glasuren in die Darstellung des Drydgemenges (Aescher) und in das Niederschmelzen derselben mit den anderen Bestandtheilen.

Der Aescher wird aus einer Zinn-Blei-Legirung dargestellt, welche man an der Luft zum Zwecke der Drydation schmilzt; erfahrungsmäßig oxydirt sich eine Legirung der beiden Metalle weit schneller, als die reinen Metalle für sich allein geschmolzen. Das Verhältniß zwischen Blei und Zinn wechselt je nach der Feinheit der herzustellenden Glasurmasse; letztere ist um so weißer und undurchsichtiger, je mehr Zinnoryd in ihr enthalten ist.

Für feinste Glasur verwendet man auf 100 Theile Blei 30 bis 40 Theile Zinn, für mittelfeine 6 bis 8, für ordinäre 3 bis 4 Theile Zinn. Die Metalle werden entweder in einer flachen Eisenpfanne, welche überwölbt ist, oder noch besser in einem kleinen Flammenofen geschmolzen und bis

zur schwachen Glühhitze gebracht, wobei über das geschmolzene Metall ein kräftiger Luftstrom gehen und dasselbe fortwährend mit einer Eisenkrücke gerührt werden muß.

Auf der Oberfläche des Metalles bildet sich eine Drydschichte von gelblich-grauer Farbe, und darf die Hitze nicht so hoch gesteigert werden, daß das Dryd zum Schmelzen kommt. Man setzt das Schmelzen so lange fort, bis alles Metall verschwunden ist und unterwirft das Dryd dem Mahlen und Schlämmen; bei letzterem bleiben die Metallkörnchen, welche nicht in Dryd übergegangen sind, zurück und werden bei einer folgenden Operation wieder eingeschmolzen.

Um ganz rein weiße Glasurmassen zu erzielen, ist es von größter Wichtigkeit, nur ganz reine Metalle in Anwendung zu bringen, und soll man sich stets durch eine kleine Probenschmelzung von der Reinheit der Metalle überzeugen. Ein Eisengehalt bewirkt, daß die Farbe der Emaillemasse in's Gelbliche neigt, ein Kobaltgehalt variirt die Farbe in's Blaue, ein Gehalt an Kupfer in's Grünliche u. s. w.

Selbstverständlich müssen auch die anderen zur Darstellung der Glasurmasse dienenden Materialien ganz frei von färbenden Dryden sein; wenn man als Kieselsäure entweder ganz weißen Bergkry stall oder Kieselguhr verwendet und nur sogenannte Emaillir-Soda benützt, so ist man hierdurch gegen die unangenehm wirkende Gegenwart des Eisens in den Glasuren gesichert. Die Emaillir-Soda ist eine von Eisen befreite Soda, wie sie für die Zwecke der Emaillefabrikation allein brauchbar ist.

Größere Mengen von Aescher stellt man zweckmäßig in zwei kleinen nebeneinander stehenden Muffeln her, auf denen eine dritte sitzt, welche eben so breit ist, als die kleineren zusammen; letztere sind in heller Gluth, indeß die große Muffel nur schwach rothglühend ist. Man schmilzt die Blei-

Zinn-Begirung in den kleinen Muffeln, hebt fortwährend die sich bildende Drydhaut ab und bringt sie in die obere Muffel, woselbst sich die Drydation vollendet.

Der fertige Aescher wird mit den anderen zur Glasbildung erforderlichen Bestandtheilen zusammen gemahlen, und ist bei den weißen Glasurmassen zur Erzielung eines günstigen Resultates unbedingt erforderlich, daß man eine Schmelzung vornehme, indem sonst homogene Massen kaum zu erzielen sind. Das Schmelzen geschieht in den in Fig. 34 und 35 abgebildeten Tiegeln, und wird die abgeschreckte Glasur häufig nochmals gemahlen und ein zweites Mal geschmolzen.

Farbige Glasurmassen.

Die farblosen Gläser werden durch Zusätze gewisser Metalloxyde in farbige umgewandelt, indem diese Metalloxyde mit einem Theil der in den Gläsern enthaltenen Kieselsäure oder Bor säure sehr intensiv gefärbte Verbindungen eingehen, welche sich dann in dem Glase lösen und dasselbe färben.

Am schönsten erhält man die farbigen Glasuren, wenn man zuerst farbige Gläser herstellt, welche den färbend wirkenden Körper in so großer Menge enthalten, daß schon eine kleine Quantität einer solchen „Färbepasta“ hinreicht, um eine große Menge von Glasur zu färben. (Färbepasten nennt man diese Massen darum, weil sie gewöhnlich in noch heißem teigigen Zustande zu kleinen Scheiben ausgewalzt und in dieser Form in den Handel gesetzt werden.)

Um aber nach dieser Methode farbige Glasuren zu bereiten, vermahlt man eine entsprechende Gewichtsmenge von Färbepasta mit dem zur Darstellung weißer Glasur dienenden Sage und schmilzt das Ganze zusammen. Bei

dem Zusammenſchmelzen dieſer Maſſe muß man beſondere Sorgfalt darauf verwenden, das Eindringen von Feuergaſen in die Schmelztiegel zu verhüten, indem ſonſt durch dieſelben ſehr leicht eine theilweiſe Reduction gewiſſer Oxyde ſtattfinden könnte, wodurch die Glafur eine andere Farbe annehmen würde, als ſie ſoll.

Die Metalloxyde, deren man ſich zur Hervorbringung von Farben in Glafuren bedient, ſind: für Gelb Antimonoxyd, für Roth Eiſenoxyd, für Grün Kupferoxyd, für Blau Kobaltoxyd, für Braun Manganoxyd, für Schwarz Manganoxyd und Kobaltoxydul. Dieſe Oxyde kommen ſowohl bei geringwerthigen als bei den feiſten Glafuren in Verwendung.

Bei letzteren werden noch außerdem manche andere chemiſche Präparate zur Herſtellung gewiſſer Farbentöne in Anwendung gebracht, und laſſen ſich, wenn der Koſtenpunkt nicht beſonders in die Waagschale fällt, thatſächlich in den Glafuren alle nur denkbaren Farbentöne hervorbringen.

Wir laſſen nachſtehend eine Anzahl von Vorſchriften folgen, welche zur Darſtellung verſchiedenfarbiger Glafuren für gewöhnliches Töpfergeſchirr brauchbar ſind und bemerken, daß man die Farbentöne beliebig dadurch abzuändern im Stande iſt, daß man entweder die Menge des färbend wirkenden Körpers vergrößert oder verkleinert, oder daß man dunkle Glafurmaſſen durch Miſchen mit farbloſer oder weißer Glafur aufhellt.

Weißer Glafur.

1.

Bleiaſche	8	Gewichtstheile
Zinnäſche	4	"
Weißes Glas	6	"
Kochſalz	1	"

Bleiasche und Zinnasche werden meistens gleichzeitig durch Aeschern der Blei-Zinn-Legirung dargestellt. Das zu verwendende Glas soll ganz rein weiß und wo möglich leicht schmelzbares Bleiglas sein. Das Schmelzen erfolgt in der Weise, daß man zuerst das Glas für sich allein schmilzt und dann die anderen Bestandtheile zufügt. Die geschmolzene Masse wird entweder in Scheiben (Färbepasten) gegossen oder in kaltem Wasser abgeschreckt, wodurch sie sehr spröde wird und sich leicht pulvern läßt. Die oben angeführten allgemeinen Bemerkungen gelten nicht nur für diese, sondern auch für alle anderen nachfolgenden Vorschriften.

Weißes Glasur.

II.

Blei (geäschert)	100	Gewichtstheile
Zinn	8	"
Glasscherben weiße	50	"
Salpeter	2	"

Der Zusatz von Salpeter hat den Zweck, etwa vorhandenes Eisenorydul, welches sehr intensiv grün färbt, in das weit weniger Färbekraft besitzende braune Eisenoryd-überzuführen.

Gelbes Glasur.

I.

A. Bleiasche	10	Gewichtstheile
Mennige	10	"
Spießglanz	10	"
B. Quarzsand	20	"
Kochsalz	15	"

Das Gemisch A wird für sich allein calcinirt, gepulvert, mit B gemischt und geschmolzen; die Mennige giebt beim Calciniren Sauerstoff ab und bewirkt die schnelle Umwandlung des Spießglanzes (Schwefelantimon) in Antimonoryd.

Gelbe Glasur.

II.

Bleiglätte . . .	24	Gewichtstheile
Quarzsand . . .	12	"
Spießglanz . . .	3	"

Das Gemenge soll vor dem Schmelzen eine Zeit lang auf einer ebenen Fläche ausgebreitet und geröstet werden. Ein Zusatz von 1 Theil Salpeter zu der geschmolzenen Masse bewirkt, daß die bisweilen in's Grünliche neigende Färbung rein gelb wird.

Dunkelgelbe Glasur.

Bleiglätte . . .	20	Gewichtstheile
Quarzsand . . .	11	"
Spießglanz . . .	4	"
Eisen-Hammerschlag	2	"

Durch Abänderungen in dem Verhältnisse zwischen Spießglanz und Eisen-Hammerschlag lassen sich sehr verschiedene Abstufungen von Gelb hervorbringen.

Roth e Glasur.

I.

Bleiglätte . . .	24	Gewichtstheile
Quarzsand . . .	18	"
Eisenvitriol . . .	3—4	"

Diese Mischung giebt ein sattes dunkles Roth, und hängt der Farbenton von der Quantität des angewendeten Eisenvitrioles ab.

Roth e Glasur.

II.

Bleiglätte . . .	48	Gewichtstheile
Quarzsand . . .	32	"
Spießglanz . . .	12	"
Eisenvitriol . . .	8	"

Von hellrother Farbe, kann durch Aenderung in den Verhältnissen zwischen Spießglanz und Eisenvitriol in verschiedenen Farbentönen erzielt werden.

Grüne Glasur.

I.

Bleiglätte . . .	18	Gewichtstheile
Quarzsand . . .	10	"
Kochsalz . . .	4	"
Kupferasche . .	1—2	"

Die Kupferasche (Kupferoxyd) kann aus Kupferwaaren-Fabriken bezogen oder auch dadurch dargestellt werden, daß man feine Kupfer-Feilspäne an der Luft so lange glüht, bis sie sich in schwarzes Pulver verwandelt haben.

Grüne Glasur.

II.

Bleiasche	60	Gewichtstheile
Quarzsand	40	"
Kochsalz	20	"
Kupferhammerschlag .	1—2	"

Grüne Glasur.

III.

Bleiglätte	24	Gewichtstheile
Quarzsand	20	"
Kupferasche	2	"
Smalte	1	"

Diese Glasur besitzt eine Farbe, welche einen Uebergang von Grün in Blau bildet, und kann letztere durch Variiren des Zusatzes an Kupferasche und Smalte noch beliebig abgeändert werden.

Blaue Glasur.

I.

Bleiglätte . . .	120	Gewichtstheile
Quarzsand . . .	90	"
Kochsalz . . .	40	"
Smalte . . .	15	"

Blaue Glasur.

II.

Bleiasche . . .	100	Gewichtstheile
Quarzsand . . .	100	"
Smalte . . .	30	"

Blaue Glasur.

III.

Bleiasche . . .	8	Gewichtstheile
Quarzsand . . .	24	"
Smalte . . .	8	"
Braunstein . . .	1	"

Die Glasuren I und II haben eine blasse (kobaltblaue) Farbe — die Glasur Nro. III ist violettblau, und zwar neigt sich die Farbe um so mehr dem Violetten zu, je mehr man die Menge des Braunsteins bei gleichbleibender Smaltemenge erhöht.

Braune Glasur.

I.

Bleiglätte . . .	48	Gewichtstheile
Quarzsand . . .	36	"
Kupferasche . . .	1	"
Braunstein . . .	6	"

Braune Glasur.

II.

Bleiglätte	20	Gewichtstheile
Quarzsand	10	"
Grünes Flaschenglas	15	"
Braunstein	5—10	"

Schwarze Glasur.

I.

Bleiglätte	30	Gewichtstheile
Quarzsand	20	"
Braunstein	8	"
Kupferasche	1	"

Schwarze Glasur.

II.

Bleiglätte	150	Gewichtstheile
Quarzsand	150	"
Braunstein	20	"
Smalte	10	"

Nr. I ist von samtschwarzer, Nr. II von blauschwarzer Farbe.

Thonglasuren.

Für ganz ordinäre Töpferwaaren wendet man nicht einmal Glasuren an, welche durch Zusammenschmelzen der Bestandtheile dargestellt und dann gepulvert werden, sondern man stellt sich einfach gewisse Farbenmischungen zusammen, nimmt zu denselben außer den Glas bildenden und färbenden Stoffen noch Ziegelmehl und Thon und trägt die in Wasser zu einem Schlamm aufgerührte Masse auf die Geschirre unter Schwenken der letzteren auf. Nachstehend einige Vorschriften für Herstellung solcher ordinärer Glasurmassen.

Gelb.

Bleiglätte	7	Liter
Sand	4	"
Ziegelmehl	2	"
Lehm	3	"

Grün.

Bleiglätte	10	Liter
Sand	10	"
Kupferasche	1	"
Lehm	1	"

Blau.

Bleiglätte	7	Liter
Sand	7	"
Smalte	7	"

Braun.

Bleiglätte	7	Liter
Sand	7	"
Lehm	2	"
Braunstein	1	"

Schwarz.

Bleiglätte	7	Liter
Sand	7	"
Lehm	7	"
Braunstein	2	"
Kupferasche	1	"

Bleifreie Glasuren.

Die Bleiglasuren besitzen im Vergleiche mit den anderen nur geringe Widerstandsfähigkeit, und wurde diese Thatfache schon bei der Besprechung der allgemeinen Verhältnisse der Glasuren hervorgehoben; sie haben aber den namentlich bei der Anfertigung geringerer Töpferwaaren bedeutungsvollen Vorzug der Leichtflüssigkeit und auch zugleich jenen der Billigkeit.

Bis nun kann man genügend leichtflüssige Glasurmassen, welche kein Blei enthalten, eigentlich nur unter Anwendung von Bor säure oder von Borax darstellen, und macht der Boraxgehalt die Glasuren zu theuer.

Man hat auch vielfältige Versuche gemacht, Gemenge aus kiesel sauren Salzen, welche beim Aufschmelzen auf Thon-

waaren entsprechende Resultate ergeben, dadurch herzustellen, daß man Wasserglaslösungen (das sind Lösungen von kiesel-saurem Natron oder Kali) durch Zusatz von Kalk, Eindampfen der Masse zur Trocknen (unter eventuellem Zusatz von färbend wirkenden Dryden) in eine feste Masse verwandelte und letztere auf die Geschirre auftrug.

Beim Schmelzen dieser Massen muß ein Kali- (oder Natron-) Kalkglas entstehen, welches die beigemengten Dryde auflöst, sich dadurch färbt und den Thongegenstand mit Glasur überzieht. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß durch eingehendere Versuche über die Zusammensetzung derartiger Glasurmassen endlich solche Mischungen gefunden werden, welche allen Anforderungen entsprechen; es müßten aber solche Versuche jedenfalls mit Rücksicht auf ein ganz bestimmtes Thonmateriale — also für die Zwecke einer besonderen Fabrik ausgeführt werden. Die nachfolgend angegebenen Vorschriften können demnach auch keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen — möglicherweise bewähren sie sich in einer Fabrik, während in einer anderen, infolge der Verschiedenheit in den Thonmassen, kein Resultat mit denselben zu erzielen ist.

Reibl's Wasserglas-Glasurmasse.

wird dargestellt, indem man aus 5 bis 6 Theilen gebranntem Kalk eine dünne Kalkmilch bereitet, mit 100 Theilen dicker Wasserglaslösung verrührt, zur Staubtrockene eindampft und siebt. Die mit der Glasur bestaubten Gegenstände werden nochmals in Wasserglaslösung getaucht und dann gebrannt; es ist jedoch zweckmäßiger, dieses Eintauchen ganz wegzulassen, indem man in diesem Falle meistens günstigere Ergebnisse erhält. In Bezug auf Schmelzbarkeit steht diese Glasur ziemlich auf derselben Stufe wie Bleiglasur.

Quarz=Wasserglas=Glasurmasse.

Quarzmehl (geschlämmt)	100	Theile
Soda (calcinirt)	70	"
Natronsalpeter	8	"
Kalk (gelöscht)	20	"

Die angeführten Substanzen, welche auf das Feinste gemahlen sein müssen, werden durch Bearbeiten in einem Kollfaß innig gemischt und beim Gebrauche mit so viel Wasserglaslösung angerührt, daß eine zum Glasiren verwendbare Masse entsteht.

Borsäurehaltige Glasuren.

Die Borsäure bildet ähnlich wie die Kieselsäure leicht Doppelsalze von einer den gewöhnlichen Gläsern ähnlichen Beschaffenheit, aber niedrigerem Schmelzpunkte; man kann daher Borsäureglasuren recht gut an Stelle von Bleiglasuren anwenden, vorausgesetzt, daß die herzustellende Waare nicht so geringwerthig ist, daß sie die Preissteigerung, welche durch die Benützung dieser Glasuren bedingt wird, absolut nicht zuläßt. Es existiren viele Vorschriften zur Darstellung von borsäurehaltigen Glasuren, und führen wir einige derselben an.

Borax=Feldspathglasur.

Borax (calcinirt)	10	Theile
Feldspath	5	"
Thon	5	"

Der zu verwendende Thon muß derselbe sein, aus welchem die Geschirre gefertigt werden, und müssen alle Bestandtheile der Masse auf das Feinste gemahlen, gesiebt und innig gemischt werden.

Borax-Kalkglasur.

Borax (calcinirt) . . .	4	Theile
• Kreide (geschlämmt) . . .	9	"
Natron-Salpeter	4	"
Quarzsand	2	"

Diese Glasur liefert auf Geschirr, welches bei ziemlich hoher Temperatur gebrannt werden kann, gute Ergebnisse; für solches Geschirr, welches die höhere Temperatur nicht verträgt, muß die Menge des Borax-Zusatzes entsprechend erhöht werden.

Richard's Glasur.

Zur Darstellung dieser harten und mit der Unterlage fest verschmelzenden Glasur mengt man

a) Calcinirte Soda . .	100	Theile
Borsäure	80	"
Kohlenfauren Kalk . .	25	"
Kaolin	12 $\frac{1}{2}$	"
Gyps	25	"
Feldspath	75	"
Flußspath	15	"
Quarzmehl	28	"

und frittet das Gemenge. Sollen dunkelfarbige Glasuren erzielt werden, so fügt man der Masse vor dem Fritten Braunstein in entsprechender Menge zu. Die gefrittete Masse wird gemahlen und vermischt man

b) Frittemasse	460	Theile
Kaolin	110	"
Feldspath	52	"

Um diese vorzügliche Glasur, welche für Töpfergeschirr gewöhnlicher Art zu strengflüssig ist, auch für dieses geeigneter zu machen, muß man die Zusammensetzung der

Frittemasse a in der Weise abändern, daß man die Mengen des Kaolines und des Feldspathes vermindert und in der Mischung b gleichfalls eine Verringerung dieser Bestandtheile eintreten läßt.

XV. Das Auftragen der Glasurmassen auf die zu glasirenden Gegenstände.

Um Thongegenstände in der richtigen Weise zu glasiren, muß man die Glasur auf die betreffenden Stellen in vollkommen gleichmäßiger Schicht auftragen, und muß die Glasur während des später folgenden Brandes eben schmelzen, ohne jedoch so dünnflüssig zu werden, daß sie zu fließen beginnt; letztere Erscheinung hätte zur Folge, daß der gebrannte Gegenstand ungleichmäßig glasirt wäre.

Nur in seltenen Fällen wird die Glasurmasse mittels eines Pinsels aufgetragen; das Ueberziehen mit Glasurmasse findet vielmehr in verschiedener Weise statt und ist das anzuwendende Verfahren von der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Thongegenstandes abhängig. Poröse Thonmassen sind anders zu behandeln als nichtporöse, dünnwandige anders als solche mit dicken Wandungen u. s. w. Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß viele bloß getrocknete Thonmassen nicht den genügenden Grad von Porosität haben, um die naß aufzutragende Glasurmasse in entsprechender Weise festzuhalten, ertheilt man ihnen denselben durch das „Vorbrennen“, an manchen Orten auch „Verglühen“ oder „Schrühen“ genannt.

Beim Vorbrennen werden die an der Luft völlig ausgetrockneten Thongegenstände leicht durchgeglüht und nehmen infolge dieser Behandlung einen höheren Grad von Porosität an. Das Vorglühen erheischt insoferne Vorsicht, als bei dem-

selben die Hitze nicht so weit gesteigert werden darf, daß die Thonmasse zum Sintern gebracht wird, indem sie dann nicht mehr in entsprechender Weise glasirt werden kann.

Die Methoden, nach welchen das Glasiren ausgeführt wird, sind das Tauchverfahren, das Angußverfahren (Engobirverfahren), das Bestäuben und das Aufblasen; die beiden erstgenannten Methoden werden unter Anwendung von flüssigen Glasurmassen — die beiden letzteren mit trockenen Glasurpulvern ausgeführt. Eine weitere Methode des Glasirens könnte man als das Verflüchtungsverfahren bezeichnen, indem man bei demselben in den Brennofen Substanzen zur Verdampfung bringt, welche in Berührung mit den glühenden Thonmassen auf letzteren einen glasartigen Ueberzug bilden.

Es wurde schon angegeben, daß die Wahl des Verfahrens, nach welchem man das Glasiren ausführen will, von der Beschaffenheit der Thonmasse abhängig ist — auch die Form des zu glasirenden Gegenstandes ist hierauf nicht ohne Einfluß, wie an der nachstehenden Beschreibung der verschiedenen Verfahren zu entnehmen ist.

Das Tauchverfahren.

Das Glasiren durch Eintauchen kann nur dann in richtiger Weise ausgeführt werden, wenn der durch Eintauchen mit Glasurmasse überzogene Gegenstand eine Oberfläche von solcher Beschaffenheit hat, daß die trocken gewordene Glasur an ihr haften bleibt. Dieses ist eigentlich nur bei solchen Gegenständen der Fall, welche vorgeglüht wurden.

Da man bei der Darstellung ordinärer Töpferwaare bestrebt sein muß, so billig als möglich zu arbeiten, sucht man das Vorglühen der Thongefäße zu umgehen und bestrebt sich, durch Zusatz eines Klebemittels zur Glasurflüssigkeit zu bewirken, daß die Glasurmasse auch auf bloß lufttrocken

gemachten Gegenständen festhaftet und somit das Brennen und Glasiren der Thongegenstände in einer Operation abgethan werden kann. — Als Klebemittel lassen sich verschiedene Körper verwenden, und ward in früheren Zeiten hierfür besonders eine Lösung von Eiweiß bei den Töpfern vielfach angewendet.

Man bereitet eine solche Eiweißlösung, indem man in Wasser je ein Procent Borax und Weinstein auflöste, der heißen Flüssigkeit Rinderblut zufügte, die Auflösung des letzteren bewirkte und die fertige Eiweißlösung der Filtration unterzog. Die sich ergebende Flüssigkeit wurde an Stelle des Wassers zum Aufschlännen der pulverigen Glasurmassen angewendet. Leimwasser läßt sich ganz zweckmäßig anstatt des Blutes verwenden — man muß jedoch demselben auch einen Zusatz von ein Procent Borax (vom Flüssigkeitsgewichte gerechnet) geben, um das Faulen der durch längere Zeit sich selbst überlassenen Flüssigkeit zu verhüten.

Eine Lösung von arabischem Gummi ist wohl zum Haftendmachen der Glasuren brauchbar, aber ziemlich theuer, sie kann übrigens ganz gut durch eine Lösung des zu billigen Preisen im Handel vorkommenden Dextrines (Stärkegummi) ersetzt werden. — Jedenfalls sind die Lösungen der eben genannten Substanzen dem von manchen Töpfern verwendeten Brei aus Roggenmehl vorzuziehen, welcher durch langes Rühren klumpenfrei gemacht und allmählich bis auf den genügenden Grad mit Wasser verdünnt werden muß.

Es muß durch besondere Versuche festgestellt werden, wie weit man mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Thonware in der Anwendung von Bindemitteln herabgehen darf, um doch das Festhaften der trocken gewordenen Glasur zu erzielen. — Hat man mehr Bindemittel angewendet, so bildet die trocken gewordene Glasurmasse auf dem Thone einen so

fest anhaftenden Ueberzug, daß es mit Schwierigkeiten verbunden ist, die Glasur an manchen Stellen durch Abschaben oder Abwischen zu entfernen; letzteres muß aber immer an jenen Stellen geschehen, an welchen die Gegenstände auf der Unterlage sitzen, indem sonst in der Hitze die Glasur auch an diesen Stellen flüssig werden und die Gegenstände an der Unterlage festschmelzen würden.

Die aufgeschlämmte Glasurmasse befindet sich in einem Gefäße von entsprechender Tiefe und Weite und wird von Zeit zu Zeit aufgerührt, um das Absitzen der Glasur zu verhindern. Der Arbeiter faßt den Gegenstand so an, daß er ihn an so wenigen Stellen als nur möglich berührt, da an diesen Stellen keine Glasurmasse auf den Gegenstand kommt und nachträglich aufgetragen werden muß, und taucht ihn rasch unter die Oberfläche der Flüssigkeit, hebt ihn nach einer gewissen Zeit wieder aus und stellt ihn bei Seite — ein Abtropfen von Glasurmasse kommt bei richtiger Beschaffenheit der zu glasirenden Gefäße gar nicht vor, indem diese so rasch Wasser ansaugen, daß die Oberfläche des Gegenstandes in dem Momente, in welchem man letzteren aus der Glasurflüssigkeit hebt, völlig trocken erscheint.

Der in die Glasurmasse getauchte Körper saugt infolge seiner Porosität mit großer Begierde Wasser an sich — ähnlich wie ein Schwamm — nachdem aber in der ihn umgebenden Flüssigkeit die Theilchen der Glasurmasse schweben, so werden auch diese gegen den Gegenstand gezogen und bleiben auf seiner Oberfläche haften, indeß das Wasser in das Innere des Gegenstandes dringt.

Die zur Erlangung einer genügend dicken Glasurschichte erforderliche Zeit ist eine kurze, und zwar um so kürzere, je poröser die zu glasirende Thonmasse ist; in der Regel sind 20 bis 40 Secunden vollkommen hinreichend.

Je länger man den Gegenstand eintaucht, desto dicker wird die Glasurschichte ausfallen, und kann man die Stärke letzterer dadurch regeln, daß man nach dem an früheren Orten angegebenen Verfahren zur Bestimmung der in einem Thonschlamm enthaltenen Trockensubstanz auch die Menge der Glasurmasse bestimmt, welche erforderlich ist, um auf Thongegenständen von nicht zu geringer Wandstärke eine ausreichend dicke Glasurschichte herzustellen. Hat man einmal die betreffende Zahl festgestellt, so kann man künftighin die Glasurmassen durch directes Abwägen der festen Substanz und Abmessen der Flüssigkeiten zusammensetzen.

Je dicker ein Thongegenstand ist, eine desto dickere Schichte von Glasurmasse kann man auf demselben durch längeres Eintauchen befestigen, und kann für derartige Gegenstände dünnflüssige Glasuren anwenden; umgekehrt muß man sich bei dünnwandigen Objecten stets solcher Glasuren bedienen, welche verhältnißmäßig viel feste Substanz enthalten.

Warum dies so sein muß, ist leicht einzusehen. Ein dickwandiger Thonkörper, welchen man in die Glasur taucht, vermag durch lange Zeit Wasser aufzusaugen, und dauert dies so lange fort, bis alle Poren des Körpers mit Wasser erfüllt sind. Eben so lange dauert nun auch die Abscheidung der festen Körper an der Oberfläche der Thonsubstanz. Ist letztere einmal mit Feuchtigkeit gesättigt, so bewirkt ein länger andauerndes Eintauchen in die Glasurflüssigkeit keine weitere Verstärkung der Glasurschichte.

Dünne Thonmassen vermögen nur wenig Wasser aufzusaugen. Den eben auseinander gesetzten Verhältnissen zufolge würde daher auf solchen Gegenständen eine so geringe Menge von Glasursubstanz abgelagert werden, daß nach dem Brennen nur ein Häutchen zurückbliebe. Um solche Gegenstände mit einer genügend dicken Glasurschichte zu ver-

sehen, muß man die Verhältnisse zwischen fester Substanz und Wasser in der Weise ändern, daß man die Menge der ersteren vergrößert.

Die aus dem Glasurbottich gehobenen Gegenstände werden unmittelbar einem zweiten Arbeiter übergeben, welchem die Aufgabe zufällt, die Glasurmasse von allen jenen Stellen der Oberfläche zu entfernen, welche nicht glasirt sein dürfen und das Glasiren jener Partien vorzunehmen, welche durch Berührung mit den Fingern nicht glasirt wurden.

Wegen des Festschmelzens an der Unterlage muß bei jedem glasirten Gefäße die Glasur an den Punkten entfernt werden, an welchen das Gefäß aufsteht, so z. B. bei Tellern, Schüsseln, Kannen u. s. w. am unteren Rande. Unmittelbar nachdem die Gegenstände aus der Glasurflüssigkeit kommen, ist die Glasur noch weich genug, um mittels einer Messerflinge oder eines Schwammes weggenommen zu werden; bei Glasuren, welche eines besonderen Bindemittels bedürfen, (Leim, Dextrin u. s. w.) muß man, wie oben erwähnt, die Menge des letzteren auf das geringst mögliche Maß reduciren, indem sonst die Glasuren von gewissen Stellen nur schwierig zu entfernen sind.

Wenn man mit bleifreien Glasuren arbeitet, kann man eventuell die mit Glasurmasse überzogenen Gegenstände so lange stehen lassen, bis sie ganz ausgetrocknet sind, und dann die Glasur von jenen Stellen, von welchen man sie entfernen will, durch Abbürsten entfernen.

Bei bleihaltigen Glasuren und auch bei solchen, welche Kupfer oder Antimon (Spießglanz) enthalten, darf man in keinem Falle so lange warten, bis die Glasur trocken wird, und dann etwa die nicht zu glasirenden Stellen durch Abbürsten von Glasurmasse befreien; der Staub von Glasurmassen, welche die genannten Metalle enthalten, ist in so

hohem Grade giftig, daß die Arbeiter, welche das Abbürsten zu besorgen hätten, trotz Anwendung von Respirationsapparaten sehr bald unter den Erscheinungen, welche man bei Metallvergiftungen beobachtet, erkranken würden.

Der Staub von Glasurmassen, in welchen die vor genannten Metalle nicht vorkommen, ist zwar nicht direct giftig, aber doch dadurch sehr schädlich, daß er seiner Feinheit wegen auf die Athmungsorgane nachtheilig einwirkt und die Arbeiter hiedurch viel zu leiden haben. Da die Arbeiter, welche das Abnehmen gewisser Partien der Glasurmasse auszuführen haben, nicht so rasch arbeiten können, als jener, welcher das Eintauchen besorgt, so folgt daraus, daß eine Anzahl von Gefäßen während einer gewissen Zeit ganz mit Glasurmasse überzogen stehen bleiben muß, ehe sie wieder in Arbeit genommen werden können und sich schon beim Abschaben der Glasurmasse Staub bilden würde.

Man kann durch Anwendung eines sehr einfachen Apparates diesem Uebelstande ausweichen, und ist die hierbei in Anwendung kommende Vorrichtung unter dem Namen der Puzscheibe oder Schleifscheibe bekannt. Eine Holzscheibe von 60 bis 80 Centimeter Durchmesser und etwa 20 Centimeter Dicke dreht sich mit mäßiger Geschwindigkeit in einem Gefäße, welches so viel Wasser enthält, daß die Scheibe einige Centimeter tief in dasselbe eintaucht; der Rand der Scheibe ist mit Tuch überzogen.

Drückt man die von Glasurmasse zu befreiende Stelle des Thongefäßes leicht gegen die rotirende Tuchfläche, so wird durch letztere die Glasur vollständig weggeschliffen, ohne daß jedoch ein Verstauben möglich ist, indem die Scheibe beständig naß erhalten wird.

Wenn man gewisse Stellen des in die Glasurmasse getauchten Gegenstandes unglasirt haben will, so kann man die

trockene Glasur entweder durch Schaben mit spitzen und schneidenden Werkzeugen entfernen oder schon früher das Gefäß so zubereiten, daß an den betreffenden Stellen keine Glasurmasse haftet. Letzteres geschieht ganz einfach dadurch, daß man vor dem Eintauchen des Gefäßes in die Glasurmasse gewisse Stellen desselben mit einer Masse bestreicht, welche durch Kochen von Wachs mit Terpentinöl oder durch Zusammenschmelzen von Wachs und Talg hergestellt wurde. An den Stellen, welche mit dieser Masse bedeckt sind, ist die Porosität des Thones aufgehoben und findet keine Ablagerung von Glasurtheilchen statt; die Deckmasse verbrennt bei dem nachfolgenden Brande vollständig, und erscheint die Thonmasse an den betreffenden Stellen ohne Glasur. Durch neuerliches Auftragen andersfärbiger Glasurmassen auf diese Stellen und abermaliges Einbrennen derselben lassen sich sehr hübsche Effecte hervorbringen, doch ist dieses mühevollen Verfahren der Ausschmückung von Thongegenständen mehr bei den edlen keramischen Massen, Porzellan, feine Fayence, in Anwendung, als bei den geringwerthigen Töpferwaaren.

Es ist auch möglich, das Tauchverfahren so auszuführen, daß zwar der ganze Gegenstand glasirt ist, aber an gewissen Stellen die Glasur eine geringere Dicke und geringeren Glanz besitzt, als an anderen. Man hat, um dies zu erreichen, blos nothwendig, jene Stellen, welche matter erscheinen sollen, mittels eines Pinsels mit Wasser zu bestreichen; die Aufsaugungsfähigkeit der Thonmasse wird hierdurch vermindert, und lagert sich auf diesen Partien weniger Glasurmasse ab, als an jenen, welche ganz trocken blieben.

Das Angußverfahren (Engobirverfahren).

Der Zweck, welchen man bei der Ausführung des Angußverfahrens in der Keramik verfolgt, kann ein mehr-

facher sein, und zwar entweder der, daß man dahin trachtet, eine Thonmasse mit einer zweiten von anderer Farbe zu überziehen, ohne daß man beabsichtigt, gleichzeitig eine glänzende glatte Oberfläche (Glasur) hervorzubringen, oder daß man bestrebt ist, gleichzeitig mit dem Verdecken der eigentlichen Grundmasse durch eine andere (den Anguß) auch das Glasiren zu bewirken.

Da man nur in letzterem Falle von einem eigentlichen Glasiren sprechen kann, das Ueberziehen von Thonmassen mit dünnen Schichten anderer aber viele Ähnlichkeit mit dem Verfahren hat, welches die Tischler anwenden, um Gegenständen aus geringem Holze durch Belegen mit dünnen Platten edler Hölzer das Aussehen zu geben, als wenn sie ganz aus letzterem beständen, so wäre es gewiß angezeigt, diesem Verfahren in der Keramik einen besonderen Namen zu geben und es etwa mit demselben Namen zu bezeichnen, welchen die Tischler für ihre Arbeit anwenden: Fourniren, so daß das Angießen mit farbigen, beim Brennen nicht glasirenden Thonmassen Fourniren, das Angießen mit glasirenden Massen aber als eigentliches Angießen oder Engobiren bezeichnet würde.

Unter geschickter Benützung der Verhältnisse lassen sich mittels des einfachen Angießens mit verschiedenfarbigen Thonmassen Gegenstände von sehr hübschem Aussehen hervorbringen. Bedeckt man z. B. gewisse Partien des anzugießenden Gegenstandes mit dem bei der Beschreibung des Tauchverfahrens beschriebenen Gemenge aus Wachs und Talg und nimmt dann den Anguß vor, so haftet letzterer an diesen Partien nicht; man erhält die Zeichnungen auf andersfarbigem Grunde. Trocknet man die Angußmasse, trägt auf sie neuerdings das Gemisch aus Wachs und Talg auf, gießt mit einer Thonmasse an, deren Farbe wieder anders ist als jene des

Gefäßes und des ersten Angusses, so erhält man den fertigen Gegenstand in drei Farben u. s. w.

Nach einem anderen Verfahren kann man auch dadurch Verzierungen durch Anguß herstellen, daß man die dickflüssige Angußmasse aus einem trichterförmigen Blechgefäße, welches unten eine enge Oeffnung besitzt, auf das zu verzierende Gefäß fließen läßt u. s. w. Wir besitzen in unseren Museen wahre Meisterstücke der Keramik aus dem römischen und griechischen Alterthume, welche nach einem der angedeuteten Verfahren durch den Anguß geschmückt sind.

Gegenwärtig sind wir im Stande, durch Beimengung der färbend wirkenden Oxyde zu einem weißen Thone jede beliebige Farbe herzustellen, und ist es hierdurch möglich geworden, Gefäßen durch das Angießen ein sehr buntes Aussehen zu ertheilen, während man früher nur auf eine geringere Anzahl von Farben beschränkt war.

Die zum Angießen verwendeten Thonmassen müssen einer äußerst sorgfältigen Bearbeitung unterzogen werden und dürfen nur aus dem zartesten Thonschlamm bestehen, welcher überdies die Eigenschaft haben muß, gleiches Schwindungsvermögen mit der Grundmasse zu besitzen; wäre dies nicht der Fall, so müßte die Angußmasse beim Trocknen und Brennen rissig werden.

Die Zubereitung des Angußschlammes geschieht in der Weise, daß man zuerst den Thon in Wasser aufschlämmt und die trübe Flüssigkeit durch feine Müllergaze in Bottiche fließen läßt; die sich in letzterem sammelnde Flüssigkeit wird aufgerührt und mittels flachen Gefäßen, welche man nur so weit eintaucht, daß sie sich eben füllen, in andere Gefäße geschöpft. Da nur die feinsten Theile des Thones an der Oberfläche schwebend bleiben, so erhält man hierdurch in dem zweiten Gefäße einen Thonschlamm von der feinsten Beschaffenheit.

Man läßt diesen Schlamm wohl absetzen, zapft das überstehende Wasser ab und giebt dem Schlamm so viel Wasserzusatz, daß eine Masse entsteht, welche an Consistenz etwa dickem Rahme gleicht und sich gut auf den angegossenen Thonmassen ausbreitet.

Da die Beschaffenheit des die Grundmasse bildenden Thones und jene der Angußschichte oft Zusätze erfordert, um das Zusammenhaften beider nach dem Brennen zu gestatten und auch Glasuren haften zu machen, z. B. Kalk, so muß man bei Verwendung neuer Massen immer Proben in kleinem Maßstabe ausführen und diese Proben brennen; die Massen werden dann im Großen genau nach denselben Gewichtsverhältnissen hergestellt, welches in denjenigen Proben angewendet wurde, welche ein brauchbares Ergebniß geliefert haben.

Die meisten Schwierigkeiten hat man darin zu überwältigen, den Angußmassen genau dieselbe Schwindungsfähigkeit zu geben, wie sie der Grundmasse des Gefäßes eigen ist. Man hilft sich in diesem Falle am besten dadurch, daß man einen Theil des Wassers, welches zur Bereitung des Angußschlammes dient, durch Potaschenlösung (10 bis 20 Procent) ersetzt.

Durch den Gehalt an Potasche wird die Angußmasse etwas leichter schmelzbar; beim Glühen der angegossenen Gefäße sintert dann die Grundmasse mit der Angußmasse etwas zusammen und haften beide untrennbar aneinander. Je weniger porös die Grundmasse ist, desto geringer kann der Zusatz von Potaschenlösung genommen werden. Der Anguß wird auch bisweilen vorgenommen, um die Glasurung schöner erscheinen zu lassen. Racheln für feine Thonöfen werden z. B. häufig aus geringerem, beim Brennen dunkelroth werdendem Thon angefertigt, und würde man sehr bedeutende Mengen einer an Zinnoryd reichen, daher kost-

spieligen Glasur anwenden müssen, um die Grundfarbe vollständig zu decken und den fertigen Rachen rein weiß zu erhalten; man gießt solche Rachen ganz dünn mit feinem hellfarbigem Thon an und bedarf nur geringer Quantitäten von Glasurmasse, um sie blendend weiß zu machen.

Das Angießen erfordert ziemliche Übung, wenn das Gefäß mit einer gleichmäßig dicken Schichte von Angußmasse versehen werden soll. Der Arbeiter hält das Gefäß mit einer Hand, läßt aus einem Löffel die Ausgußmasse auf dasselbe fließen, vertheilt sie durch entsprechendes Hin- und Herbewegen des Gefäßes zu einer gleichförmigen Schichte und schleudert durch einen kräftigen Ruck den Ueberschuß der Angußmasse wieder ab.

Wenn es sich darum handelt, auf die Oberfläche der Angußmasse noch Glasur aufzutragen, so müssen die angegossenen Gefäße wieder so lange stehen, bis sie vollständig ausgetrocknet sind, und ist die Glasur dann am besten durch Eintauchen in Glasurschlamm herzustellen.

Das Aufstaubverfahren.

Wie schon der Name andeutet, wird bei der Arbeit nach diesem Verfahren das Ueberziehen der Thongegenstände mit Glasurmasse in der Weise vorgenommen, daß man letztere in Form eines staubfeinen Pulvers auf die Geschirre aufträgt. Die Glasuren, deren man sich in diesem Falle bedient — das Verfahren findet nur Anwendung bei der Herstellung ganz ordinärer Töpferwaare — sind in der Mehrzahl der Fälle nicht einmal Gläser, sondern einfach feinst gemahlener Bleiglanz oder Bleiglätte, bisweilen auch Mennige; erst in der Hitze des Brennofens verbindet sich das Bleiorxyd mit einem Theile der Kieselsäure an der Oberfläche der Thonmasse und bildet einen Glasurüberzug.

Das Aufstauben geschieht, indem der Arbeiter den Staub der Glasurmasse entweder aus einem Leinenbeutel oder durch ein Sieb auf den Thongegenstand fallen läßt, und ist es bei diesem Verfahren begreiflicher Weise unmöglich, die Ausbreitung des feinen Staubes in der Atmosphäre des Arbeitsraumes hintanzuhalten; die Arbeiter, welche sich in diesem Raume befinden, athmen daher beständig Luft ein, in welcher Blei enthalten ist, und bildet demzufolge das Anstauben der Thongefäße zum Zwecke der Glasirung eine der gesundheitschädlichsten Arbeiten, welche es giebt.

Im Interesse der Gesundheit der Arbeiter sollte dieses Verfahren, die Glasurmassen auf den Thongefäßen zu befestigen, geradezu verboten werden, und zwar um so mehr, als sich das Glasiren nach einer der vorstehend beschriebenen Methoden viel zweckmäßiger ausführen läßt.

Das sogenannte Aufblasen ist ein Verfahren, welches mit dem Anstauben die größte Aehnlichkeit besitzt, aber nur in Ausnahmefällen angewendet wird oder vielmehr angewendet wurde. Die chinesischen Porzellan-Fabrikanten sollen nämlich die papierdünnen Gegenstände aus Porzellan dadurch glasiren, daß sie die pulverförmige Glasur in ein mit feiner Gaze überspanntes Rohr füllen und durch Blasen den feinen Staub auf den Gegenstand fallen lassen. Die europäischen Porzellanfabriken liefern gegenwärtig PorzellanGeschirre, welche ebenso geringe Dicke wie die früher so sehr bewunderten chinesischen Fabrikate haben, glasiren aber auch diese Gefäße durch Eintauchen in flüssige Glasurmasse, indeß die chinesischen Waaren nicht fest genug zu sein scheinen, um das Eintauchen zu ertragen, daher durch Aufblasen glasirt werden müssen.

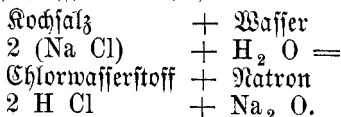
Das Verflüchtungsverfahren.

Das mit diesem Namen bezeichnete Glasurverfahren unterscheidet sich wesentlich von allen bisher beschriebenen, bei welchen man entweder die ganze Glasurmasse auf dem Gegenstande befestigt oder doch einen Theil derselben aufträgt, welcher dann mit den Bestandtheilen der Thonmasse zu einer Glasur zusammenschmilzt; letzteres ist z. B. bei dem Glasurverfahren mittels Bleiglanz der Fall.

In dem vorliegenden Falle vollzieht sich die Glasurbildung auch erst während des Brandes auf dem Gefäße, und zwar in der Weise, daß gewisse Körper in dampfförmigem Zustande mit der Thonmasse zusammentreffen und eine solche Zersetzung erleiden, daß Glasur entsteht. — Je nachdem man alle in einem Brennofen eingesetzten Geschirre oder nur einen Theil derselben glasiren will, wird das Verfahren abgeändert, und wollen wir zuvörderst den ersten Fall in's Auge fassen.

A. Das Glasiren im Ofen.

Wenn man Kochsalzdämpfe gleichzeitig mit Wasserdämpfen auf glühende Kieselsäure einwirken läßt, so erfolgt eine Zersetzung der beiden ersteren in der Weise, daß Natron und Chlornasserstoffsäure entsteht.



Das Natron verbindet sich in dem Momente, in welchem es entsteht, mit der Kieselsäure zu kiesel-saurem Natron und verschmilzt dieses mit den anderen kiesel-sauren Salzen, welche in der Thonmasse enthalten sind, zu einer fest-anhaftenden Glasur, indeß die Chlornasserstoffdämpfe (Salzsäure-dämpfe) mit den Feuergasen aus dem Ofen abziehen.

Dieses Glasurverfahren, welches namentlich bei ordinärem Steinzeug in Anwendung gebracht wird, kommt immer gegen Ende des Brandes zur Ausführung, und zwar dann, wenn der Ofen die höchste Temperatur erreicht hat; während ein Arbeiter alle Zugöffnungen und zuletzt auch den Schornstein schließt, wirft ein anderer eine gewisse Menge von Kochsalz in den Ofen. In letzterem sind von den Verbrennungsproducten herstammende Wasserdämpfe enthalten, welche sich mit den Dämpfen des Kochsalzes in der vorangegebenen Weise auf den glühenden Geschirren zersetzen.

Die Hauptschwierigkeit des Verfahrens, Steinzeug durch die Verflüchtigung von Kochsalz zu glasiren, liegt darin, die Glasur gleichförmig zu erhalten; meistens ist jene Seite der Gefäße, welche unmittelbar von den Dämpfen getroffen wurde, weit stärker glasirt als die andere, welche, nur mit einer geringen Menge von Dämpfen in Berührung kommend, bloß eine außerordentlich dünne Glasurhaut erhält.

Am leichtesten läßt sich noch eine gleichförmige Glasur dadurch erzielen, daß man die Thonmasse reich an Kieselsäure macht, indem dadurch die Zerlegung des Kochsalzes in sehr vollständiger Weise stattfindet; man verwendet in diesem Falle auch eine größere Menge von Kochsalz, als für Massen nothwendig ist, welche ärmer an Kieselsäure sind.

In Bezug auf ihre chemischen Eigenschaften ist die unter Anwendung von Salz hergestellte Glasirung eine ausgezeichnete zu nennen; sie verträgt, ohne angegriffen zu werden, die Einwirkung starker Säuren und Alkalien und ist auch wegen ihrer geringen Dicke dem Rissigwerden beim Erhitzen der Gefäße wenig unterworfen.

Wenn man das Glasiren mittels Salzdämpfen in großem Maßstabe und oftmals ausführt, muß man darauf Rücksicht nehmen, daß sich sehr bedeutende Mengen von Salz-

säuredämpfen in dem Ofen bilden, und muß für deren gefahrlose Abfuhr gesorgt werden. Hat man Brennöfen mit niederen Schornsteinen, so daß die Salzsäure in die unteren Schichten der Atmosphäre gelangt, so werden die Klagen über das Verderben der Luft seitens der Nachbarn nicht lange auf sich warten lassen, indem sich die in die Luft tretenden Salzsäuredämpfe mit Wasser vereinigen und die so entstehende saure Flüssigkeit außerordentlich zerstörend auf benachbarte Metalledächer und auf die Vegetation einwirkt.

Um die Salzsäuredämpfe ohne Belästigung der Nachbarschaft abführen zu können, muß man sie durch sehr hohe Schornsteine aufsteigen lassen, damit sie sich in den oberen Luftschichten vertheilen und durch Strömungen in denselben fortgeführt werden. Vollständig unschädlich können die Salzsäuredämpfe auch dadurch gemacht werden, daß man sie von Wasser aufnehmen läßt.

Man muß zu dem Ende an dem Ofen einen von außen zugänglichen Canal anbringen, welcher mit dem Schornsteine in Verbindung steht, aber auch durch einen Schieber von demselben abgesperrt werden kann. Kurze Zeit vor dem Einwerfen des Salzes in den Ofen bringt man in diesen Canal nasse Thonscherben und öffnet, nachdem man annehmen kann, daß die Versezung in dem Ofen vor sich gegangen sei, den Schieber dieses Canales ganz wenig. Es entsteht sofort, da alle anderen Oeffnungen des Ofens bis auf ein kleines Luftloch, welches geöffnet wird, verschlossen bleiben, sogleich eine Strömung der in dem Ofen enthaltenen Dämpfe und Gase nach dem Schornstein.

Infolge der eben beschriebenen Einrichtung müssen aber diese Dämpfe ihren Weg nach dem Schornsteine durch die nassen Thonscherben nehmen, und wird von dem Wasser, welches den Scherben anhängt, die Salzsäure ungemein leicht

aufgelöst, so daß nichts von den die Umgebung belästigenden Dämpfen in die Luft gelangen kann. Die mit Salzsäure gesättigten Thonscherben können durch Waschen mit Wasser wieder von Salzsäure befreit und neuerdings zur Ausnahme von Salzsäuredämpfen geeignet gemacht werden.

B. Das Glasiren in der Kapsel.

Soll das Glasiren durch Verflüchtigung nicht auf alle in einem Ofen befindlichen Geschirre ausgedehnt werden, so wird das Verfahren in folgender Weise abgeändert: Man stellt die zu glasirenden Gegenstände in Chamottekapseln, wie man selbe zum Brennen von feinerem Steinzeug und Porzellangeschirr allgemein anwendet und bringt auf den Boden der Kapsel eine Masse, welche in der höchsten Temperatur des Ofens schon zur Verflüchtigung und Zersetzung gelangt und den Raum der Kapsel mit Dämpfen erfüllt, welche in Berührung mit der glühenden Gefäßmasse so zersetzt wird, daß auf letzterer ein Glasurüberzug entsteht.

Bisweilen ändert man das eben beschriebene Verfahren in der Weise ab, daß man die Innenwände der Kapseln mit der zur Glasurbildung dienenden Masse bestreicht und dieselbe hierdurch geeignet macht, das Glasiren der bei mehreren aufeinanderfolgenden Bränden in die Kapseln eingesetzten Geschirre zu bewirken, indem bei dem ersten Brande nur ein Theil der Glasurmasse verflüchtigt wird und der in der Masse der Kapseln zurückgebliebene Rest ausreicht, um auch bei einem zweiten und dritten Brande die Glasurbildung zu bewirken.

Man kann dieses Verfahren zum Unterschiede von jenem, bei welchem das Kochsalz bloß einfach in den Ofen geworfen wird, als das „Ausstreichverfahren“ bezeichnen; in den englischen Steinzeugfabriken, wo dasselbe vielfach in

Verwendung steht, bezeichnet man es als „Smearing“, was gleichbedeutend mit „Aus schmieren“ oder „Aus streichen“ ist.

Man wendet im vorliegenden Falle Bleioryd, Kupferoryd neben Kochsalz und außerdem auch Borsäure an. Bleioryd und Kupferoryd zerlegen sich in starker Glühhitze mit Kochsalz (Chlornatrium) in der Weise, daß Chlorblei resp. Chlorkupfer entstehen, welche Verbindung leicht flüchtig sind und sich in Berührung mit Kieselsäure in der Glühhitze und Gegenwart von Wasserdampf in der Weise zersetzen, daß auf den Geschirren kiesel-saures Bleioryd oder kiesel-saures Kupferoryd entsteht, indeß Salzsäure entweicht. Die Borsäure ist für sich allein einer der feuerbeständigsten Körper, welche wir kennen, sie vermag sich aber mit Wasserdämpfen in sehr merklicher Weise zu verflüchtigen. Kommt sie mit den vor- genannten Oxyden auf der Oberfläche der Thongegenstände in Berührung, so verbindet sie sich mit denselben, und entsteht eine Glasur, welche aus borsäuren und kiesel-sauren Salzen zusammengesetzt ist.

Die Mengen, in welchen man die einzelnen Bestandtheile der Verflüchtigungsmassen anwendet, sind sehr wechselnde, der Gehalt an Oxyden beträgt gewöhnlich zwischen 10 und 15 Procent vom Gewichte des Kochsalzes. Die Glasurüberzüge, welche man in diesem Falle auf der Oberfläche der Geschirre erhält, sind immer sehr dünn, und läßt sich aus diesem Grunde das Glasiren in der Kapsel ganz besonders vortheilhaft für solche Gegenstände anwenden, welche reich mit erhabenen Ornamenten versehen sind, indem die Umrisse der letzteren mit aller Schärfe erhalten bleiben, indeß sie bei Anwendung flüssiger Glasuren stets mehr weniger an Schärfe einbüßen.

XVI. Das Brennen der Thonwaaren.

Die Thonwaaren werden unter sehr verschiedenen Verhältnissen gebrannt, und hängen die letzteren ganz besonders von der Beschaffenheit des Thonmaterials sowie von dem bei der Arbeit eingeschlagenen Verfahren ab. Thonwaaren der feinsten Art, somit Porzellan und feinstes Steinzeug, werden einer mehrmaligen Behandlung im Feuer unterworfen; man verglüht die Massen, setzt sie dann dem eigentlichen Brennen, dem sogenannten Scharfbrände aus und nach diesem den Glasurbrände; bei solchen Porzellangegegenständen, welche bemalt werden, folgt dann noch ein Brand, welcher das Einbrennen der Farben zum Zwecke hat.

Je nach dem Zwecke, welchen man beim Brennen im Auge hat, müssen auch die Brennvorrichtungen von entsprechender Beschaffenheit sein, und müssen z. B. die Scharfeuerräume der Porzellanöfen die höchsten Temperaturen geben, welche sich im Ofen überhaupt erzielen lassen.

Während bei feinen Thonwaaren das Brennen derselben als eine sehr mühevollen und wegen des großen Verbrauches an Brennstoff auch sehr kostspielige Arbeit erscheint, ist dieselbe bei ordinärem Töpfergeschirre eine sehr einfache, und werden solche Geschirre in den meisten Fällen nur einem einzigen Brande unterworfen, bei welchem in einer Operation das Brennen der Thonmassen und das Aufschmelzen der Glasuren bewerkstelligt wird. Mit Rücksicht auf die Schmelzbarkeit der gewöhnlichen Töpferthone in der Hitze des Porzellanofens darf man beim Brennen gewöhnlicher Thonwaaren nur weit niedrigere Temperaturen in Anwendung bringen, und wird hiedurch die ganze Fabrikation wesentlich erleichtert.

Nachdem die Operationen beim Brennen von Thonwaaren vielfach von der Construction der Oefen, in welchen das Brennen vorgenommen wird, abhängig sind, wollen wir die Beschreibung derselben erst dann geben, nachdem wir die Construction der Brennöfen selbst dargelegt haben. Man hat in neuerer Zeit auch sehr bedeutende Verbesserungen in dem Baue der Brennöfen gemacht, namentlich in Bezug auf die an denselben angebrachten Heizungen, so daß wir es für nothwendig halten, diese für den Keramiker so wichtigen Apparate einer ausführlicheren Besprechung zu unterziehen.

Die Brennöfen im Allgemeinen.

Die Brennöfen weichen in Bezug auf ihre Bestimmung zum Brennen verschiedener Thonwaaren und das anzuwendende Feuerungsmateriale sehr weit in ihren Einrichtungen von einander ab, und nimmt auch die Größe, in welcher der Ofen ausgeführt werden soll, einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Construction desselben. Im Allgemeinen läßt sich sagen, daß ein Ofen um so zweckmäßiger eingerichtet werden kann und im Verhältnisse um so weniger Brennmateriale verzehrt, je größer er angelegt werden kann, indem in den großen Oefen das Zusammenhalten der Wärme viel leichter möglich ist als in den kleinen, welche ihrer verhältnißmäßig großen Oberfläche wegen der Abkühlung von außen in viel höherem Grade unterworfen sind.

Die Errichtung großer Oefen setzt aber auch das Vorhandensein einer in größerem Maßstabe angelegten Thonwaarenfabrik voraus — leider sind solche aber bei uns nur in geringerer Zahl vorhanden, und wird die Töpferei vielmehr als Handwerk im eigentlichen Sinne des Wortes betrieben; eine geringe Anzahl von Arbeitern ist in der Regel eine Woche lang beschäftigt, so viele Geschirre herzustellen,

als in einem kleinen Ofen auf einmal gebrannt werden können, und ist die Folge davon offenbar die, daß man den Ofen eben auch nur in einer Größe anlegt, welche der geringen Production entspricht.

Seitdem man — namentlich in England — damit begonnen hat, Thonwaaren-Fabriken im größten Stile anzulegen, sind dort die kleinen, handwerksmäßig arbeitenden Töpfereien fast vollständig verschwunden, indem sie in Bezug auf Billigkeit und Schönheit der Producte mit den großen Fabriken nicht mehr concurriren konnten, welch' letztere unter Anwendung von Maschinen — namentlich aber von großen, wenig Brennstoff verzehrenden Ofen — weit billiger zu arbeiten im Stande sind.

Die Fortschritte in der Einrichtung der Heizungen gestatten in größeren Fabriken die Anwendung von sehr billigem Heizmateriale, z. B. von Kohlenklein, und hat man in dieser Hinsicht noch weitere Fortschritte durch Anwendung von sogenannten Generatorfeuerungen gemacht, welche gestatten, aus den billigsten Brennmaterialien brennbare Gase darzustellen, welche dann zur Heizung der Brennöfen verwendet werden.

Obwohl der Uebergang von den Brennöfen mit vierseitigem Querschnitte zu jenen mit kreisrundem oder ovalem Querschnitte schon viel zur Verbesserung der Ofen beigetragen hat, wurde der letzte Schritt in der Verbesserung der Ofenconstructionen doch erst in neuester Zeit gemacht, und besteht derselbe in der Anwendung continuirlich wirkender Ofen. Bis nun sind diese Ofen hauptsächlich nur zum Brennen von Thongegenständen verwendet worden, welche massenhaft producirt werden, z. B. von Ziegeln, Drainröhren u. s. w. — es ist aber auch möglich, sich dieser Ofen zum Brennen von Töpfergeschirr zu bedienen, und vermag

ein solcher Ofen seiner gewaltigen Leistungsfähigkeit wegen, die Producte einer sehr großen Fabrik zu brennen.

Jeder Brennofen besteht aus zwei verschiedenen Theilen, welche eine außerordentliche Mannigfaltigkeit in der Construction zulassen: aus dem eigentlichen Brennraume oder der Geschirrkammer, welche mit den zu brennenden Gegenständen angefüllt wird und aus dem Feuerungsraume oder der Feuerkammer, in welcher die Verbrennung des Heizmaterials stattfindet.

Die Geschirrkammer ist ein durch ein starkes Gewölbe gebildeter Raum, welcher entweder von viereckiger, runder oder ovaler Form ist und an einer oder mehreren Stellen mit der Feuerung — an anderen durch Zugöffnungen mit dem Schornsteine — in Verbindung steht.

Die Ofen, welche zum Brennen von Töpferwaaren in Anwendung gebracht werden, sind stets Flammöfen, das heißt solche, in welchen die von einer oder mehreren Heizungen gelieferten glühenden Gase durch eine Anzahl von Oeffnungen in den Brennraum dringen und das Brennen der Geschirre bewerkstelligen, und unterscheidet man in dieser Beziehung zwischen liegenden und stehenden Flammöfen.

Bei den liegenden Flammöfen müssen die Feuergase in horizontaler Richtung durch den Brennraum streichen, bei den stehenden dringen sie hingegen vertical nach aufwärts. Bei den liegenden Ofen hat man den Vortheil, daß man die Feuergase, nachdem sie durch den Brennraum gegangen sind, noch unter letzterem und auch längs der Seitenwände hinführen kann, was der besseren Ausnützung der den Feuergasen innewohnenden Wärme wegen große Ersparnisse an Brennmaterialie bedingt.

Bei den stehenden Ofen sind gewöhnlich mehrere Abtheilungen des Brennraumes übereinander angebracht und

werden verschieden stark erwärmt. Die größte Hitze herrscht in dem untersten, die geringste in dem obersten Geschoße des Ofens. Diese stehenden Defen verbrauchen die größte Menge von Brennstoff, liefern aber viel bedeutendere Hitze als die liegenden und werden deßhalb zum Brennen der schwerstschmelzbaren Thonmassen (Porzellan) ausschließlich angewendet.

Die stehenden Defen erhalten gegenwärtig fast immer einen kreisförmigen Querschnitt, und sind die Heizungen regelmäßig am Umfange des ganzen Kreises vertheilt und hat man in neuerer Zeit durch Anwendung von zweckmäßig construirten Feuerungen auch bei diesen Brennöfen bedeutende Ersparnisse im Verbrauche von Brennstoff machen gelernt.

Die Brennöfen mit ununterbrochenem Betriebe, die sogenannten Ringöfen, weichen in ihrer Construction vollkommen von den Flammenöfen ab; sie bestehen der Hauptsache nach aus einer gewissen Anzahl von Brennkammern, welche am Umfang eines Kreises stehen und einen in sich geschlossenen Ring bilden. Der Zug der Feuergase geht entsprechend der Form des Ringes (kreisförmig oder oval) durch sämtliche Kammern, und wärmen die abziehenden Feuergase die zur Verbrennung des Heizmaterials erforderliche Luft schon vor, so daß diese Defen unter allen bis nun bekannt gewordenen Ofenconstructions die geringste Menge von Brennstoff verbrauchen.

Die Beheizungs-Vorrichtungen.

Von einer richtig construirten Feuerung ist nicht nur das richtige Garbrennen der in dem Brennraume befindlichen Thongegenstände abhängig, sondern hängt von derselben auch der Verbrauch des Ofens an Brennmaterial ab. Nachdem nun aber die Ausgaben für Brennstoff unter

den Gesamtauslagen der Thonwaaren-Fabrikation eine sehr bedeutende Rolle spielen, so muß man beim Bau eines Ofens immer darauf bedacht sein, denselben mit einer Feuerungsanlage zu versehen, welche für das anzuwendende Brennmaterial taugt und zugleich einen hohen Wärmeeffect liefert.

In früherer Zeit wurde in Deutschland allgemein zur Beheizung von Brennösen Holz verwendet, und verbrannte man dieses entweder auf einem gewöhnlichen, horizontal liegenden Rost oder in einem Feuerkasten, in welchem das Holz von oben eingeworfen wurde, während der Luftzug von oben nach unten streichen mußte. Seitdem man aber für Fabrikzwecke die Holzheizung als zu kostspielig durch die Heizung mit Schwarz- und Braunkohle ersetzt hat, mußte man auch für andere Constructionen der Heizungen sorgen, indem es sich nunmehr darum handelte, ein schwer verbrennliches und an Asche reiches Material zur Verbrennung zu bringen, und werden die sich ergebenden Schwierigkeiten noch dadurch vermehrt, daß man in Fabriken immer das billigste aller Brennmaterialien: Kohlenklein als Brennmaterial anzuwenden wünscht.

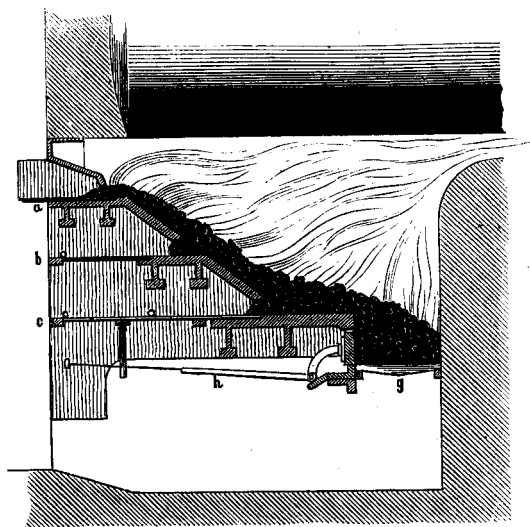
Feuerungen mit Treppenrosten.

Diesen Schwierigkeiten wird zum größten Theile durch die Anwendung der sogenannten Treppenroste begegnet, bei welchen der Rost aus stufenförmig übereinander gestellten Stäben gebildet wird, über welche das Brennmaterial allmählich herabgleitet, während ihm durch die zwischen den Roststäben befindlichen Spalten fortwährend Luft zugeführt wird, so daß selbst der ziemlich schwierig zu verbrennende Abfall von Steinkohlen auf solchen Rosten vollkommen zu Asche verbrannt werden kann.

Die Abbildung, Fig. 36, versinnlicht die Einrichtung einer zweckmäßig construirten Treppenrost-Feuerung nach Langen.

Der Rost besteht aus drei oder vier Platten *a b c*, welche sich in geneigter Stellung (beiläufig 28° Neigung) befinden, und ist jede dieser Platten mit Querstäben versehen, welche so angeordnet sind, wie bei einem gewöhnlichen Roste. Unter jeder der Platten befindet sich ein Schlitz,

Fig. 36.



welcher hoch genug ist, um das Einschieben von Kohlenklein mittels einer eigenthümlich geformten Schürkrücke zu gestatten; das Heizmateriale wird auf die hinter jeder Rostplatte angebrachten horizontal liegenden Platten geworfen und mit der Schürkrücke durch den Spalt geschoben, so daß das unten eingeschobene Brennmaterial durch das über ihm liegende, in vollem Brand befindliche schon vorgewärmt wird.

Bei richtiger Regulirung des Luftzutrittes und Schürung des Feuers muß die Verbrennung auf diesen Treppenrosten eine so vollständige sein, daß sich auf dem horizontal liegenden untersten Roste d nur Asche ansammelt. Dieser Rost ist vorne durch eine kleine Eisenplatte abgeschlossen, welche durch Anziehen der Stange f umgelegt werden kann, und gestattet diese Einrichtung, Schlackenmassen, welche nicht zwischen den Stäben des Rostes durchfallen können, mittels des Schürhakens auszugiehen.

Die von den Treppenrosten abziehenden Feuergase sind noch nicht vollständig verbrannt, würden sonach nicht die größte Hitze liefern, welche das Brennmaterial seiner inneren Beschaffenheit nach zu geben vermag. Um das vollständige Verbrennen dieser Gase zu bewerkstelligen, bringt man in dem Canal, durch welchen die Feuergase aus dem Heizraum abziehen, einen Registerschieber an. Oeffnet man letzteren, so wird durch die mit großer Geschwindigkeit durch diesen Canal strömenden Feuergase ein Luftstrom angesaugt, welcher sich mit den Feuergasen mengt, und dieselben zur völligen Verbrennung bringt. Bei richtiger Stellung des Registers entsteht eine sehr lange und heiße, keinen Rauch gebende Flamme, indem alle mit den Feuergasen fortgerissenen Kohletheilchen vollständig verbrannt werden.

Die Brennmaterialien.

Was die Brennmaterialien anlangt, welche man in den Thonwaaren-Fabriken verwendet, so hat man es Dank den Verbesserungen in der Einrichtung der Feuerungen gegenwärtig dahin gebracht, jedes eine Flamme liefernde Brennmaterialie verwenden zu können; wir begnügen uns daher damit, über den Werth der Brennmaterialien einige kurze Andeutungen zu geben.

Das Holz.

Das Holz ist wegen des Fehlens von Schwefelverbindungen in seiner Flamme und wegen seines geringen Gehaltes an Aschenbestandtheilen, sowie der langen Flamme, welche es beim Verbrennen liefert, das beste unter allen Brennmaterialien für keramische Zwecke und wurde vormalig als alleiniges Heizmaterial in Porzellanfabriken angewendet. Es wurde zu diesem Zwecke in dünne Scheiter gespalten, diese in besonderen Darrvorrichtungen scharf ausgetrocknet und dann in Schächten verbrannt, in welche die Luft von oben eindrang, indeß die Flamme am unteren Theile des Schachtes durch eine Seitenöffnung in die Brennöfen schlug. Der hohe Preis des Holzes und die mehrerwähnten Verbesserungen in der Construction der Heizvorrichtungen machen, daß dieses Brennmaterial immer weniger für keramische Zwecke benützt wird.

Der Torf.

Torf, soferne er nicht zu dicht ist, kann, wenn er gut getrocknet ist, recht zweckmäßig zur Beheizung von Brennöfen verwendet werden, indem er eine lange heiße Flamme liefert, jedoch verlangt der häufig sehr große Aschengehalt des Torfes gut construirte Koste und fleißiges Schüren. Enthält der Torf ansehnliche Mengen von Schwefelkies, so liefert letzterer beim Verbrennen schwefelige Säure, und wirkt diese chemisch auf die zu brennende Thonmasse in der Weise ein, daß sie sich mit dem Kalk verbindet und die Farbe der Thonmasse verändert. Dieselbe Wirkung äußern auch alle mineralischen Kohlen, Braunkohlen und Steinkohlen, wenn in ihnen größere Mengen von Schwefelkies vorkommen.

Die Braunkohlen.

Unter dem Namen Braunkohle faßt man eine größere Zahl fossiler Brennstoffe zusammen, welche zwar sämmtlich

jüngeren Formationen angehören, aber sonst sehr große Verschiedenheiten in ihren Eigenschaften besitzen. Die jüngste Braunkohle ist unstreitig das sogenannte fossile Holz oder der Lignit, das ist eine Masse, welche noch vollständige Holzstructur zeigt, eine hellbraune Farbe besitzt und schwach verkohltem Holze gleicht.

Zwischen dem fossilen Holze und sehr dunkelfarbiger fast structurloser Braunkohle, welche sich schon in ihren Eigenschaften der Steinkohle nähert, giebt es alle möglichen Uebergänge; am werthvollsten für keramische Zwecke ist die stark mit asphaltartigen Producten getränkte sogenannte bituminöse Braunkohle, welche bei reichlichem Luftzutritte mit sehr langer leuchtender Flamme verbrennt.

Die unangenehmste Eigenschaft der Braunkohle ist der ungemein hohe Aschengehalt, welcher ihnen eigen ist; nur bei wenigen Braunkohlen beträgt der Aschengehalt unter 5 Procent, kann aber auch bis zu 50 Procent des Gewichtes steigen. Einen weiteren Uebelstand bildet der ziemlich hohe Wassergehalt, welchen selbst längere Zeit an der Luft gelagerte Braunkohlen besitzen und der im Durchschnitte mindestens 10 Procent beträgt, so daß infolge des bedeutenden Wärmeverbrauches zur Verflüchtigung dieses Wasserquantums beim Verbrennen die Braunkohlen eine verhältnißmäßig wenig heiße Flamme geben.

Wenn die Braunkohlen nicht, wie es zuweilen vorkommt, sehr bedeutende Mengen von Schwefelkies oder gar freien Schwefel enthalten, so sind sie wegen ihres geringen Preises ein für keramische Zwecke sehr werthvolles Feuerungsmateriale, und empfiehlt sich die Anwendung derselben besonders in jenen Fällen, in welchen es sich nicht um die Hervorbringung der höchsten Temperaturen handelt.

Die Steinkohlen.

Je nach ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit unterscheidet man mehrere Sorten von Steinkohlen und zwar nach der älteren Eintheilung in Bezug auf das Verhalten beim Erhitzen unter Luftabschluß: Sand-, Sinter- und Backkohlen. Erstere liefern einen sandartigen Rückstand, sind demnach schwierig zu verheizen und gar nicht zur Coaksbereitung tauglich; die Sinterkohlen geben einen gefritteten, aber leicht zerfallenden Coaks und lassen sich schon besser als Brennmateriale verwenden. Die Backkohlen endlich liefern einen festen, aufgeblähten Coaks und sind das beste Brennmateriale.

Mit Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung und des Heizwerthes theilt man in neuerer Zeit die Steinkohlen in folgende Gruppen ein:

Anthracitische Kohlen mit einem Kohlenstoffgehalt von 90 bis 93 Procent, schwer entzündlich, wegen des geringen Gehaltes an Wasserstoff nur eine kurze Flamme gebend; als Heizmateriale, wegen des hohen Gehaltes an Kohlenstoff ausgezeichnet, eignen sich diese Kohlen nur wenig für keramische Zwecke, da sie nur durch kurze Zeit mit eigentlicher Flamme brennen.

Den anthracitischen Kohlen zunächst stehen die kurzflammigen Backkohlen mit 88 bis 91 Procent Kohlenstoff und die langflammigen Backkohlen mit 80 bis 89 Procent Kohlenstoff, welche ebenfalls vortreffliches Heizmateriale geben, aber für keramische Zwecke der kurzen Flamme wegen minder tauglich sind.

Die langflammigen Sandkohlen enthalten zwischen 75 und 80 Procent Kohlenstoff, brennen mit langer leuchtender Flamme unter Bildung eines bröcklichen, leicht zer-

reiblichen Coaks und sind für keramische Zwecke, bei welchen es sich immer um die Erzielung einer langen und heißen Flamme handelt, entschieden das zweckmäßigste Brennmaterial.

Wenn daher dem Keramiker verschiedene Sorten von Steinkohle zu Gebote stehen, so wird er immer jener den Vorzug geben, welche bei größtem Wärmeeffect zugleich die längste Flamme liefert. Den Wärmeeffect wird man in der Praxis ziemlich genau dadurch bestimmen, daß man die Gewichtsmengen an Kohle mit einander vergleicht, welche zur Ausführung eines Brandes erforderlich sind. Zur Uebersicht möge hier eine Tabelle folgen, in welcher die Wärmeeffecte der verschiedenen Brennmaterialien in Wärme-Einheiten ausgedrückt sind. (Unter Wärme-Einheit versteht man jene Wärme, welche erforderlich ist, um 1 Kilogramm Wasser um 1° C. zu erwärmen; wenn man daher angiebt, vollständig trockenes Holz liefere beiläufig 4000 Wärme-Einheiten, so heißt dies: Durch vollständige Verbrennung von 1 Kilogramm trockenen Holzes kann man 4000 Kilogramm Wasser um 1° C. erwärmen.)

Es enthält:	Wärme-Einheiten
Anthracitische Steinkohle . .	9200—9500
Kurzflammige Backkohle . .	9300—9600
Eigentliche " . .	8800—9300
Langflammige " . .	8500—8800
" Sandkohle . .	8000—8500
Fette Braunkohle	7000—8000
Fossiles Holz	6000—7000
Torf	2500—3000
Lufttrockenes Holz	3000—3200
Gedarrtes Holz	4000

Man wird demnach für einen Brand mindestens noch einmal so viel dem Gewichte nach an gedarrtem Holz ver-

brauchen, als man an langflammiger Sandkohle hierfür benöthigt, und läßt sich schon hieraus ersehen, daß die Beheizung der Brennöfen mit Holz unter den gewöhnlichen Verhältnissen viel zu kostspielig ist, um gegenwärtig noch anwendbar zu sein.

Brennöfen verschiedener Construction.

A. Liegende Ofen.

Die am häufigsten zum Brennen von Thonwaaren, welche geringen Hitzeegrad erfordern (gewöhnliches Töpfergeschirr), in Anwendung stehenden Ofen sind liegend und bestehen in ihrer einfachsten Form aus einem nach rückwärts ansteigenden Gewölbe, welches durch eine durchbrochene Mauer in zwei ungleiche Theile getheilt wird, von denen der kleinere als Feuerraum, der andere dem Schornstein näher stehende als Brennraum dient. Bisweilen wurde in dem Feuerraume gar kein Koft angebracht, und langte man ohne denselben auch bei Anwendung von Holz aus. Seitdem man aber die Feuerung mit Holz durch jene mit Steinkohlen ersetzt hat, muß man, um eine vollständige Verbrennung zu erzielen, immer Ofen mit Koften anwenden.

Der alte Töpferofen.

Die Abbildungen Fig. 37 und 38 stellen einen Töpferofen einfachster Construction im Querschnitte und im Grundrisse dar. Der Brennraum B hat nahezu die Form eines Quadrates, der Feuerraum ist gegen die Heizöffnung hingewendet. Zwischen dem Brennraume und Feuerraume befindet sich eine Scheidewand F, welche durchbrochen ist. An der Rückwand des Brennraumes, welche unmittelbar an den Schornstein S grenzt, sind nahe über dem Boden eine Anzahl von Oeffnungen O angebracht, so daß die an dem Gewölbe

hinstreichende Flamme hierdurch gezwungen wird, wieder nach abwärts zu ziehen.

Die an der Seitenwand des Brennraumes vorhandene Oeffnung T dient zum Einsetzen der zu brennenden Waaren

Fig. 37.

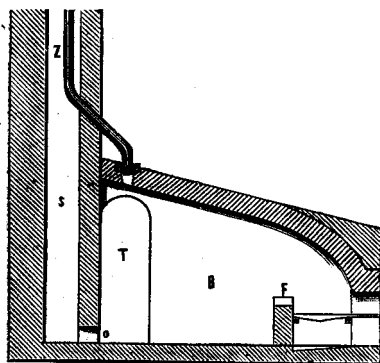
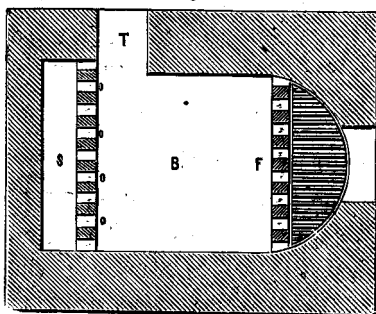


Fig. 38.



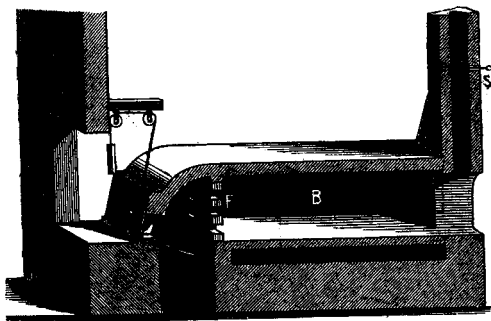
und wird während des Brandes vermauert. An der höchsten Stelle des Brennraumes ist eine freisrunde Oeffnung angebracht, welche während des Brandes durch einen konischen Stein, welcher mit Lehm verstrichen wird, geschlossen ist. In dem Schornsteine selbst steigt ein eisernes Rohr Z beiläufig 1 Meter hoch empor, und kann dieses Rohr durch ein rechtwinklig gebogenes Rohr, welches nach dem Ausheben des Steines in die vorerwähnte Oeffnung eingesetzt wird, mit der höchsten Stelle des Brennraumes verbunden werden. Stellt man nach

beendetem Brande diese Verbindung her, so steigt die heiße Luft, welche in dem Brennraume enthalten ist, durch das Rohr Z in dem Schornsteine mit großer Geschwindigkeit empor, indeß neben diesem Luftstrome ein Strom kalter Luft durch den Schornstein herabsinkt und durch die am Boden des

Brennraumes befindlichen Oeffnungen in letzteren eindringt. Infolge dieser raschen Circulation findet eine schnelle Abkühlung des Brennraumes statt, so daß man bald nach beendetem Brande an das Ausheben der fertigen Waare schreiten kann.

Der Casseler Ofen.

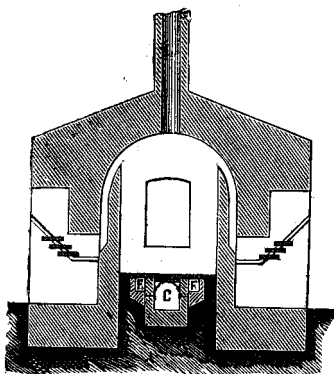
Ein Ofen von besserer Construction als der vorherbeschriebene ist der in Fig. 39 abgebildete sogenannte Casseler Ofen, welcher gegenwärtig wohl am häufigsten zum Brennen von gewöhnlichem Töpfergeschirr und auch von Steingut angewendet wird.



gewendet wird. — Der Brennraum B dieses Ofens ist ebenfalls viereckig, verschmälert sich gegen den Schornstein hin und ist durch eine durchbrochene Wand von dem Feuerraum F getrennt. Letzterer ist mit einem schief liegenden Roste versehen (selbstverständlich kann man den einfachen Rost auch durch einen Treppenrost ersetzen), und ist das Gewölbe über dem eigentlichen Feuerraum sehr flach. Dies hat den Vortheil, daß das Gewölbe sowie die durchbrochene Scheidewand bald nach Beginn des Brandes stark glühend werden und der Rauch vollständig verbrannt wird, so daß nur brennende Feuergase nach den Brennraum überschlagen.

Die Sohle des Brennraumes ist gewöhnlich hohl, um das Aufsteigen von Feuchtigkeit aus dem Boden in das Mauerwerk des Ofens zu verhindern. Eine je größere Höhe man dem Schornsteine geben kann, desto besser ist dies für den Zug des Ofens, und bringt man an dem Schornsteine zur genauen Regulirung des Luftzuges einen Registerschieber an, welcher nach beendetem Brande nebst allen Zugöffnungen geöffnet wird, um so schnell als möglich durch die Luftcirculation den Brennraum abzukühlen.

Fig. 40.



B. Stehende Oefen.

Die Vortheile, welche die Vertheilung der Heizungen an mehrere Stellen des Ofenumfanges in Bezug auf gleichmäßiges Durchbrennen der Waare und Abführung der Brenndauer mit sich bringen, lassen die Anwendung von Oefen mit freisrundem Brennraum sehr zweckmäßig erscheinen,

und läßt sich bei diesen Oefen leicht bewerkstelligen, daß die Flamme alle Theile des Brennraumes gleichförmig bestreicht.

Der Augustin'sche Ofen.

Ein Brennofen dieser Art ist der in Fig. 40 abgebildete Augustin'sche Ofen mit überschlagender Flamme. Der Ofen ist freisrund, der Feuerraum mit einem halbkugelförmigen Gewölbe versehen; die Feuerungen — je nach der Größe des Ofens 4 bis 6 sind mit Treppenrösten versehen und stehen durch Züge derart mit dem Brennraume in

Verbindung, daß die Flammen in den oberen Theil desselben austreten. — Am Boden des Brennraumes sind Zugöffnungen F angebracht, welche in einen gemeinschaftlichen Canal C münden, der im Mittelpunkte des Ofens liegt und unter demselben mit dem Schornsteine in Verbindung gesetzt ist.

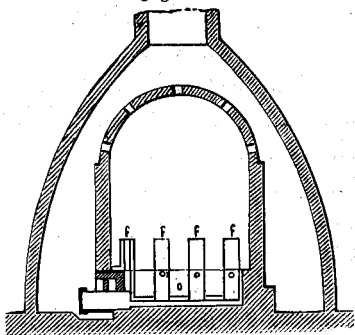
Infolge dieser Einrichtung müssen die am oberen Theil des Brennraumes eindringenden Feuergase ihren Weg vertical nach abwärts nehmen und alle in dem Brennraume befindlichen Gefäße gleichmäßig erhitzen.

Öffnet man nach beendeten Brande eine an der höchsten Stelle des Gewölbes angebrachte Oeffnung, so dringt durch diese Luft in den Brennraum und bewirkt die schnelle Abkühlung desselben.

Der alte Fayenceofen.

Die Construction eines anderen stehenden Ofens, wie er sowohl zum Brennen von gemeiner Töpferwaare als von Fayence verwendet werden kann, ist in Fig. 41 abgebildet. Die Feuergase dringen aus 6—9 Heizungen, welche symmetrisch am Umfange des Ofens angebracht sind, theils durch die Züge f in den Brennraum, theils vereinigen sie sich durch die Canale c unter dem Brennraume und steigen durch die Oeffnungen o im Boden desselben empor. Am Gewölbe des Brennraumes sind mehrere Oeffnungen angebracht, durch welche die Feuergase ihren Abzug nehmen und in das Rauchgewölbe übertreten können, aus welchem sie schließlich in den Schornstein gelangen.

Fig. 41.



Sowohl bei liegenden als bei stehenden Defen ist die Temperatur an jenen Stellen, an welchen die Flammen in den Brennraum bringen, am höchsten, und sucht man beim Einsetzen der Geschirre in den Brennraum diese Ungleichmäßigkeit in der Erhitzung dadurch auszugleichen, daß man an jene Stellen, welche am heißesten werden, die größten dickwandigen Gefäße stellt, welche länger gebrannt werden müssen als kleine und dünnwandige; letztere kommen an den von der Feuerung am weitesten entfernten Theil des Brennraumes.

In den Töpferöfen, deren Construction in Vorstehendem beschrieben wurde, findet ein großer Wärmeverlust dadurch statt, daß die aus dem Brennraume abziehenden Feuergase, welche sehr heiß sind, unmittelbar in den Schornstein und durch diesen in die freie Luft gelangen. — Es ist nun mit gar keinen technischen Schwierigkeiten verbunden, die Wärme, welche in diesen Gasen enthalten ist, noch zu benützen. In den Thonwaarenfabriken läßt sich diese Wärme zweckmäßig in zweifacher Weise verwerthen: zum Eindampfen von Thonschlamm und zum Trocknen von Geschirren.

Erstere Anwendung ist in Fabriken, welche sich nur mit der Anfertigung ordinärer Töpferwaare beschäftigen, von geringerer Bedeutung, indem man der Zubereitung der Thonmasse überhaupt keine große Aufmerksamkeit zuwendet — sie ist aber für solche Fabriken wichtig, welche ihre Geschirrmassen mit größerer Sorgfalt herstellen — man bringt dann die Eindampfpfannen in nächster Nähe des Ofens an, leitet die Feuergase unter den Pfannen fort und läßt sie erst dann in den Schornstein treten.

Für jede Thonwaarenfabrik, welche Art Waare auch in derselben fabricirt wird, ist es jedoch von Werth, das Trocknen und Scharstrocknen (Verschrühen) unter Anwendung von billig zu beschaffender Wärme vornehmen zu können.

Da der Raum, in welchem letztere Manipulation vorgenommen wird, eine ziemlich hohe Temperatur erfordert, so bringt man ihn zweckmäßig unmittelbar neben oder bei stehenden Oefen über dem Brennraume an. Der Trockenraum kann mit einer Röhrenleitung versehen werden, durch welche ein Theil der Feuergase geleitet wird, ehe er in den Schornstein tritt, und wird der Trockenraum hierdurch leicht auf die zum Trocknen erforderliche Temperatur beheizt werden. — Jedenfalls soll man bei Erbauung einer Thonwaaren-Fabrik immer auf diese Anwendungen der von den Oefen abziehenden heißen Gase Rücksicht nehmen, um keine Wärme ungenützt zu lassen.

Das Besetzen des Brennraumes.

Nachdem die gewöhnlichen Töpferöfen in Folge ihrer Construction zu jenen gehören, welche einen großen Aufwand an Brennstoff erfordern, ist es ein Gebot der Nothwendigkeit, den Brennraum möglichst auszunützen, und ist deshalb der Töpfer bemüht, in denselben so viele zu brennende Geschirre einzusetzen, als nur möglich ist. Er braucht hierbei nicht zu befürchten, daß er durch Ueberfüllung des Ofens den Flammen den Durchgang zwischen den einzelnen Geschirren unmöglich mache; die Geschirre haben runde und nach außen gewölbte Form; es bedingt schon diese, daß Zwischenräume bleiben, und sind die letzteren immer weit genug, um das allseitige Bespültwerden der Geschirre von der Flamme zu ermöglichen.

Beim Einsetzen der Geschirre in den Brennraum muß der Töpfer die Geschirre nach ihrer Größe sortiren; die größten und dickwandigsten werden, wie schon oben angedeutet wurde, immer so nahe als möglich an jene Stellen gerückt, an welchen die Flammen in den Brennraum dringen,

da dort die größte Hitze herrscht, die kleinsten Gegenstände werden in die Nähe der Abzugsöffnungen gesetzt.

Da ein großes Gefäß für sich allein zu viel Raum einnehmen würde, so stellt man Gefäß in Gefäß, sucht aber, so viel dies nur angeht, zu vermeiden, daß zwei glafirte Stellen einander berühren, indem daselbst leicht ein Zusammenschmelzen der Glasur erfolgen könnte. — Glafirte Stellen können mit geringerer Gefahr für das Verderben des Geschirres auf unglafirte gesetzt werden, indem sie so wenig an diesen haften, daß man durch einen leisen Ruck den Zusammenhang beider Gefäße leicht zu trennen im Stande ist.

Um das Festschmelzen glasierter Gegenstände an die Sohle des Brennraumes zu verhüten, bestreut man letztere mit einer Schichte feinen Sandes, welche beim Einsetzen der Gefäße in den Brennraum sorgfältig geebnet wird. Bei Brennöfen, welche so gebaut sind, daß die Sohle des Brennraumes nach hinten ansteigt, ebnet man die Sandschichte in der Weise, daß die auf ihr befindlichen Gefäße horizontal stehen können und es hierdurch möglich ist, die Gefäße übereinander bis an die Wölbung des Ofens aufzusetzen, ohne daß Gefahr des Zusammenstürzens der Säulen zu befürchten ist.

Gewöhnliche Töpferwaare wird in einer Operation gebrannt und zugleich glazirt, und setzt man die Gegenstände frei in den Ofen; bei feinerer Waare ist dies jedoch nicht zulässig, indem sonst die Schönheit der Geschirre und Glasuren durch den Ruß und die Flugasche, welche von den Feuergasen nach dem Brennraume geführt wird, leiden würde. — Für derartige feine Waaren muß man das Brennen immer in der Weise vornehmen, daß man die Gegenstände, ähnlich wie dies beim Brennen von Porzellan geschieht, in

Kapseln aus feuerfestem Thon setzt, wobei eine Kapsel immer von dem Boden der auf ihr stehenden bedeckt wird und die Gegenstände hierdurch vollständig in Gefäße eingeschlossen und gegen Rauch und Flugasche geschützt sind. Es werden bei diesem Verfahren in dem Brennraume durch die übereinander stehenden Kapseln Säulen gebildet, welche in der Weise aufgebaut werden, daß die Feuergase frei um dieselben circuliren können.

Wenn der Ofen ganz mit zu brennenden Geschirren angefüllt ist, wird die Eingangsthür des Brennraumes mit Ziegeln in der Weise vermauert, daß sie vollkommen luftdicht verschlossen ist, und ist nunmehr der Ofen für die Operation des Brennens vorgerichtet.

Das Brennen.

Man beginnt die Arbeit des Brennens damit, daß man in dem Feuerraume ein ganz gelindes Feuer anzündet, welches man als Vorfeuer, Lavirfeuer oder halbes Feuer bezeichnet. — Je nach der Größe des Ofens wird dieses Feuer in gleicher Stärke durch kürzere oder längere Zeit unterhalten; der Zweck desselben ist der, aus den im Brennraume befindlichen Gegenständen jene Wassermenge auszutreiben, welche nach dem Trocknen an der Luft noch in ihnen hinterblieben ist. Bei Gegenständen mit besonders dicken Wandungen muß man das Vorfeuer länger andauern lassen, als wenn man den Ofen mit dünnwandigen Geschirren angefüllt hat. Geht man zu frühe von dem Vorfeuer zum eigentlichen Scharffeuer über, so kann dies den Verlust einer großen Anzahl von Gegenständen nach sich ziehen; • Wassermengen, deren Volumen nur dem Bruchtheile eines Stednadelkopfes gleichkommt, und welche in die dicke Thonmasse eingeschlossen bleiben, dehnen sich in der Hitze des Vollfeuers,

nachdem sie in Dampf übergegangen sind, so kräftig aus, daß das Gefäß unbedingt zersprengt werden muß.

Hat man die Ueberzeugung gewonnen, daß die in dem Brennraum befindlichen Gegenstände wirklich ganz wasserfrei geworden sind, so läßt man das Lavirfeuer in das Vollfeuer übergehen. Bei letzterem bringt man größere Quantitäten von Feuerungsmateriale in den Feuerungsraum und sucht dieselben durch zweckmäßiges Schüren gleichzeitig in heftigen Brand zu bringen, um eine sehr heiße und lange Flamme zu erzielen, welche durch den ganzen Brennraum schlägt.

Wenn man mit Holz heizt, ist es nicht schwierig, dieses Anbrennen der ganzen Masse des Brennmaterials auf einmal zu erreichen, man braucht zu diesem Behufe die brennenden Holzscheite immer nur mehr und mehr aufzurichten; heizt man mit Torf oder mit Steinkohle, so ist das Inbrandsetzen der Gesamtmenge des Brennmaterials mit größeren Schwierigkeiten verbunden, und muß fast ununterbrochen nachgeschürt werden. Zweckmäßig construirte Treppenroste mit regulirbarem Luftzutritte leisten in diesem Falle ganz ausgezeichnete Dienste.

Da es bei Anwendung großer Brennräume, welche nur an der Stirnseite eine Feuerung haben, schwierig ist, bei Holzfeuerung die dem Schornsteine zunächst stehenden Gegenstände auf den genügenden Hitzeegrad zu bringen, so hat man in diesem Falle die Einrichtung getroffen, an den Seitenwänden des Brennraumes Schüröffnungen anzubringen, welche so lange geschlossen bleiben, bis das Vollfeuer seinen Höhepunkt erreicht hat.

Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so öffnet man die Schüröffnungen und schiebt durch sie stark ausgetrocknete, lange und dünngespaltene Holzscheite in den Brennraum. Das Holz entzündet sich, nachdem durch die Schüröffnungen

Kuft zutreten kann, fast augenblicklich, und unterstützt die Flamme dieser Holzseite die Flamme, welche von der Hauptfeuerung aus den Brennraum durchzieht, in so weit, daß auch die an dem hinteren Ende des Ofens stehenden Gefäße gar gebrannt werden können. Bei Anwendung der Heizung mit langflammiger Steinkohle steigt auch in den hinteren Partien die Temperatur hoch genug, um dieses Nachschüren in den meisten Fällen ganz entbehrlich zu machen.

Beim Brennen von Thongefäßen, welche mit Blei-
glasuren versehen sind, ist auf einen Umstand Rücksicht zu nehmen, welcher durch die Beschaffenheit dieser Glasur von Wichtigkeit ist, nämlich: für einen reichlichen Luftzutritt zum Feuer Sorge zu tragen. Die Bleiverbindungen gehören zu jenen, welche leicht reducirbar sind, d. h. aus welchen durch Gase, die nicht völlig verbrannten Kohlenstoff enthalten, Metall ausgeschieden wird. — Die Folge einer solchen Ausscheidung wäre die, daß die Glasurung der Geschirre misslingen müßte; man würde in der theilweise nur gefritteten Glasur sehr kleine Kügelchen von metallischem Blei eingeschmolzen finden.

Man muß daher, wenn die Geschirre in dem Brennraume einmal in volle Gluth gekommen sind, durch fleißiges Schüren für eine vollständige Verbrennung des Brennmaterials und hierdurch zugleich für die Steigerung der Temperatur bis zum Schmelzen der Glasurmasse Sorge tragen.

Um während des Brandes Kenntniß über das Verhalten der Geschirre in dem Brennraume zu erlangen, bringt man in den Wandungen oder im Gewölbe des letzteren verschließbare Oeffnungen — sogenannte Schaulöcher — an und stellt diesen gegenüber besondere Probestücke auf. So lange die Glasur nicht geschmolzen ist, erscheinen die Gegenstände in dem Brennraume matt und glanzlos — im Augenblicke, in welchem

die Glasur zu schmelzen beginnt, fängt sie auch an zu spiegeln, und gleichen die Gegenstände dann stark glühendem Glase.

Die aus den Schaulöchern hervordringende, strahlende Wärme ist den Augen des Schauenden sehr unangenehm, und ist es deshalb sehr zweckmäßig, in die Schaulöcher durchsichtige Glimmerplatten einzusetzen und mit Thon festzukitten. Die strahlende Wärme wirkt dann nicht lästig, und kann man durch die unschmelzbaren Glimmerplatten den Fortgang des Brandes genau verfolgen.

Die Regulirung des Luftzuges mittels des am Schornsteine angebrachten Registerschiebers ist eine während des ganzen Brandes mit großer Aufmerksamkeit zu behandelnde Sache. Während des Vorfeuers stellt man den Schieber derart, daß nur schwacher Luftzug stattfindet. Die Feuergase sind in diesem Falle immer heiß genug, um das vollkommene Austrocknen der Geschirre — und darin liegt der eigentliche Zweck des Vorfeuers — zu bewirken. Geht man zum Vollfeuer über, so öffnet man das Register mehr, aber nicht vollständig, indem sonst die dem Feuerraume zunächst stehenden Geschirre übermäßig erhitzt würden und die Glasur auf denselben so dünnflüssig werden könnte, daß sie an den Wänden der Gefäße herabläuft.

Erst wenn alle Geschirre in voller Gluth sind und die Temperatur im Brennraume sich schon jener nähert, bei welcher die Glasur in Fluß kommt, öffnet man den Schieber gänzlich und bewirkt hierdurch den stärksten Zug im Ofen; gleichzeitig feuert man auch so kräftig als möglich, um eine sehr lange und heiße Flamme hervorzubringen.

Ist endlich die Glasurmasse in Fluß gerathen, so mäßigt man den Zug in dem Ofen und hört mit dem weiteren Feuern auf — der Brand ist beendet. Durch richtige Handhabung des Registerschiebers ist man im Stande, die für einen

Brand nothwendige Zeit auf das geringste Maß zu bringen und gleichzeitig auch den Brand unter Verbrauch der kleinsten Brennstoffmenge zu vollführen.

Nachdem das Feuer erloschen ist, öffnet man den Registerschieber wieder vollständig und öffnet auch alle an dem Ofen vorhandenen Zuglöcher, um das Abkühlen des Ofens in kurzer Zeit so vollständig zu bewerkstelligen, daß man mit dem Ausräumen der Geschirre beginnen kann. — Bei dem Eintretenlassen von Luft in den ausgebrannten Ofen muß man aber die Vorsicht gebrauchen, nicht einen kalten Luftstrom auf die noch glühenden Gefäße treten zu lassen, indem diese plötzliche Abkühlung das Springen einer großen Anzahl von Gefäßen zur unausbleiblichen Folge hätte. Sind die Gefäße einmal so weit abgekühlt, daß im Innern des Brennraumes Dunkelheit herrscht, so kann man den Luftzug durch den Brennraum in voller Stärke gehen lassen — die Gefahr des Springens der Gefäße ist dann schon vorüber.

Die Zeit, welche ein Brand in Anspruch nimmt, hängt von der Größe des Ofens, von der Stärke des Luftzuges in demselben und von der Qualität des verwendeten Brennmaterials, endlich auch von dem Schmelzbarkeitsgrade der zu schmelzenden Glasurmassen ab, und kann man diese Zeit auch nur von Fall zu Fall bestimmen, da sie für jeden Ofen eine verschieden lange sein wird. In der Regel bedarf man für das Vorfeuer einen Zeitraum von 11 bis 12 Stunden. Die Dauer des Vollfeuers wechselt aber besonders nach der Beschaffenheit der Glasur innerhalb viel weiterer Grenzen und kann von 1 bis zu 5 Stunden betragen; die zum Abkühlen erforderliche Zeit ist auf 18 bis 24 Stunden zu veranschlagen, so daß der ganze Brand im Minimum 30, im Maximum 41 Stunden in Anspruch nimmt.

XVII. Die Veränderungen der Thonmassen durch das Brennen.

Durch das Brennen erleiden die Thonmassen und die auf ihnen befindlichen Glasuren mehrfache physikalische und chemische Veränderungen, und geben dieselben die wichtigsten Anhaltspunkte über die richtige oder unrichtige Beschaffenheit der verwendeten Thon- und Glasurmassen. Eine allen Anforderungen, welche man an eine Thonwaare zu stellen berechtigt ist, vollständig entsprechende Masse müßte nach dem Brande neben bedeutender Härte und Festigkeit auch zugleich große Widerstandsfähigkeit gegen Stoß und sehr raschen Temperaturwechsel zeigen; es ist aber selbst bei der feinsten Thonwaare, dem harten Porzellan, sehr schwierig, alle diese Eigenschaften in einem Stücke zu vereinigen, bei gewöhnlicher Töpferwaare ist dies aber ganz unmöglich.

Man muß daher trachten, den Töpferwaaren hauptsächlich jene Eigenschaften zu ertheilen, welche nach der Bestimmung, welche das betreffende Geschirr hat, von besonderer Wichtigkeit sind. Eßgeschirr, Teller, Schüsseln u. s. w., hat nur mäßige Temperaturänderungen zu erleiden, muß aber Stößen Widerstand leisten. Die zur Darstellung solcher Waare bestimmten Thonmassen sollen daher so beschaffen sein, daß sie nach dem Brande eine feste und harte Masse bilden. — Thönerne Kochgeschirre, Ofenfacheln u. s. w. werden starkem Temperaturwechsel unterzogen, müssen sonach aus Massen hergestellt werden, welche der Hitze gut Widerstand leisten, und ist dieser Umstand bei der Wahl der Thonmasse, aus welcher derartige Gegenstände angefertigt werden sollen, wohl zu berücksichtigen.

Bei Thongegenständen, welche nicht glasirt werden sollen, z. B. Terracottawaaren, Bauornamente u. s. w., ist die Farbe, welche sie nach dem Brande zeigen, ein sehr wesentlicher Factor. Die Farbe der gebrannten Thonmassen hängt ganz von der chemischen Zusammensetzung derselben ab, und nimmt auf dieselbe besonders das Verhältniß zwischen Eisenoxyd, Kalk und Thonerde hervorragenden Einfluß.

Die von reinem Weiß oder Bläßgelb durch alle Farbtöne bis zum dunkelsten Roth hinziehende Färbung der gebrannten Thone wird durch die Gegenwart von Eisenoxyd bedingt, und ist dieselbe bei gleichem Eisengehalte um so dunkler, je dichter die betreffende Thonmasse ist und einer je höheren Temperatur sie während des Brandes ausgesetzt wurde.

Enthält die Thonmasse neben Eisenverbindungen auch Kalkverbindungen, kohlensauren Kalk oder schwefelsauren Kalk (Gyps), so nimmt dies wesentlichen Einfluß auf die Färbung der Thonmassen nach dem Brande. Werden die Thongegenstände nur bei niederer Temperatur gebrannt, so übt die Gegenwart der Kalkverbindungen keinen Einfluß auf die Färbung des Thones aus, derselbe wird eben jene Farbe annehmen, welche der Menge des in ihm enthaltenen Eisenoxydes entspricht. Wird aber die Temperatur beim Brennen so hoch gesteigert, daß die Thonmasse sintert, so hat dies zur Folge, daß der Kalk mit der Kieselsäure in chemische Verbindung tritt und ein Silicat entsteht, welches Thonerde, Kalk und Eisenoxyd enthält.

Diese neuentstandene Verbindung hat aber eine hellgelbe bis schwachbräunliche Färbung, und erklärt sich hieraus die Erscheinung, daß Thonmassen, welche bei schwachem Glühen ein Product von dunkelrother Farbe liefern, in starker Glühhitze, welche aber bis zum Sintern der Masse gesteigert werden muß, eine helle Farbe annehmen können.

Manche Thone nehmen beim Brennen eine grüne Farbe an, welche unter gewissen Verhältnissen in's Blaue und selbst in das Schwarze übergehen kann; auch purpurrothe Färbungen kommen vor. Man nimmt an, daß alle diese Farben dadurch entstehen, daß sich in den Thonmassen Eisenorydul und Eisenoryd in verschiedenen Verhältnissen mit einander vereinigen.

Eisenorydul färbt sich allein für sich allein färbt den Thon grün, Eisenoryd für sich allein ertheilt ihm purpurrothe Färbung — Verbindungen aus verschiedenen Mengen von Eisenorydul und Eisenoryd bestehend, können ihm alle anderen Farben: gelb, kirschroth, violett, blau, schwarz ertheilen — eine Thatfache, welche namentlich für den Fabrikanten unglasirter Waaren von sehr großer Bedeutung ist.

Man kann nach den Färbungen, welche die verschiedenen Thonarten in Folge des Brennens annehmen, die Thone in mehrere Gruppen stellen, und lassen sich in dieser Hinsicht unterscheiden:

1. Weißbrennende Thonarten, Farbe nach dem Brande rein weiß (feinste Porzellanthe und Fayencethe) oder nur sehr schwach gelb (Pfeisenthe) erscheinend. Die Thone dieser Kategorie sind stets sehr reich an Thonerde und arm an Eisenverbindungen.

2. Thone, welche durch den Brand blaßgelb bis lederbraun werden. Diese Thone, welche ein vorzügliches Material für Terracotta-Waaren, Bauornamente, feuerfeste Objecte, Verblendsteine u. s. w. liefern, enthalten gewöhnlich zwischen 20 und 30 Procente Thonerde bei einem bis zu 5 Procent gehenden Gehalt an Eisenoryd.

3. Rosenroth bis dunkelroth, endlich sogar schwarzviolett brennende Thone sind reich an Eisenoryd, und ist das Verhältniß der Thonerde zum Eisenoryd zwischen 1 zu 2

und 1 zu 10 liegend. Gewöhnlich nehmen diese Thone bis zu $5\frac{1}{2}$ fachem Thonerdegehalt (auf 1 Eisenoryd) entschieden rothe Farben an, steigt die Menge des Eisenorydes darüber hinaus, so treten die dunkleren Farben hervor.

4. Anfangs roth, später hellgelb bis weiß brennende Thone enthalten gewöhnlich viel Kalk, und ist die Aufhellung der Farbe in scharfer Brennhitze den schon oben angedeuteten Ursachen zuzuschreiben.

Die Beschaffenheit der Feuergase während des Brandes äußert ebenfalls starken Einfluß auf die Färbung, welche die Thonmasse durch das Brennen annimmt. Giebt man während des Brandes nur schwachen Luftzug, so kann eine reducirend wirkende Flamme entstehen, und nimmt diese auf das Eisenorydul den Einfluß, daß sie die Oxydation desselben zu Eisenoryd verhindert, so daß an dem gebrannten Thone hauptsächlich jene Farbentöne hervortreten, welche durch die an Eisenorydul reichen Verbindungen aus Eisenorydul und Eisenoryd bewirkt werden.

Läßt man hingegen während des Brandes viel Luft in den Brennraum gelangen, so wird alles Brennmaterial vollständig verbrannt und kann den Feuergasen noch freier Sauerstoff zugemischt sein; dieser wirkt kräftig oxydirend auf das vorhandene Eisenorydul ein und führt es in Eisenoryd über, welches dann die Thonmassen intensiv roth färbt. Diese beiden Erscheinungen sind jene, welche eintreten können, wenn man mit Holz feuert.

Das Brennmaterial Holz kommt aber gegenwärtig seines hohen Preises wegen in der Töpferei immer mehr außer Gebrauch und wird durch Torf, Braun- oder Steinkohlen ersetzt. Diese Brennstoffe enthalten aber immer wechselnde Mengen von Schwefelkies, welcher beim Verbrennen schwefelige Säure liefert. So lange die Thonmasse noch Feuch-

tigkeit enthält, wie dies im ersten Stadium des Brandes stets der Fall ist, wirkt die in den Feuergasen enthaltene schwefelige Säure in der Weise, daß sie sich in Berührung mit dem Wasserdampfe in Schwefelsäure umsetzt, welche letztere sich mit dem in der Geschirrmasse enthaltenen Kalk vereinigt.

Infolge dieser Bindung des Kalkes durch die Schwefelsäure wird das Eisenoxyd nicht die schon oben erwähnte, hellgelbgefärbte Verbindung mit dem Kalk eingehen können, und wird die gebrannte Thonmasse durch das Eisenoxyd roth gefärbt erscheinen.

XVIII. Das Steingut.

Das Steingut unterscheidet sich durch mehrere wesentliche Merkmale von der gemeinen Töpferwaare; während diese aus ziemlich ordinärem Thon dargestellt wird, der nach dem Brennen geringe Festigkeit und bedeutende Porosität besitzt, ferner in den meisten Fällen nur einmal gebrannt und dabei zugleich glasirt wird, verwendet man auf das Steingut sowohl in Bezug auf die Materialien, als auf die Glasurmasse viel mehr Sorgfalt und erzielt dadurch auch eine Waare, welche an innerer Qualität und Schönheit des Aussehens das gemeine Thongeschirr weit übertrifft.

Die Thone, deren man sich zur Fabrikation von gewöhnlichem Steingut bedient, sind zwar auch stark gefärbt, jedoch nimmt diese Färbung keinen Einfluß auf das äußere Aussehen der Geschirre, indem Steingut stets eine undurchsichtige Glasur erhält, welche zwar auch aus Bleiglas besteht, das aber durch Zusatz entsprechender Mengen von Zinnoxyd weiß gefärbt und undurchsichtig gemacht wird.

Die Zusammensetzung der Steingutmassen.

Die Massen, welche man zur Anfertigung von Steingut verwendet, werden aus gut geschlämmtem Thon und Kalk nebst Quarzsand dargestellt; der Gehalt an bedeutenderen Mengen von Kalk — gewöhnlich sind 10 bis 20 Procent Kalk vorhanden — macht die Masse leicht schmelzbar, und muß das Brennen derselben bei einer Hitze vorgenommen werden, welche nicht so hoch ist, daß aus dem kohlensauren Kalk die Kohlensäure ausgetrieben wird.

Das Mischen der Massen für Steingut geschieht meist in der Weise, daß man Thone verschiedener Beschaffenheit mit einander schlämmt; verwendet man z. B. einen an Quarzsand reichen Thon neben einem solchen, welcher viel Kalk enthält, so kann man durch Anwendung entsprechender Mengen beider Thone ein Materiale darstellen, welches gerade den Zwecken der Steingutfabrikation entspricht. Die Pariser Fabriken arbeiten z. B. auf diese Weise und setzen die Massen für braune (ordinäre) Waare und für feines weißes Steingut nach folgenden Verhältnissen zusammen:

Braunes Steingut.

Fetter reiner Thon (von Arcueil)	30	Theile
Grünlicher Thonmergel mit etwa 10 Procent Kalk	32	"
Weißer Kalkmergel	10	"
Lehmiger Sand	20	"

Weißes Steingut.

Fetter reiner Thon (von Arcueil)	8	"
Grünlicher Thonmergel	36	"
Weißer Kalkmergel	28	"
Lehmiger Sand	28	"

Nachdem jeder Thon in seiner Zusammensetzung von anderen abweicht, so wird man nur durch besondere Ver-

suche dahin gelangen, das richtige Mischungsverhältniß zu finden; als Anhaltspunkte für die Darstellung solcher Mischungen dient das Verhältniß zwischen Thonerde, Kieselsäure und kohlensaurem Kalk, wie man es in Steingut von entsprechender Qualität vorfindet, und ergeben sich hierfür aus zahlreichen Analysen beiläufig die nachstehenden Zahlenverhältnisse:

Braunes Steinzeug enthält im Mittel:

Thonerde	35 Theile
Kieselsäure	58 "
Kohlensauren Kalk . . .	7 "

Weißes Steinzeug enthält im Mittel:

Thonerde	38 Theile
Kieselsäure	57 "
Kohlensauren Kalk . . .	5 "

Der Gehalt an kohlensaurem Kalk in den Steinzeugmassen nimmt Einfluß auf die feste Bindung der Glasur, und der Zusatz von fettem Thon verhindert seinerseits das Abspringen der Glasurmasse in Blättern. Die Festigkeit der gewöhnlichen Steingutwaare ist keine bedeutende, und ist auch das Steingut nicht fähig, rascheren Temperaturwechsel zu ertragen, es springt in diesem Falle sehr leicht. Infolge dieser Eigenschaften wendet man Steinzeug auch fast niemals zur Fabrikation von Kochgeschirren, sondern fast ausschließlich zur Anfertigung von Tellern und anderen nicht zu erhitzenden Gegenständen an.

Obwohl man unter Steingut in der Regel das aus farbigem Thon verfertigte und mit einer weißen Zinnoryd haltigen Glasur versehene Product versteht, werden in verschiedenen Ländern mehrfache keramische Specialitäten mit dem Namen Steinzeug belegt; so unterscheidet man z. B.

in den französischen Steinzeugfabriken braunes Steinzeug (Faience) und weiße Faience, ersteres unseren Töpfergeschirren nahestehend, letztere von weißer Farbe. Die englischen Fabriken liefern neben brauner Faience auch eigenthümliche Faience mit strohgelber Bleiglasur.

Die Majolika, welche gegenwärtig wieder vielfach und zwar namentlich zur Darstellung von decorativen Gegenständen sehr beliebt ist, besteht aus Steinzeugmasse, welche glasirt ist und deren auf die Glasur aufgetragene Farben eingebrannt sind. Gewöhnlich werden derartige Gegenstände den berühmten altitalienischen Majolicas nachgebildet und nur für Decorationszwecke verwendet; für Gegenstände des gewöhnlichen Gebrauches haben nur das weiße und das braune Steingut oder Faience Bedeutung.

Die Bearbeitung der zur Fabrikation von Steingut bestimmten Thonmassen erfolgt ganz in derselben Weise, wie jene des Thones für andere keramische Waaren, und findet auch bei der Formgebung ganz dieselbe Arbeit statt, welche bei der Bearbeitung der Töpfermassen in Anwendung kommt; feinere und etwas complicirtere Stücke formt man jedoch fast ausschließlich in Gypsformen und vollendet die aus der Form gehobenen Stücke durch Abnehmen der Formnähte und Abdrehen auf der Drehbank.

Wenn man mit stark gefärbten Thonen zu arbeiten hat, so verbraucht man, um die Farbe des Thones vollkommen zu decken, verhältnißmäßig große Mengen von Glasurmasse und wendet in diesem Falle das schon früher beschriebene Verfahren des Begießens (Engobiren) an. Bei diesem Begießen, welches mit der lufttrockenen Waare vorgenommen wird, ist es aber von Wichtigkeit, daß der Gegenstand nicht zu weit ausgetrocknet sei, indem sich sonst die zum Angießen verwendete Masse nicht innig genug mit der

Gefäßmasse verbindet und im Glattbrande in Form von dünnen Blättern abspringt.

Man läßt das Austrocknen der anzugießenden Gegenstände so weit gehen, daß letztere noch etwas weicher als lederhart sind, und setzt die Angußmasse aus feinem Quarzmehl, geschlämmtem Porzellanthon und feinst gemahlenem weißen Marmor zusammen; der Zusatz des letzteren ist von Belang, indem die Glasur nur auf einer kalkhaltigen Masse festhaftet. Da die eben angegebene Angußmasse eine rein weiße Farbe besitzt, so reicht man mit einer geringen Menge von weißer Glasur aus und kann auf dem rein weißen Untergrund auch jeden beliebigen Farbeton in voller Reinheit hervorbringen.

Man kann die Angußmassen derart modificiren, daß sie schmelzbar genug werden, um im Feuer des Glattbrandes zu einem Glase zu schmelzen und kann dann das Auftragen einer besonderen Glasurmasse unterlassen. Aus den Analysen von gut brauchbaren Angußmassen hat man Vorschriften zur Herstellung solcher Massen von verschiedener Schmelzbarkeit abgeleitet, und lassen wir drei dieser Vorschriften folgen.

	I.	II.	III.
Quarzmehl	38·89	34·34	29·27
Feldspath	17·79	13·72	15·98
Thon (Kaolin)	29·25	44·85	48·21
Marmorpulver	14·07	7·09	6·54

Die Masse Nr. I schmilzt am leichtesten, Nr. III am schwersten; wie die Vergleichung der Zusammensetzung zeigt, nimmt die Schmelzbarkeit mit der Vermehrung des Thongehaltes und Verminderung der Kalkmenge ab, und lassen sich durch entsprechende Veränderungen in den Mengenverhältnissen dieser beiden Bestandtheile Angußmassen darstellen, welche für

die Verhältnisse, welche das der Fabrik zu Gebote stehende Thonmateriale zeigt, eben geeignet sind, das heißt gerade bei einer etwas höheren Temperatur schmelzen als jene ist, welche zum Garbrennen der eigentlichen Thonmasse erforderlich ist.

Das Brennen des Steingutes.

Der Hauptunterschied zwischen der Fabrikation von Steingut und gewöhnlichem Töpfergeschirre liegt jedoch in der Ausführung des Brandes: das Steingut wird immer zweimal gebrannt, und zwar ist der erste Brand dem Verglühen (Verschrühen) vergleichbar, dazu bestimmt, die eigentliche Geschirrmasse zu brennen, indeß bei dem zweiten Brande die Glasur aufgeschmolzen wird (der sogenannte Glattbrand).

Bei ganz ordinärer Steingutwaare kann man das eigentliche Brennen und das Einbrennen der Glasur zwar durch einen einzigen Brand erreichen, es ist aber dann unmöglich, Geschirr zu erhalten, bei welchem die Glasur vollkommen tadellos und von ganz gleichförmiger Beschaffenheit ist. Die Steingutfabrikanten führen beide Brände, den Verglühbrand und den Glattbrand, häufig auf einmal aus und zwar in der Weise, daß sie den unteren Theil der aufrecht stehenden Ofen, dessen Temperatur viel höher ist als die des oberen Theiles, mit den Kapseln anfüllen, in welchen die mit der Glasurmasse versehenen Gegenstände gebrannt werden müssen und den oberen minder warmen Theil des Ofens zum Verglühen lufttrockener Rohwaare benützen.

Nachdem man aber zum Verglühen nicht einmal jenes Hitzegrades bedarf, welcher in den Ofen entwickelt werden muß, daß auf den im unteren Theil desselben aufgestellten Gegenständen die Glasur in richtigen Fluß kommt, so richtet man in vielen Fabriken den Ofen so ein, daß er zwei

Geschoße besitzt. Das untere Geschoß, in welches die Feuerungen münden, dient zum Glattbrande und wird mit den säulenförmig aufgestellten Kapseln, in welche die Objecte eingeschlossen sind, angefüllt, das obere Geschoß steht durch eine Anzahl von Oeffnungen, welche in dem Gewölbe des unteren angebracht sind, mit diesem in Verbindung und wird mit den zu verglühenden Gegenständen in derselben Weise angefüllt, wie ein gewöhnlicher Töpferofen; die aus dem unteren Raume emporsteigenden Feuergase sind heiß genug, um das Verglühen zu bewirken.

Das Glasiren der Steingutmassen.

Da das Aussehen der Steingutwaare ganz von der Beschaffenheit der Glasurmasse abhängig ist, muß auf die Herstellung derselben immer große Sorgfalt verwendet werden. Die Materialien werden für sich gemahlen, wohl auch geschlämmt, sodann gemischt und die Masse zum mindesten in dem Glattbrennraume des Ofens gefrittet und im feinstgemahlenen Zustande in Wasser vertheilt. Das Glasiren erfolgt durch Eintauchen der verglühten Gefäße in die aufgeschlämmte Glasurmasse.

Noch gleichförmiger und feiner fällt die Glasur aus, wenn man sie mindestens einmal vollständig zum Schmelzen bringt, in geschmolzenem Zustande in Wasser fallen läßt, abschreckt und die spröde Masse dann mahlt, schlämmt und das Pulver in Wasser vertheilt. Die Glasurmassen werden entweder unter Anwendung von Kochsalz (Chlornatrium) oder von calcinirter Soda bereitet; im ersteren Falle erhält man bei der Zumischung von färbenden Substanzen zur Glasur nach dem Brande immer etwas hellere Farbentöne, als wenn man die Glasur mittels Soda unter Anwendung der gleichen Menge färbender Stoffe bereitet. Diese Thatsache läßt sich dadurch erklären, daß

sich das Kochsalz in der Glühhitze mit den Metalloxyden zum Theile in Natron und Metallchloride umsetzt, welch' letztere in der Hitze des Glasurbrandes schon stark verflüchtigen, so daß die Glasur hierdurch etwas weniger färbend wirkende Substanz enthält.

Der Werth der weißen Glasuren ist von ihrer Deckkraft abhängig, und hängt letztere wieder von der Menge des Zinnoxides ab, welches in der Glasurmasse enthalten ist. Das Zinnoxid wird in Form von Blei-Zinnäsker angewendet, und stellt man letztere in der schon früher beschriebenen Weise her, indem man bestimmte Legirungen aus Blei und Zinn schmilzt und durch Luftzufuhr in Oxyd verwandelt. Einige Vorschriften zur Darstellung von Steingutglasuren sind im Nachstehenden enthalten:

Salzglasur für ordinäres Steingut.

Aescher aus 1 Gewichtstheil Zinn	}	10 Raumtheile
" " 5 Gewichtstheilen Blei		
Sand		20 "
Kochsalz		15 "

Salzglasur für feines Steingut.

Aescher aus 1 Gewichtstheil Zinn	}	10 Raumtheile
" " 3 Gewichtstheilen Blei		
Sand		10 "
Kochsalz		15—20 "

Sodaglasur für ordinäres Steingut.

Aescher aus 1 Gewichtstheil Zinn	}	20 Raumtheile
" " 5 Gewichtstheilen Blei		
Sand		15 "
Soda (calcinirt)		30—40 "

Sodaglasur für feines Steingut.

Aescher aus 1 Gewichtstheil Zinn	}	20 Raumtheile
" " 3 Gewichtstheilen Blei		
Sand		20 "
Soda (calcinirt)		30—40 "

In den französischen Fabriken wendet man gewöhnlich zwei Glasursorten: eine weichere und eine härtere an; die Zusammensetzung dieser Glasuren ist:

Weiche Glasur.

Aescher bestehend aus 8·5 Zinnoryd	}	47 Raumtheile
" " " 38·5 Bleioryd		
Sand		47 "
Kochsalz		3 "
Soda		3 "

Hartglasur.

Aescher bestehend aus 10·1 Zinnoryd	}	44 Raumtheile
" " " 33·9 Bleioryd		
Mennige		2 "
Sand		44 "
Kochsalz		8 "
Soda		2 "

Die braunen Glasurmassen sind zwar auch Bleigläser, welche aber nicht durch Zinnoryd, sondern durch Ziegelmehl, welches auf das Feinste geschlämmt wurde, undurchsichtig erscheinen. Eine schöne braune Glasur läßt sich nach folgender Vorschrift darstellen:

Quarzmehl	30 Theile
Bleiglätte	40 "
Pfeifenthon oder Ziegelmehl	20 "
Braunstein	10 "
Reide	5,5 "

Andere braune Glasuren unter Anwendung von Thon, welcher in der Hitze des Glasurbrandes schmilzt, können dargestellt werden durch Mischen von:

Mennige	50—55	Theile
Braunstein	5—7	"
Thon	40—45	"

Ist das Gemenge zu strengflüssig so kann man die Schmelzbarkeit desselben durch Zusatz von Kalksteinpulver und von Quarzmehl erhöhen.

Diese Glasuren, sowie die überwiegende Mehrzahl aller anderen Blei-Zinnglasuren haben den Nachtheil, im Laufe der Zeit rissig zu werden, und zwar tritt diese Erscheinung besonders dann in kurzer Zeit ein, wenn die Gegenstände einer schnellen, wenn auch nicht beträchtlichen Temperaturänderung zu wiederholten Malen ausgesetzt werden. An Suppentöpfen aus Steingut beobachtet man z. B. das Rissigwerden der Glasur in auffälliger Weise. Derartige Gefäße, nachdem sie nur durch wenige Wochen im Gebrauche waren, erscheinen wie von einem feinen Netze überzogen, der deutlichste Beweis dafür, daß die Ausdehnung der Thonmasse beim Erwärmen weit größer ist als jene der Glasurmasse, letztere in Folge dessen nothwendiger Weise zerreißen muß.

Um daher Glasurmassen zu erhalten, welche beim Erwärmen der Steingutgeschirre nicht rissig werden, muß man bestrebt sein, der Glasurmasse eine solche Zusammensetzung zu geben, daß sie der Ausdehnung der Gefäßmasse zu folgen im Stande ist. Eine Glasurmasse, welche diesen Anforderungen bis zu einem gewissen Grade entspricht, hat folgende Zusammensetzung:

Aescher aus	1 Gewichtstheil Zinn	}	100 Raumtheile
" "	4 " Blei		
Quarzsand	.	.	9 "
Kaolin	.	.	20 "
Coaks	.	.	10 "
Borax	.	.	30 "
Kobaltoxydul	.	1 bis $\frac{2}{1000}$	"

Der Zusatz von Coaks kann füglich weggbleiben, indem nur der Aschengehalt des Coaks auf die Zusammensetzung der Glasurmasse Einfluß nehmen kann; der Zusatz von Kobaltoxydul hat nur den Zweck, die Glasur rein weiß erscheinen zu lassen. Infolge eines sehr geringen Gehaltes an Eisenoxyd besitzen die Glasurmassen gewöhnlich keine absolut weiße Farbe, sondern sind je nach dem Gehalte an Eisenoxyd mehr weniger gelb gefärbt. Das Kobaltoxydul färbt Gläser intensiv blau; fügt man schwach gelb gefärbten Gläsern gerade die entsprechende Menge von Kobaltoxydul zu, so ergänzt sich das Gelb mit dem Blau zu reinem Weiß.

Man kann diesen Kunstgriff: unter Anwendung schwach eisenhaltiger Materialien und Mitverwendung von Kobaltoxydul ein ganz rein weißes Product zu erhalten, auch bei anderen Glasuren anwenden, indem das Kobaltoxydul eines der feuerbeständigsten Färbematerialien ist, welche es giebt. An Stelle des reinen Kobaltoxydules läßt sich mit gleichem Erfolg Smalte oder ein anderes dunkelgefärbtes Kobaltglas (Färbepaste) anwenden.

Farbige Steingut-Glasuren.

Farbige Glasuren für Steingut stellt man in der Weise dar, daß man den weißen, oben ihrer Zusammensetzung nach angegebenen Glasuren die entsprechende Metallverbindung zufügt, und zwar wendet man für Gelb

Antimonoryd (Spießglanz), für Grün Kupferhammerschlag (Kupferoryd), für Blau Smalte (Kobaltorydul), für Roth Eisenoryd und Thonerde, für Violett wenig Braunstein, für Braun mehr Braunstein und für Schwarz viel Braunstein.

Um die Glasurmassen so viel als möglich von gleichmäßiger Farbe zu erhalten, mischt man die färbend wirkenden Substanzen dem Aescher zu und läßt sie mit diesem alle mechanischen Operationen, welchen die Glasurmasse überhaupt unterworfen werden muß — als Mahlen, Mengen, Schmelzen — durchmachen.

Der Glasurbrand wird, wie schon angedeutet, immer in Kapseln vorgenommen, und werden letztere aus feuerfestem Thon unter Zusatz von Chamotte hergestellt. Wenn man mit Glasuren arbeitet, welche Kochsalz enthalten, so entstehen während des Brandes flüchtige Chloride, und werden diese zum Theile von der Kapselmasse selbst aufgesaugt. Man muß daher die Kapseln, um das Aufgesaugtwerden der Glasurmassen von der porösen Thonmasse zu verhindern, an der Innenseite selbst mit einer starken Glasur überziehen, und soll selbe von so strengflüssiger Beschaffenheit sein, daß sie in der Hitze, welche zum Aufschmelzen der Glasur auf das Steingut in Anwendung kommen muß, noch nicht einmal erweicht, indem sonst ein Festkleben der in den Kapseln stehenden Gegenstände die Folge hievon sein könnte.

Das Einbrennen von Malereien.

Will man mit farbigen Glasuren auf dem weißen Glasurgrunde Malereien anbringen, so darf die farbige Glasur nicht denselben Grad von Schmelzbarkeit besitzen, wie die weiße Grundglasur — beim Glattbrande würden beide Glasuren gleichzeitig in Fluß kommen und ineinander ver-

fließen; an Stelle scharf abgegrenzter Umrisse würde man verwaschene Zeichnungen erhalten.

Trägt man daher farbige Zeichnungen auf weiße Unterlage von Glasur auf, und soll Glasur und Zeichnung in einem Brande auf dem verglühten Geschirre befestigt werden, so muß man die Zusammensetzung der farbigen Glasurmasse so wählen, daß letztere in der Temperatur, bei welcher die weiße Glasur schmilzt, noch nicht einmal zu sintern beginnt; die farbige Zeichnung sinkt dann gleichsam in die geschmolzene Glasurmasse ein, wird von dieser festgehalten, und erscheinen alle Zeichnungen in vollkommener Schärfe.

Dieses Verfahren läßt sich aber nur für solche Farben anwenden, welche sich in der Temperatur, die beim Glattbrande angewendet wird (starke Rothgluth), nicht verändern. Farben von zarterer Beschaffenheit, welche einen so hohen Hitzeegrad nicht vertragen, kommen bei Steingutgeschirr, welches für Nützlichkeit zwecke dient, nicht in Anwendung, wohl aber werden sie bei Majolicamassen, welche mit den verschiedenartigsten Malereien versehen werden, benötigt. Farben dieser Art werden aus den betreffenden Metallorythen dadurch dargestellt, daß man letztere mit einem sehr leicht schmelzbaren Glase (Fluß oder Schmelzfluß) mengt, die sich ergebenden Pulver mit einem ätherischen Oele (Terpentinöl oder Lavendelöl) mischt, um eine Masse zu erhalten, deren Consistenz zum Malen passend ist, und mit dem Pinsel auf den weißen Untergrund aufträgt.

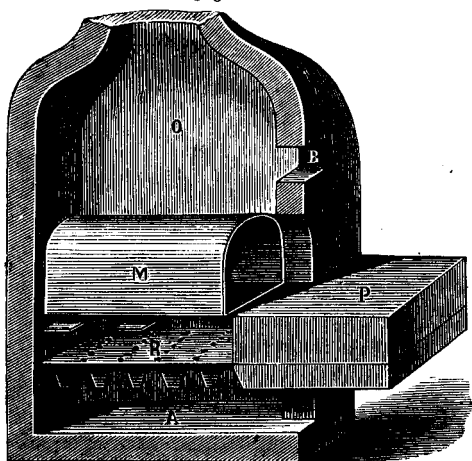
Der Leichtschmelzbarkeit des Flusses wegen, mit welchem man die färbenden Substanzen mischt, bedarf es zum Einbrennen dieser Farben nur eines sehr geringen Hitzegrades, und nimmt man das Einbrennen nicht in freiem Feuer vor, da manche Farben durch die reducirend wirkenden Feuergase total

verändert würden. Man bedient sich in diesem Falle allgemein der sogenannten Muffeln.

In Fig. 42 ist die Abbildung eines kleineren Muffelofens gegeben, wie derselbe zum Einbrennen der Farben auf keramischen Objecten allgemein angewendet wird; es sei hier bemerkt, daß die Technik des Malens auf keramischen Objecten mit solchen Farben, welche nicht zu jenen gehören, die, ohne selbst Veränderungen zu erleiden, hohe Temperaturen ertragen, ziem-

lich die gleiche für Steingut, Majolica und Porzellan ist; auch das Malen auf Emaille, welche in ihrer Zusammensetzung den zinnoxydhaltigen Glasurmassen sehr nahe steht, wird in der gleichen Weise ausgeführt.

Fig. 42.



Die Muffel M besteht aus einem oben gewölbten Gefäße aus feuerfestem Thon, welches vorne offen und in einen gleichfalls aus feuerfestem Thon gefertigten Ofen O eingesetzt ist. R ist der Rost, A der Aschenfall dieses Ofens; die Oeffnung B dient zum Einwerfen des Brennmaterials, die Platte P dient den aus der Muffel gezogenen, fast glühenden Gefäßen als Unterlage. In keramischen Fabriken, in welchen das Bemalen von weißem Geschirr mit Farben, die nur in

der Muffel eingebrannt werden dürfen, häufig ausgeführt wird, z. B. in Porzellanfabriken, fertigt man die Muffeln in großen Dimensionen an und setzt sie in besondere stabile Flammöfen ein, in welchen sie allseitig erhitzt werden können.

Beim Einbrennen von Farben heizt man den Ofen in der Weise an, daß die Rückwand der Muffel in helle Rothgluth kommt, während der vordere Theil nur schwach glüht, und schiebt dann die einzubrennenden Gegenstände allmählich nach rückwärts; sie verbleiben so lange in der Muffel, bis die Malerei lebhaft zu glänzen anfängt, was der Beweis dafür ist, daß der Glasfluß geschmolzen und die Farbe eingebrannt ist.

Minder geübte Arbeiter suchen diesen Zeitpunkt auch dadurch zu erkennen, daß sie nebst dem zu brennenden Gegenstande ein Schälchen in die Muffel schieben, welche mit dem gepulverten Glasfluße gefüllt ist; in dem Momente, in welchem letzterer schmilzt, ist auch der Glasfluß auf dem Gegenstande geschmolzen und wird derselbe aus der Muffel gezogen. Geübte Arbeiter können dieses Hilfsmittels ganz ent-rathen und wissen aus dem Aussehen der Malerei selbst und aus der Zeit, während welcher sich der Gegenstand in der Muffel befindet, genau den Moment zu treffen, in welchem das Einbrennen vollendet ist.

Auf geringem Steinzeug können der Billigkeit des Fabrikates wegen nur Handmalereien der rohesten Art ausgeführt werden; in neuerer Zeit versteht man Steinzeuggeschirr häufig dadurch mit Zeichnungen, daß man mit feuerbeständigen Farben auf der Buchdruckerpresse Abdrücke eines Kupferstiches oder Holzstockes auf dünnem Papier herstellt, diese Papiere mit der bedruckten Seite auf die mit Glasurmasse überzogene Fläche des Gegenstandes legt und diese dem Glattbrande unterwirft. Das Papier verbrennt, die Zeichnung brennt sich aber in die Glasur ein.

In ganz ähnlicher Weise befestigt man jetzt vollständige mit verschiedenen Farben ausgeführte Bilder — sogenannte Abziehbilder — auf keramischen Objecten; die Farben sind mit leichtschmelzbarem Glasfluß gemengt und werden in der Muffel eingebrannt.

XIX. Das Hart-Steingut. (Die Fayence.)

Durch Anwendung weißer oder nahezu weißer Thone, welche beim Brennen starke Weißglühhitze vertragen, und Glasiren der gebrannten Massen mit einer bleiarmen, somit ebenfalls hohe Temperatur erfordernden Glasurmasse erhält man Geschirre, deren keramischer Werth ein sehr bedeutender ist und sich schon sehr jenem des Porzellanen nähert. Obwohl den betreffenden Fabrikaten die verschiedensten Namen beigelegt werden (Halbporzellan, Gesundheitsgeschirr, Lithocerame, Iron-stone-China u. s. w.), lassen sich doch alle unter der gemeinsamen Bezeichnung Hart-Steingut oder Fayence zusammenfassen.

Das Hart-Steingut bildet weiße, klingende und sehr harte Massen, welche die ihnen beim Formen gegebenen Gestalten nach dem Brande in voller Schärfe beibehalten und schönen porzellanartigen Glanz besitzen; sie eignen sich daher ganz vorzüglich zur Fabrication von Luxuswaaren, welche durch Malerei, häufiger noch durch Druck verziert werden sollen. Den guten Eigenschaften des Hart-Steingutes stehen aber zwei unwillkommene Eigenschaften gegenüber: Die Geschirre sind gewöhnlich so spröde, daß sie springen, sobald man sie erhitzt, die Glasuren sind ferner nicht besonders hart und werden von gutem Stahl leicht gerist. Die Verminderung dieser beiden üblen Eigenschaften muß eine der

Hauptaufgaben des Fabrikanten von Hart-Steingut bilden, indem er hierdurch sein Materiale ungemein verbessern kann.

Die Massen.

Die Zusammensetzung der Massen, aus welchen man Hart-Steingut anfertigt, ist eine sehr variable nach der Beschaffenheit des zur Verfügung stehenden Thones; in den Rheinlanden und in Frankreich verwendet man rein weiße, sehr plastische Thone, welchen man gewisse Mengen von Quarz und Kreide als Magerungsmittel zufügt; die Mengen der letzteren bedingen das mehr weniger starke Sintern beim Brennen.

In den englischen Fabriken, welche sich mit der Herstellung dieser Art von Waaren im großartigen Maßstabe beschäftigen, kommt neben verschiedenen feuerfesten weißen Thonen noch Kaolin bei den „Cream-colour“ oder „Queen's-ware“ genannten Produkten in Anwendung; zum eigentlichen Hartgeschirr wird außerdem noch Quarz, meistens in Form von Feuerstein, daher der Name „Flint-ware“ und „Cornish-stone“, verwendet. Das letztgenannte Materiale besteht aus einem verwitterten Gesteine, welches ursprünglich ein sehr wenig Glimmer, aber sehr viel Feldspath enthaltender Granit war; es ist aus Kaolin und Quarz zusammengesetzt, sonach ein keramisches Materiale von vorzüglicher Beschaffenheit.

Das nach dem Vervollkommer der englischen Thonwaaren-Industrie benannte „Wedgwood“-Geschirr ist ebenfalls in die Kategorie des Hart-Steingutes zu rechnen, und wird dasselbe bekanntlich in allen erdenklichen Formen, vom einfachsten Teller bis zu den auf das Reichste mit Farben und Vergoldungen gezierten Brunkgefäßen hergestellt.

Bei der außerordentlich großen Verschiedenheit, welche sich in der Beschaffenheit der zur Verfügung stehenden

Thone zeigt, ist es unmöglich, allgemeine Vorschriften über die Zusammensetzung von Massen zu geben, welche Hart-Steingut guter Qualität liefern; die einzelnen Fabriken haben sich die für ihre Materialien taugenden Vorschriften durch Tausende von Versuchen erworben, und wird in fast allen Fabriken die quantitative Zusammensetzung der Massen als Geheimniß behandelt; besonders ist dies in den englischen Fabriken der Fall.

Feine Steingutmassen sollen in den englischen Fabriken nach folgenden Vorschriften hergestellt werden:

	I.	II.	III.
Blauer Thon	200	500	500
Kaolin	200	800	650
Feuerstein	200	800	450
Cornish-stone	75	300	200

Wie man aus den Zahlen sieht, welche in den drei angeführten Vorschriften enthalten sind, wechseln die Mengen der einzelnen Bestandtheile derart, daß die anzuwendenden Thone sehr weit von einander abweichende Eigenschaften haben müssen, wenn sie in diese Vorschriften eingeführt, dennoch Produkte ergeben sollen, deren Hauptcharakter im Allgemeinen der nämliche ist. Wir müssen daher diese Vorschriften, sowie die nachstehenden, zur Darstellung von Iron-stone-China und von Cream-colour-Waare nur als allgemeine Bilder über die Zusammensetzung der betreffenden Waaren hinnehmen, welche nur wenige Anhaltspunkte gewähren; jeder Fabrikant wird, wie angedeutet, selbst viele Versuche anstellen müssen, bis er mit seinen Massen so weit gelangt ist, daß sie ein allen Anforderungen entsprechendes Fabrikat liefern.

Massen für Cream-colour-Geschirre.

	I.	II.
• Blauer Thon . . .	22	12
Kaolin	9	12
Feuerstein	5 $\frac{1}{2}$	10

Massen für Iron-stone-China (Eisenstein-Porzellan).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Cornish-stone .	180	200	700	600	600	400
Kaolin	120	150	500	600	100	250
Blauer Thon .	60	100	300	—	180	150
Feuerstein . .	80	120	250	400	60	75

Die Zubereitung der Massen für das Hart-Steingut findet in den englischen Fabriken mit der größten Sorgfalt statt und steht diese nicht hinter jener zurück, welche man an die Bereitung der Porzellanmassen wendet; alle Materialien werden auf das Feinste gemahlen und geschlämmt, das Mischen derselben findet durch Zusammenschlämmen statt. Das Entwässern der fertigen Massen geschah früher durch Eindampfen — gegenwärtig ist aber dieses umständliche und zeitraubende Entwässerungsverfahren durch jenes, bei welchem Filterpressen in Anwendung kommen, fast überall verdrängt worden.

Die aus den Filterpressen genommenen plattenförmigen Stücke werden zur Entfernung der Luftblasen in einer Knetmaschine bearbeitet, zu Cylindern gepreßt und diese endlich in Ballen geformt, die man bis zu dem Augenblicke, in welchem sie zu Geschirren geformt werden sollen, in Kellern lagern läßt. Die außerordentliche Sorgfalt, welche der mechanischen Bearbeitung der Thonmasse zugewendet wird, bewirkt, daß letztere einen hohen Grad von Plasticität besitzt

und mit Leichtigkeit in jede beliebige Form, auch in jene sehr dünnwandiger Gefäße gebracht werden kann.

Das Formen der Hart-Steingutmassen wird in den englischen Fabriken nur in ganz beschränktem Maße durch Handarbeit auf der gewöhnlichen Töpferscheibe vorgenommen; am häufigsten wendet man das Pressen, seltener das Gießen an; das Trocknen geschieht in besonders beheizten Trockentuben von einer bis zu 40° C. gehenden Temperatur, das letzte Bearbeiten vor dem Brande (Abdrehen, Abnehmen der Gußnähte u. s. w.), wird vorgenommen, wenn die Waare lederhart geworden ist.

Das Brennen der Hart-Steingutwaaren erfolgt zum Unterschiede von jenen des gewöhnlichen Steingutes, sowohl beim Brande der Thonmasse, als beim Einbrennen der Glasur immer in Kapseln, und schmückt man die Gegenstände vielfach mit Farben, welche unter der Glasur liegen, indem die Hartsteingutglasuren als nicht undurchsichtig gemachte Gläser die unter ihnen liegenden Massen deutlich erkennen lassen; selbstverständlich dürfen zu diesem Zwecke nur Farben verwendet werden, welche der Hitze des Geschirrbrandes, die in diesem Falle heftige Weißgluth ist, vollkommen Widerstand leisten.

Nachdem das Hart-Steingut aus Massen dargestellt wird, welche sehr feuerfest sind und ihre Härte durch die hohe beim Brennen angewendete Temperatur erlangen, muß auch die Glasur eine entsprechend strengflüssige Beschaffenheit haben, und setzt man die Glasurmassen so zusammen, daß sie gerade bei einer etwas geringeren Temperatur in Fluß gerathen, als jene ist, bei welcher der Scharfbrand vorgenommen wird.

Beide Brände, sowohl der Scharfbrand als der Glasurbrand, werden nacheinander in einem Ofen von der in Fig. 37

dargestellten Construction ausgeführt; jedoch wendet man auch Defen an, welche ähnlich wie die Porzellanöfen gebaut sind und aus zwei übereinander stehenden Gewölben bestehen, von welchen das obere für den Glasurbrand, das untere, dem Feuer nähere, für den Scharfbrand bestimmt ist.

Das richtige Einsetzen der Geschirre in den Brennraum ist in den englischen Fabriken eine Sache, welche die größte Aufmerksamkeit erfordert, indem man nicht einerlei Waaren auf einmal brennt. Es werden im Gegentheile Massen mit Glasuren von verschiedenen Schmelzpunkten gleichzeitig gebrannt, und muß dann Derjenige, welcher das Einsetzen der Gefäße zu besorgen hat, genau wissen, an welche Stelle des Ofens er die Kapseln mit einer gewissen Waare zu setzen hat, um die Glasur gerade in den richtigen Fluß zu bringen.

Die Temperatur, welche zum Brennen von hartem Steingut erforderlich erscheint, ist eine sehr hohe, und dauert es geraume Zeit, bis selbst bei Anwendung der bestziehenden Defen dieser hohe Hitzegrad erreicht ist. Man kann annehmen, daß der Scharfbrand zum Brennen der rohen Geschirre im Ganzen 40 Stunden erfordert, während der Glasurbrand nur beiläufig 15 Stunden dauert; man muß daher in jenen Fabriken, in welchen besondere Glasuröfen vorhanden sind — und dies ist entschieden das Zweckmäßigste — für einen Scharfbrennofen mindestens zwei Glasuröfen haben, um den Gang der Fabrik nicht in's Stocken gerathen zu lassen.

Um den Brand tadellos vor sich gehen zu machen und nicht ein Verderben der Waare durch Flugasche und Kohletheilchen befürchten zu müssen, wird in den Fabriken große Sorgfalt auf den Verschuß der Kapseln gelegt, in welchen die Geschirre zum Brande gebracht werden. — Man

wendet zum Aufbau einer Säule immer Kapseln von gleicher Größe an, legt auf den Rand der einen Kapsel einen dünnen Thonstreifen und setzt die nächste Kapsel auf diesen Thonstreifen; die oberste Kapsel enthält einen in gleicher Weise aufgesetzten Deckel als Verschuß.

Für Geschirre, welche bloß dem Scharfbrande zu unterziehen sind, bei welchen somit keine Glasur in Anwendung kommt, wendet man unglasirte Kapseln an; für glasirte Waare müssen aber immer Kapseln in Anwendung gebracht werden, welche innen so stark glasirt sind, daß ein Aufsaugen der Glasurmasse ausgeschlossen ist; an jenen Stellen, an welchen die des dichten Verschlusses wegen auf die Kapselränder gelegten Thonstreifen diese berühren, wird die Glasur sehr stark von dem Thone aufgesaugt, und muß man nach jedem Glasurbrande die schadhaft gewordenen glasirten Stellen der Kapsel mit Glasurmasse nachbessern.

Sowohl beim Scharfbrande als beim Glasurbrande werden Proben genommen, um an ihnen das Fortschreiten des Brandes zu prüfen. Diese Proben befinden sich in Kapseln, welche seitliche verschließbare Oeffnungen haben, um das Probestück leicht ausziehen zu können. — Früher verwendete man in den englischen Fabriken als Proben für den Scharfbrand hohle Kugeln aus Steinzeugmasse und beurtheilte nach dem Zustande der zerbrochenen Kugeln das Fortschreiten des Brandes. Für den Glasurbrand wendete man solche Kugeln an, welche nach dem Scharfbrande mit leicht schmelzbarer Bleiglasur überzogen wurden; aus der Farbe der glasirten Kugeln — hellroth bis dunkelbraunroth — schloß man auf das Fortschreiten des Brandes.

Während die Beurtheilung des jeweiligen Zustandes dieser Probekugeln sehr bedeutende Sachkenntniß seitens des Leiters des Brandes voraussetzt und selbst in diesem Falle

bisweilen zu irrigen Resultaten führt, kann man sich durch Anwendung zweckmäßiger Pyrometer viel sicherer Gewißheit über den Zustand der Masse im Ofen verschaffen, indem man aus besonderen Versuchen über die Schmelzbarkeit der Glasuren und das Sintern der Thonmassen genau weiß, bei welcher Anzeige des Pyrometers der Scharf- oder Glasurbrand als beendet angesehen werden kann.

Die Glasuren.

Die Glasuren, welche man für Hart-Steingut anwendet, werden mit ganz besonderer Sorgfalt bereitet, und sucht man denselben neben hohem Glanz und Durchsichtigkeit auch große Härte zu geben. Man giebt den Glasuren sehr verschiedene Zusammensetzung, je nach der Masse, auf welcher sie verwendet werden sollen, je nachdem sie eine im Scharfbrande aufgetragene Farbe zu decken bestimmt sind, oder endlich, wenn sie gewissen zarten Farben (Muffelfarben) als Untergrund dienen sollen.

Die Glasuren sind, wie schon erwähnt wurde, bleiarme Gläser, und stellt man dieselben in der Weise dar, daß man die zu verwendenden Mineralien (Feuerstein, Feldspath) mit den alkalischen Körpern (Kalk, Soda) allein in eine stark gefinterte Fritte verwandelt und dem Pulver dieser Fritte die Bleiverbindungen: Mennige, Glätte oder Bleiweiß zufügt; werden außerdem Scherben von Krystallglas mit zur Glasur verschmolzen, so werden diese ebenfalls erst beim eigentlichen Niederschmelzen zugefügt.

Glänzender wird die Glasur durch Zusatz von Borax oder Borsäure gemacht, ihre Schmelzbarkeit wird durch Vermehrung des Gehaltes an Alkalien (Kalk und Soda) erhöht.

Um ganz farblose Ueberzüge gebende Glasurmassen zu erhalten, wählt man die Materialien sehr sorgfältig aus und

sucht ganz besonders das Eisen ferne zu halten. Nachdem die Bleiglätte häufig Eisenoryd enthält, verwendet man für feine Glasuren an Stelle der Glätte lieber Mennige von feuriger Farbe, indem Mennige von dieser Beschaffenheit nur aus sehr reiner Glätte erzielt werden kann. Für die feinsten Glasurmassen wendet man sogar fast immer nur das ganz eisenfreie Bleiweiß an, welches auch mit den anderen Materialien leichter zu gleichförmigen Massen verarbeitet werden kann, als Glätte oder Mennige.

Selbst bei Anwendung der größten Vorsicht in der Wahl der Materialien erscheinen die aufgeschmolzenen Glasurmassen nicht rein weiß, sondern mit einem Stich in's Gelbe; um auch diesen zu beseitigen, wendet man sehr kleine Zusätze von Smalte an, deren blaue Farbe in der Weise compensirend auf das Gelb wirkt, daß die Glasur vollkommen weiß erscheint.

Das Fritten der Glasurmassen wird an minder heißen Stellen des Brennofens vorgenommen, und zwar in folgender Weise: Man bestreut den Boden einer Brennkapsel einige Centimeter hoch mit Feuersteinpulver, setzt auf dieses einen Blechcylinder ohne Boden, dessen Mantelfläche von der inneren Mantelfläche der Kapsel ebenfalls einige Centimeter absteht und füllt den ringförmigen Raum ebenfalls mit Feuersteinpulver aus. Der Hohlraum des Blechcylinders wird dann mit dem feinen Pulver der zu frittenden Masse ausgefüllt, diese festgedrückt und schließlich der Blechcylinder aus der Kapsel emporgezogen.

Setzt man eine solche Kapsel dem Brande aus, so frittet der Glasurmassesatz zu einem Klumpen zusammen, welcher in Feuersteinpulver eingebettet liegt und durch einfaches Umwenden der Kapsel von dem Feuersteinpulver getrennt werden kann. Diese Frittemassen werden gemahlen,

sodann mit den übrigen gleichfalls gemahlten Bestandtheilen der Glasur gemischt und auf Bloßmühlen so lange bearbeitet, bis ein völlig unfühlbare Schläm entsteht, in welchen die scharf gebrannten Geschirre getaucht werden.

Das über die Zusammensetzung der Thonmassen in der Fabrikation von Hart-Steingut Angeführte gilt auch für die Glasurmassen, deren Zusammensetzung ja in hohem Grade von der Zusammensetzung der Thonmasse abhängig ist, auf welcher sie haften soll: es wird in jeder Fabrik eines eingehenden Studiums bedürfen, um den Glasuren jene Zusammensetzung zu geben, welche mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Thonmassen die entsprechendste ist; es sollen daher auch die nachstehend angeführten Vorschriften nur dazu dienen, um die beiläufigen Verhältnisse, nach welchen man diese Glasuren combinirt, zu zeigen, ohne als unfehlbare, in allen Fällen ein günstiges Resultat liefernde Vorschriften hingestellt zu sein.

Weiche Glasur für feines Steingut.

Quarzsand	36	Gewichtstheile
Mennige	45	"
Soda	17	"
Salpeter	2	"
Smalte	0.001	"

Harte Glasur für feines Steingut.

Cornish-stone	42	Gewichtstheile
Mennige	26	"
Borax	21	"
Soda	11	"
Smalte	0.001	"

Ueberfang-Glasur für bedrucktes Steingut.

Cornish-stone	16	Gewichtstheile
Feuerstein	9	"
Bleiweiß	40	"
Krystallglas	9	"

Fritte aus:

Cornish-stone	30	} 26 Gewichtstheile
Feuerstein	16	
Mennige	24	
Borax	16	
Soda	12	
Smalte	0.001	"

Farbige Massen zum Begießen (Engobiren) von feinem Steingut.

Manche Steingutmassen erhalten auf der ganzen äußeren Oberfläche eine gleichförmige Farbe, indeß das Innere der Geschirre weiß bleibt; diese Färbungen werden durch Begießen hervorgebracht, und wendet man zu diesem Zwecke eine weiße Grundmasse an, welche mit gewissen Mengen der entsprechenden Dryde versetzt wird. Die Grundmasse erhält je nach der Beschaffenheit des anzugießenden Gefäßes verschiedene Zusammensetzung. Nachstehend ein Muster einer vielfach angewendeten Grundmasse:

Thonmasse aus	{ Kaolin 48	Gewichtstheile	
	{ weißem, plastischem Thon 16	"	
Quarzsand			
Schlammmasse aus	{ Kaolin 9	}	
	{ Quarz 26.5		16
	{ Feldspath 64.5		
Kreide		4	
		"	

In diese Grundmasse trägt man die Oxide ein, welche die Färbung bedingen, und zwar verwendet man für

Gelb 5 bis 10 Procent Rutil (Titansäure) ohne nachträgliche Glasur; glasirt man die Masse, welche nur 2.5 Procent des Mineralen Rutil enthält, so erscheint sie nach dem Brande grau.

Olivengrün: 10 Procent Nickeloryd, 2 Procent Kobaltoryd.

Bronzegrün: 5 Procent Nickeloryd.

Reines Grün: 10 Procent Chromoryd mit etwas Kobaltoryd.

Hellblau: 5 Procent Kobaltoryd.

Dunkelblau: 10 Procent Kobaltoryd.

Roth: 5 bis 10 Procent eines Gemisches aus Eisenoryd und Thonerde.

Braun: 15 bis 20 Procent Eisenoryd.

Schwarzbraun: Eisenoryd mit Manganoryd in wechselnden Verhältnissen.

Schwarz: 6 Procent Eisenoryd, 3 bis 4 Procent Kobaltoryd.

XX. Das Steinzeug.

Unter dem Namen Steinzeug — wohl zu unterscheiden von Steingut — versteht man Thonwaaren, welche nach ihren Eigenschaften gleichfalls in zwei von einander ziemlich scharf geschiedene Gruppen gestellt werden müssen; die eine dieser Gruppen umfaßt das glasirte Steinzeug sowohl geringerer als feiner Qualität, indeß in die zweite Gruppe das nicht glasirte Steinzeug oder sogenannte „Wedgewood“-Geschirr gerechnet werden muß.

In Bezug auf die allgemeine Charakteristik ist das Steinzeug als eine Masse zu bezeichnen, welche in vielen

Dingen dem Porzellan ziemlich nahe steht, sich aber von diesem sehr wesentlich dadurch unterscheidet, daß es nicht durchscheinend ist, höchstens lassen weiße Steinzeugmassen an den Ranten etwas Licht durchschimmern. Die Steinzeugwaaren besitzen bedeutende Festigkeit und Härte, manche derselben vertragen auch die Berührung mit starken Säuren oder Alkalien, ohne von denselben angegriffen zu werden und sind mit Bezug auf diese Eigenschaft daher zur Fabrikation von chemischen Geräthschaften sehr geeignet; daß man derartige Gefäße nicht häufiger zum Küchengebrauche verwendet, hat seine Ursache in der sehr geringen Fähigkeit des Steinzeuges, rascher verlaufenden Temperaturwechsel zu ertragen; dasselbe springt beim Erhitzen sehr leicht.

Das ordinäre Steinzeug, welches man namentlich zur Fabrikation von Geräthen für chemische Fabriken, nicht zu erwärmendem Hausgeschirr (Bier-, Wasserkrüge, Mineralwasserkrüge, von welch' letzteren in Böhmen und in Nassau jährlich viele Hunderttausende dargestellt werden) verwendet, wird aus wenig gefärbten Thonen dargestellt, welche beim Brennen nur wenig schwinden, in starker Hitze sintern und sehr plastisch sind.

Das feine Steinzeug wird stets aus Thonen angefertigt, welche sich im Feuer weiß brennen, und setzt man den Thonmassen immer quarz- und feldspathartige Mineralien zu, in den englischen Fabriken verwendet man als letzteres den schon mehrfach erwähnten Cornish-stone. Wie diese Andeutungen zeigen, steht das feine Steinzeug dem Porzellan so nahe, als dies überhaupt bei einer Geschirrmasse der Fall sein kann, die man nicht schon selbst als Porzellan bezeichnen muß; der Hauptunterschied liegt nur in der völligen Undurchsichtigkeit des Steinzeuges im Vergleiche mit dem durchscheinenden Porzellan und in dem Fehlen der Glasur oder

in dem Vorhandensein einer leicht schmelzbaren bleiorxydhaltigen Glasur.

Innerhalb des feinen Steinzeuges kann man noch eine Untertheilung aufstellen und diese Geschirre in „Wedgewood“-Geschirr und in porzellanartiges weißes Fein-Steinzeug trennen. Die Wedgewood-Waare ist entweder weiß oder auch durch die ganze Masse oder nur bis zu einer gewissen Tiefe (durch Anguß) farbig; Gefäße aus Wedgewood werden gewöhnlich nur an der Innenseite glasirt.

Das porzellanartige glasirte Steinzeug wird aus weißem, aber nicht feuerfestem Thon unter Zusatz von Kaolin, Feldspath und Quarz angefertigt, hat also die allgemeine Zusammensetzung der Porzellanmasse, von welcher es sich jedoch durch die Schmelzbarkeit des in ihm enthaltenen Thones unterscheidet; im Porzellanofen kann feines Steinzeug geschmolzen werden. Die Glasuren für diese Steinzeugsorte sind entweder bleihaltige oder borssäurereiche Gläser.

Die Steinzeugmassen.

Die Thonarten, welche zur Fabrikation von Steinzeugmassen tauglich sind, werden gewöhnlich in die Kategorie der sogenannten Pfeifenthone gerechnet, das sind mehr weniger hell bis rein weiß gefärbte Thone, welche in Bezug auf ihre Eigenschaften dem reinen Kaolin ziemlich nahe stehen; jedenfalls muß ihre Feuerbeständigkeit eine so große sein, daß sie in den höchsten Temperaturen nur stark sintern, ohne zu schmelzen.

Der Gehalt dieser Thone an fremden Körpern ist stets ein geringer, und schwankt der Kalkgehalt zwischen $\frac{1}{2}$ und 2 Procent, indeß der Gehalt an Eisenoxyd 1 bis 4 Procent beträgt. Da diese Thone für die Alleinverarbeitung viel zu fett sind, so muß man ihnen ansehnliche Mengen von

Magerungsmitteln, namentlich Quarzsand zufügen. An Stelle des Quarzsandes kann man auch Scherben von Steinzeug oder sehr vortheilhaft die feinpulverige Feldspathmasse verwenden, welche beim Schlämmen von Kaolin als Rückstand bleibt.

Wendet man quarzhaltige oder chamotteartige Magerungsmittel an, so bedarf man zum Brennen der Massen viel höherer Temperaturen, um das Sintern herbeizuführen, als wenn man die oben erwähnten Schlämmrückstände benützt; eine Steinzeugfabrik wird in dieser Beziehung eine gute Abnehmerin der Schlämmrückstände aus den Porzellanfabriken sein müssen.

Die chemische Beschaffenheit der für Steinzeugmassen verwendbaren Thone steht jener des reinen Kaolins (Porzellanthon) schon sehr nahe, die ersteren enthalten aber stets größere Mengen von Alkalien und alkalischen Erden, und bedingt dies die leichtere Schmelzbarkeit der Thone. Die zum wirklichen Schmelzen solcher Thone erforderliche Temperatur ist schon die höchste, welche im Porzellanofen überhaupt hervorgebracht werden kann, und muß man, um die zur Darstellung des gebrannten Steinzeuges nothwendige Sinterung der Thonmassen zu erreichen, stets solche Oefen anwenden, in welchen man eine jener des Porzellanofens ziemlich nahe kommende Temperatur hervorzubringen im Stande ist.

Infolge der starken Sinterung, welche die Steinzeugmassen beim Brande erleiden, werden dieselben ungemein hart, derart, daß manche derselben am Stahle Funken geben und gleichzeitig so dicht, daß sie, ohne glasirt zu werden, zur Aufbewahrung von Flüssigkeiten verwendet werden können.

Das gemeine Steinzeug.

Die Massen für gemeines Steinzeug werden gewöhnlich aus dem eigentlichen sehr fetten Steinzeugthone und einem

zweiten sehr mageren Thone, oder wo dieser fehlt, aus dem fetten Thon und einem der vorerwähnten Magerungsmittel hergestellt. Bei der Herstellung dieser Mischungen muß man immer darauf Rücksicht nehmen, daß der anzuwendende magere Thon nicht etwa sehr kalkhaltig sei und die Masse in Folge dessen schmelzbar würde; bei Anwendung solchen Thones erhielte man eine Masse, welche nicht mehr den Charakter des Steinzeuges hätte.

Zusätze, welche die Schmelzbarkeit erhöhen, dürfen überhaupt nicht zu jenen Massen, aus welchen ordinäres Steinzeug gefertigt werden soll, gemacht werden, indem bei der Darstellung solcher Waaren ein starkes Schwinden der Masse nicht erwünscht ist; die Schwindung soll in keinem Falle zehn Procente übersteigen.

Nachdem die meisten aus ordinärem Steinzeug dargestellten Waaren nur geringen Handelswerth besitzen, kann man auf die Zubereitung des Thones keine so große Sorgfalt verwenden, als man an jene Thone wenden kann, aus welchen kostspieligere Waaren verfertigt werden sollen. Man sieht daher gewöhnlich von dem Schlämmen des Thones ganz ab und bearbeitet den Thon mittels der Thonschneider oder auch noch hie und da durch Treten, wobei alle Steine aus der Thonmasse entfernt werden.

Das Mengen der verschiedenen Thonarten zu einer gleichförmigen Masse geschieht, indem man die zu feinen Spänen geschnittenen Thone treten läßt oder wiederholt im Thonschneider bearbeitet, bis vollkommene Gleichförmigkeit der Massen eingetreten ist; gut bearbeitete Thonmassen müssen einen sehr hohen Grad von Plasticität erlangt haben, welche Eigenschaft der Formgebung ungemein förderlich ist.

Das Formen der aus gemeinem Steinzeug darzustellenden Gefäße geschieht fast ausschließlich unter Anwen-

dung der Töpferscheibe, soweit es sich um die Darstellung von Mineralwasserkrügen, Flaschen für Schwefelsäure oder auch um Bier-, Wasserkrüge u. s. w. handelt; manche complicirte Gegenstände, z. B. mehrhalsige Flaschen für chemische Fabriken, werden stückweise unter Benützung der Töpferscheibe und von Formen (durch Pressen) dargestellt und die einzelnen Stücke in halbtrockenem Zustande mit einander verbunden. Steinzeugröhren, für Leitungen von sauren und alkalischen Flüssigkeiten oder Dämpfen bestimmt, werden, wenn sie gerade sind, unter Anwendung einer Röhrenpresse dargestellt, gekrümmte, mit Abzweigungen, Hohlkörpern u. s. w. versehene Röhren werden durch Pressen der Hälften geformt und dann die Hälften durch Thonschlamm verbunden.

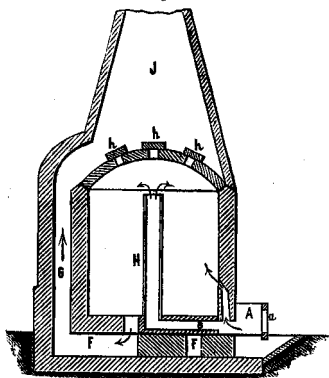
Wie früher erwähnt, bedarf das Steinzeug nächst dem Porzellane die höchste Temperatur, welche überhaupt beim Brennen von Thonwaaren in Anwendung zu bringen ist, und muß man daher, um nicht außerordentliche Mengen von Brennstoff zu verbrauchen, darauf bedacht sein, Oefen mit richtig vertheilten Feuerungen anzuwenden, bei welchen das Erreichen einer hohen Temperatur binnen kurzer Zeit möglich ist. Es dauert selbst unter den günstigsten Verhältnissen der Brand eines Steinzeugofens meistens drei Tage, und beansprucht das Erkalten eine mindestens eben so lange Zeit.

Man bediente sich früher zum Brennen des Steinzeuges liegender Oefen, deren Construction mit jener des gemeinen Töpferofens Fig. 37 und des Casseler Ofens übereinstimmte; um das Feuer mehr durch den ganzen Brennraum zu vertheilen, traf man bei dem Casseler Ofen auch die Einrichtung, daß die Flamme nicht durch die Oeffnungen der zwischen Brenn- und Feuerraum stehenden Mauer schlug, sondern daß der Boden des Brennraumes durchbrochen war, die Flammen demnach von unten in den Ofen treten mußten.

Trotz dieser Verbesserungen verzehrten die Ofen ganz außerordentliche Mengen von Brennstoff, und war es überdies nicht möglich, alle Geschirre von gleichförmiger Beschaffenheit zu erhalten.

Gegenwärtig wendet man ausschließlich stehende Ofen an, und zwar ist in Deutschland der von Bosch construirte Ofen mit überschlagender Flamme sehr allgemein im Gebrauche, indem derselbe bei geringstmöglichem Verbräuche an Brennstoff den völlig gleichmäßigen Brand aller Geschirre gestattet. Die Construction dieses Ofens ist aus Fig. 43 ersichtlich.

Fig. 43.



Rings um den eigentlichen Brennraum sind in symmetrischer Stellung acht Heizungen A angebracht; die von den Heizungen abziehenden Flammen nehmen einen zweifachen Weg: ein Theil derselben steigt durch die Canäle, welche unmittelbar über der Feuerstelle an-

gebracht sind, in den Brennraum, der andere derselben dringt durch den Canal B und das vertical aufsteigende Rohr H hervor. Am Boden des Brennraumes sind Oeffnungen F angebracht, und muß die Flamme durch diese ihren Weg wieder nach unten nehmen, um endlich durch G in das Rauchgewölbe und in den Schornstein J zu gelangen.

Aus dem eben beschriebenen Weg der Feuergase ergibt sich, daß die zu brennenden Gefäße auf allen Seiten vom Feuer umspült werden und infolge dessen eine schnelle und gleichförmige Erhitzung der im Brennraume befindlichen

Gegenstände statthaben muß. Nach beendigtem Brande öffnet man die am Gewölbe des Brennraumes angebrachten Zuglöcher durch Wegnahme der sie verschließenden Steine h; es wird hierdurch eine starke Strömung der Luft durch den Brennraum veranlaßt, und werden die in letzterem befindlichen Gegenstände in kurzer Zeit so weit abgekühlt, daß man bald an das Ausräumen des Ofens gehen kann.

Wenn man den Bosch'schen Ofen in Betrieb setzt, muß man trachten, ein sehr langflammiges Brennmaterial in Verwendung zu nehmen; nachdem der Ofen genügend angeheizt ist, werden die vorderen Oeffnungen a der Heizungen mit Ziegeln zugelegt, und erfolgt nunmehr das Eintragen des Brennmaterials immer von oben.

Während des Brandes sintert die Steinzeugmasse so stark zusammen, daß sie nach dem Erkalten hart, klingend und wasserdicht ist. Das Glasiren erscheint demnach überflüssig und wird auch nur zu dem Zwecke angewendet, um der an sich glanzlosen Waare ein hübscheres Aussehen zu ertheilen. Die Glasur, welche man auf gemeinem Steinzeug anwendet, ist in der Mehrzahl der Fälle die schon beschriebene Salzglasur; weit seltener kommt eine Glasur zur Anwendung, welche aus Hochofenschlacken und Basalt dargestellt wird.

Um in der letztangegebenen Weise zu glasiren, wendet man das Angußverfahren an; man mischt einer in Schlamm verwandelten Steinzeugmasse gerade so viel von dem Pulver der Hochofenschlacken oder des Basaltes hinzu, als nothwendig ist, um eine Masse hervorzubringen, welche in der höchsten Temperatur, welche während des Brennens der Steinzeuggeschirre erreicht wird, in Fluß geräth, und nimmt mit dieser Masse das Angießen der lufttrockenen Steinzeuggeschirre vor.

Nach dem Brennen erscheinen dann die Gefäße glazirt, und zwar gewöhnlich gelbbraun oder grün (durch das aus den Schlacken stammende Eisenoxyd oder Eisenoxydul) gefärbt; durch Zusatz von färbenden Substanzen, welche die hohe Temperatur des Brennofens vertragen, ohne stark zu verflüchtigen — Eisenoxyd, Smalte, Chromverbindungen, Manganverbindungen — läßt sich die Farbe noch beliebig modificiren. Das Glasiren auf diese Weise macht wegen der vielen Handarbeit, welche hierbei nothwendig ist, die betreffenden Producte ziemlich theuer, wird daher nur für Luxuswaaren in Anwendung gebracht, indeß jene Fabrikate, welche so billig als nur möglich hergestellt werden müssen, immer Salzglasuren erhalten.

Die chemischen Proceße, welche bei Anwendung des Salzes im Brennofen und auf der Oberfläche der Geschirre vor sich gehen, wurden schon an früherer Stelle auseinander gesetzt; wir können uns daher hier darauf beschränken, die praktische Durchführung des Salzens kurz zu beschreiben. Wenn der Brand der Geschirre so weit vorgeschritten ist, daß sich derselbe seinem Ende nähert, das heißt die Geschirrmasse schon vollständig gesintert erscheint, ist der Augenblick eingetreten, in welchem das Glasiren auszuführen ist.

Man trachtet nunmehr, die Hitze in dem Brennraume auf den höchsten Punkt zu bringen, welcher überhaupt erreicht werden kann, und geschieht dies durch ununterbrochenes Schüren in den Heizungen, um durch den reichlichen Zutritt so viel Brennmaterialie als nur möglich zu verbrennen. Als Anhaltspunkt für die Erreichung der höchsten Temperatur und zugleich dafür, daß der ganze Brennraum mit brennenden Feuergasen erfüllt ist, dient das Aussehen des aus dem Schornstein entweichenden Rauches.

Im Beginn des Scharfffeuers entströmt dem Schornstein ein dichter schwarzer Qualm, welcher durch unver-

brannte Kohlentheilchen bedingt wird; diesem Qualme folgt eine trübrothe, zeitweilig verlöschende Flamme, welche aber nach kurzer Zeit in eine hellleuchtende weiße Flamme übergeht. Sobald letztere bei ununterbrochen fortgesetztem Schüren endlich auch verschwindet, hat man den Beweis dafür, daß im Brennraume eine so hohe Temperatur herrscht, daß sämtliche Feuergase vollständig verbrannt werden.

Das Einwerfen des Salzes geschieht nun durch die Oeffnungen im Gewölbe des Ofens so rasch als nur möglich, und bemühen sich die Arbeiter, das Salz so gleichförmig, als sie dieses durch Werfen mit der Schaufel vermögen, in den Ofen zu vertheilen. Die Menge des anzuwendenden Salzes richtet sich nach der Größe des Ofens; sie beträgt zwischen 25 und 37 Kilogramm, ein Quantum, welches die wirklich zur Hervorbringung der Glasur erforderliche Menge um ein Vielfaches übersteigt.

Sofort nach dem Einwerfen des Salzes dringt aus dem Schornstein ein dichter weißer Rauch hervor, welcher sich an kalten Gegenständen zu einer weißen schneeartig aussehenden Masse verdichtet; es ist dies das überschüssig angewendete Salz, welches, ohne daß es bei der Glasurbildung mitwirkt, nutzlos verflüchtigt wird. Außer den Salzdämpfen entweicht aus dem Schornsteine eine große Menge von Salzsäuregas, welches, wie schon auf Seite 228 des Näheren auseinandergesetzt wurde, die Nachbarschaft sehr belästigen kann und darum durch die an dem erwähnten Orte angegebenen Vorsichtsmaßregeln unschädlich gemacht werden sollte.

Sobald die Entwicklung von Salzdämpfen aus dem Schornsteine aufgehört hat, werden Proben der in dem Ofen befindlichen Gefäße ausgezogen; sie müssen bei richtigem Gang der Arbeit bei dem schnellen Abkühlen in Stücke springen und letztere an der ganzen Oberfläche

gleichmäßig glatt und glasig erscheinen. Um jedoch ganz sicher zu gehen, wird das Salzen ein zweites Mal vorgenommen und dabei eine eben so große Menge von Salz verwendet, wie bei der ersten Operation. Gleichzeitig mit dem Aufhören der Entwicklung von Salzdämpfen schließt man die Klappe des Schornsteines und setzt alle Oeffnungen des Ofens mit Ziegeln zu, um das Abkühlen der glühenden Gefäße wenigstens im ersten Stadium so langsam als möglich vor sich gehen zu lassen. Ist die Temperatur einmal bis zur dunklen Rothgluth herabgesunken, so kann man vorsichtig eine sehr schwache Luftströmung durch den Ofen einleiten, um die zum Abkühlen erforderliche Zeit nicht gar zu sehr zu verlängern — immerhin muß man aber vier Tage als das Minimum der Kühlzeit annehmen.

Beim Glasiren nach dem eben geschilderten Verfahren wird außerordentlich viel Salz vergeudet; durch eine einfache Einrichtung, die an jedem Ofen angebracht werden kann, läßt sich dieser Verschwendung leicht steuern, und wird der Zweck des Glasirens viel vollkommener erreicht als durch das bloße Einwerfen des Salzes in den Brennraum.

Man bringt außer den Heizungen, welche rings um den Ofen vertheilt sind und das Erhitzen der Geschirre bewirken sollen, noch eine Heizung an, in welche eine oben mit einem Deckel versehene Retorte aus feuerfestem Thon eingesetzt ist. Diese Retorte ist vorne offen, und mündet der Canal, durch welchen die Feuergase aus der unter ihr befindlichen Heizung abziehen können, unmittelbar in das im Mittelpunkt des Brennraumes stehende Rohr H. (Fig. 43.)

Erst wenn der Brand der Geschirre so weit gediehen ist, daß der Ofen die höchste Temperatur erreicht, feuert man auch unter der Retorte und bringt sie in Weißgluth. Ist endlich der Augenblick eingetreten, in welchem das Salzen

vorgenommen werden soll, so werden zwei Arbeiter an die Retorte gestellt; der eine hebt den Deckel derselben ab und schließt ihn sofort wieder, nachdem der zweite eine kleine Menge von Salz — 3 bis 5 Kilogramm auf einmal — in die Retorte geworfen hat.

Das in die weißglühende Retorte geworfene Salz verflüchtigt sehr schnell. Die Dämpfe desselben werden durch die Feuergase fortgerissen und treten mit diesen aus der oberen Mündung des Rohres H in den Brennraum über, in welchem sie sich sehr gleichförmig ausbreiten und die Glasirung der Geschirre bewirken. Nachdem die erste Salzpartie verflüchtigt ist, trägt man eine zweite in die Retorte ein und fährt damit so lange fort, bis die Glasirung vollendet ist.

Bei richtiger Arbeit kann man es dahin bringen, daß sich aus dem Retortenraume gar kein Salz unzerseht verflüchtigt und man mit der Hälfte jener Salzmenge ausreicht, welche beim bloßen Einwerfen des Salzes in den Ofen erforderlich ist, um eine entsprechende Glasirung der Gefäße zu bewirken.

Die Salzglasur ist fast farblos und läßt die Farbe der unter ihr liegenden Thonmasse deutlich erkennen; es ist aber auch möglich, der Glasur einen warmen bräunlichen Farbenton zu geben. Es geschieht dies dadurch, daß man unmittelbar nach Beendigung des Salzens, so lange die Glasur noch flüssig ist, in die Heizungen ein sehr stark rußendes Brennmaterial, z. B. geklobene Wurzelstöcke von Föhren (Kienholz) einwirft und die Heizungen sofort schließt. Es scheint, als wenn durch die unvollständige Verbrennung der Feuergase, welche hierdurch eintritt, sehr feine Kohletheilchen in die Glasur eingelagert würden und Ursache der hellbraunen bis dunkelfastanienbraunen Färbung sind, welche die Steinzeuggeschirre nach dem Brande zeigen.

Aus dem in der vorstehend beschriebenen Weise dargestellten Steinzeuge, namentlich wenn dasselbe eine nicht zu dunkelgelbe oder hellgraue Farbe besitzt, lassen sich recht hübsch aussehende farbige Gegenstände darstellen, und eignet sich dieses Schmücken mit Farben ganz besonders zur Fabrikation hübscher Krüge für Bier, Wasser u. s. w.

Die anzuwendenden Farben (Kobalt für blau, Brauneisen für violett bis braun, Kupferasche für grün u. s. w.) werden mit einer ziemlich leicht flüssigen Boraxglasur gemischt, mit Terpentinöl zur entsprechenden Consistenz angerieben und die Zeichnungen auf das glasierte Geschirr aufgetragen. Die Geschirre werden dann in große Muffeln gestellt und so weit erhitzt, daß die den Farben beigemischte Glasur eben in Fluß kommt und sich mit der unter ihr befindlichen schwer schmelzbaren Glasur verbindet.

Nach beendetem Einbrennen in der Muffel erscheinen die Farben schön glänzend und dauerhaft, indem die färbenden Körper in der Glasmasse eingebettet liegen. Meistens sind die Malereien, welche auf Steinzeug angebracht werden, von der rohesten Art -- durch Anwendung passender Farben und Ausführung stylgerechter Zeichnungen lassen sich aber diese Gefäße in sehr schön aussehende und werthvolle keramische Producte umgestalten.

Das feine Steinzeug.

Das feine Steinzeug kommt sowohl als glasierte Waare als auch in unglasirtem Zustande im Handel vor und werden beide Sorten gegenwärtig wohl noch am schönsten in England angefertigt, obwohl die Fabrikate mancher Fabriken in den Vereinigten Staaten von Nordamerika sich an Schönheit den englischen zur Seite stellen können.

Unglasirtes feines Steinzeug.

Die in diese Gruppe gehörigen Thonwaaren sind entweder durch die ganze Masse absichtlich gefärbt oder blos mit einem farbigen Ueberzug (Anguß) versehen, sie sind es, welche die eigentliche „Wedgewood“ genannte Waare bilden, welche noch in unserer Zeit von der Firma Wedgewood & Sons in den „Etruria-works“ in England angefertigt werden, aber auch von vielen anderen Fabriken in aller Schönheit geliefert werden.

Man unterscheidet je nach der Farbe, welche die Thonmasse besitzt, die Waaren mit besonderen Namen. So heißt das weiße und dabei sehr harte Wedgewood „Biscuit“, das minder harte gleichfalls von weißer Farbe „Jaspisgut“, das gelbgefärbte „Bambus“, das schwarze entweder „Egyptian“ oder wenn es so hart ist, daß es sich poliren läßt, „Basaltgut“.

Die Grundmasse, welche man zur Darstellung dieser Geschirrmassen anwendet, ist in allen Fällen weiß, somit Jaspisgut und wird aus einer größeren Zahl von Bestandtheilen zusammengesetzt; die Thonmasse besteht aus wechselnden Mengen verschiedener plastischer Thone und Porzellanthon, welcher man Feuerstein, Cornish-stone, Gyps und Schwerspath, bisweilen auch basisches Kalkphosphat (Knochenasche) beimengt.

Bei Massen, welche dunkle Farbe erhalten sollen, z. B. das Egyptian und Basaltgut läßt man den kostspieligen Porzellanthon ganz weg und ersetzt ihn durch schwarzfärbende Körper.

Wir lassen nachstehend die Angaben über die Zusammensetzung einiger Massen folgen, welche zur Fabrikation von Jaspisgut dienen.

A. Kaolinhältige Massen.

	I.	II.	III.
Schwerspath	150	160	32
Kaolin	35	60	10
Blauer Thon	45	90	25
Feuerstein	35	40	8
Gyps	6	8	1
Cornish-stone	50	—	7

B. Kaolinfreie Massen.

	I.	II.	III.
Schwerspath	40	30	60
Blauer Thon	20	12	20
Feuerstein	10	3	20
Gyps	—	5	5
Cornish-stone	20	20	40
Knochenasche	—	25	10

Die Massen für Egyptian und Basalt werden sehr verschieden combinirt, und hat man bei diesen Massen einen bedeutenden Spielraum bezüglich der Zusammensetzung; soll die Masse sehr hart werden, wie es für die Basaltmasse erforderlich ist, so wendet man sehr wenig oder gar kein Flußmittel an, und erhält die Masse dann ihre volle Härte durch den Brand; die schwarze Färbung wird durch Eisenoxyd — Ocker und durch Braunstein hervorgerufen.

Massen für schwarzes Steinzeug (Egyptian und Basalt).

	I.	II.	III.
Blauer Thon	200	500	500
Rother Thon	300	300	—
Quarz	50	80	50
Gebrannter Ocker . .	100	200	300
Hammer Schlag	—	50	—
Braunstein	100	100	80

Das Färben der Jaspismassen geschieht immer nur mit solchen Farben, welche die hohe Temperatur des Ofens, in dem das Steinzeug gebrannt wird, vollständig zu ertragen vermögen und dabei eine so kräftig färbende Wirkung besitzen, daß man mit geringen Mengen der Färbestoffe ausreicht, um die gewünschte Farbe zu erhalten; würde man bedeutendere Quantitäten von Oxyden anzuwenden versuchen, so wäre die Folge davon, daß die ganze Geschirrmasse so leicht schmelzbar würde, daß sie im Brennofen schmelzen könnte.

Die hauptsächlichsten Farben, welche man in Anwendung bringt, sind Gelb, Grün, Blau und Braun in verschiedenen Tönen.

Gelb wird mittels Antimon-Präparaten hervorgebracht, und stellt man die letzteren am einfachsten dadurch dar, daß man fein gepulverten Spießglanz mit Salzsäure kocht und die entstehende Lösung in ein Gefäß gießt, welches eine große Menge von Wasser enthält. Es scheidet sich sofort ein schweres, blendend weißes Pulver ab, welches man auf einem Filter sammelt, gut abtropfen läßt und trocknet. Dieses Pulver wird beim Mischen der Thonmassen, welche zur Anfertigung des gelben Geschirres (Bambus) bestimmt sind, eingearbeitet, und hängt die Intensität der Farbe von der Menge des Antimon-Präparates (bis zu $1\frac{1}{2}$ Procent) ab, welche man der Masse zugefügt hat.

Reines Blau (Himmelblau) wird in ganz weißer Masse durch Kobaltoxyd (bis zu $\frac{1}{2}$ Procent) erhalten; reines Grün entsteht durch Chromoxyd (1 Procent giebt schon sehr sattes Dunkelgrün). Gemische aus Kobaltoxyd und Chromoxyd geben Blaugrün; ein Blaugrün anderer Art wird durch Kupferoxyd erzielt; Nickeloxyd liefert ein helles Grün (Apfelgrün). Braun wird in nicht ganz weißen Massen durch Zusatz von 10 bis 12 Procent Brauneisen dargestellt.

Roth kann durch Eisenoxyd-Thonerde dargestellt werden, und bereitet man letztere dadurch, daß man die Lösungen von Alaun und Eisenvitriol, welcher durch Salpetersäure oxydirt wurde, in wechselnden Verhältnissen mengt, mit Ammoniak fällt, den Niederschlag auswäscht und beim Zusammenschlämmen der Steinzeugmassen letzteren beimengt. Je reicher man die Masse an Eisenoxyd macht, desto dunkler wird das Roth ausfallen.

Grau stellt man durch Mischen der Lösungen gleicher Theile von Chromalaun mit Eisenvitriol dar, welcher durch Salpetersäure oxydirt wurde, fügt die doppelte Menge von Thonerdealaun und Zinkvitriol hinzu und fällt die Lösungen durch Soda.

Infolge des Zusatzes der immerhin kostspieligen Oxyde kommen die Wedgewoodwaaren, welche durch die ganze Masse gefärbt sind, hoch zu stehen, und wendet man daher sehr häufig das Angußverfahren zur Fabrikation von billigeren Waaren an. Das eigentliche Geschirr wird in diesem Falle aus Zaspismasse angefertigt, mit dem Schlamm der farbigen Masse begossen oder geradezu in diesen eingetaucht und nach dem Trocknen des Angusses noch sorgfältig abgedreht.

Die farbigen Thonmassen eignen sich ganz besonders zur Darstellung von Gefäßen, deren Verzierungen plastisch sind, indem die Beschaffenheit der Thonmassen eine solche ist, daß die Formen nach dem Brande vollkommen erhalten bleiben. Die plastischen Verzierungen werden mittels gravirter Stanzen aus der Thonmasse gepreßt und mit Hilfe von Gummiwasser oder Traganthschleim auf die nicht zu stark lufttrocken gewordenen Gefäße aufgeklebt.

Von besonderer Schönheit sind jene plastischen Ornamente, welche man aus einer weißen Thonmasse formt, deren

Zusammensetzung eine solche ist, daß sie in der Hitze des Brennofens gerade zum Schmelzen gebracht wird, ohne jedoch auszufließen. Wenn der Untergrund irgend eine dunkle entschiedene Farbe besitzt, so wird derselbe durch die stark durchscheinende Masse um so deutlicher gesehen, je dünner die letztere ist; sind die aufgelegten Ornamente mit Berücksichtigung dieses Umstandes angefertigt, so machen sie vollständig den Eindruck einer antiken Camee, in welcher Licht und Schatten entsprechend abgetönt sind.

Am schönsten fallen derartige Verzierungen auf rein blauem (Kobalt-) oder grünem (Chrom-) Untergrund, sowie auf der schwarzen Basaltmasse aus, indem das Aussehen dieser Grundmassen an Sammt erinnert und sich die Plastik von einem derartigen Untergrund besonders schön abhebt. Es ist von dem Geschmacke desjenigen, welchem die künstlerische Ausschmückung der Gefäße obliegt, abhängig, welche Farben er in der Grundmasse und in den Ornamenten zu wählen hat; wie erwähnt, kommen cameenartige Verzierungen am schönsten auf blauem, grünem und schwarzem, sowie auch auf carneolrothem Untergrund zur Wirkung.

Wenn, was seltener vorkommt, die Wedgewoodwaaren noch durch Bemalen mit Farben geschmückt werden sollen, so wird die Ausführung der Malerei in derselben Weise vorgenommen, wie dies bei feineren Thonwaaren immer geschieht; die mit einem leichtschmelzbaren Glase (Fluß) vermischten Farben werden mit Lavendelöl abgerieben, die Malerei mit dem Pinsel aufgetragen und die fertigen Gegenstände in der Muffel so weit erhitzt, daß das Flußmittel eben schmilzt, worauf die Farben fixirt erscheinen.

Will man die Farben dem Untergrunde entsprechend nur mit mattem Glanze erhalten, so muß man trachten, die Farben in der Weise zusammenzusetzen, daß sie nur sehr

wenig Flußmittel enthalten; brennt man dann solche Farben in der Muffel ein, wobei ein großer Theil der Flußmasse von dem Thone selbst eingesaugt wird, so erscheinen die Farben nur wenig glänzend, jedenfalls nicht mit dem stark hervortretenden Glasglanze, welchen sie bei dem gewöhnlichen Verfahren zeigen.

Glasirtes feines Steinzeug.

Diese Sorte von Steinzeugwaare wird in England wohl auch unter dem Namen „China“, das ist gleichbedeutend mit „Porzellan“, verkauft, ohne jedoch Porzellan zu sein, obgleich sie dem letzteren sehr nahe steht. Andere für dieses Geschirr gebrauchte Benennungen sind Iron-stone, White flint, White granit u. s. w. Die Mischungen, aus welchen das Materiale für diese Waaren hergestellt wird, bestehen aus einem sehr bildsamen, beim Brande vollkommen weiß werdenden Thone, welchem man Kaolin und Feuersteinmehl zufügt, und das Ganze mit mindestens der doppelten Menge von Cornish-stone vermengt.

Der Hauptsache nach kommt die Zusammensetzung dieser Massen jener des echten Porzellanes (dieses besteht aus Kaolin, Quarz und Feldspath) sehr nahe, der Unterschied liegt nur darin, daß man einen Theil des Kaolins durch billigeren und minder feuerfesten Thon ersetzt und daß man bei der Masse, die für feines Steinzeug dient, die Menge des anzuwendenden Flußmittels (der Cornish-stone, welcher als Flußmittel dient, hat in seiner Zusammensetzung die größte Aehnlichkeit mit dem Feldspathe) sehr bedeutend vergrößert.

Diese Abweichungen in der Zusammensetzung bedingen auch das von jenem des echten Porzellans abweichende physikalische und chemische Verhalten der Masse, sie ist weit

weniger feuerfest als Porzellan und schmilzt im Scharfffeuer der Porzellanöfen vollständig zu einer glasigen Masse, sie ist nicht durchscheinend, und sie verträgt nicht leicht schneller vor sich gehende Temperaturänderungen, sie läßt sich aber wegen ihrer weit größeren Bildsamkeit weit leichter in jede beliebige Form bringen, als die nur wenig Plasticität zeigende Porzellanmasse.

Die Zusammensetzung der Massen, aus denen feinglasirtes Steinzeug angefertigt werden soll, zeigt in den verschiedenen Fabriken die größten Schwankungen, welche durch die Verschiedenheiten in der Beschaffenheit des den betreffenden Fabriken zu Gebote stehenden Materiales ihre Begründung finden; in manchen Fabriken wendet man z. B. in der Composition ansehnliche Mengen von Feuersteinmehl an, indeß man in anderen Fabriken gar keinen Feuerstein zur Herstellung der Masse nimmt, indem schon der Thon eine genügende Menge feinen Quarzsandes enthält, ein weiterer Zusatz von Kieselsäure daher überflüssig erscheint. Auch in Bezug auf das Verhältniß zwischen Thon und Kaolin kommen sehr bedeutende Unterschiede in den Massen vor, und ist das maßgebende Moment für die Menge des anzuwendenden Kaolines in der Beschaffenheit des anzuwendenden Thones gelegen. Je mehr sich derselbe in seinen chemischen Eigenschaften jenen des ganz reinen Thones nähert (Kaolin ist ganz reiner Thon), desto sparsamer wird man mit dem Kaolin, dem theuersten Bestandtheile der ganzen Masse, umgehen können und umgekehrt.

Welche Zusammensetzung man aber auch den Thonmassen giebt, als Regel wird eingehalten, daß die Menge des Flußmittels in diesem Falle stets das dem Feldspathe nahestehende Mineral Cornish-stone beiläufig die Hälfte von dem Gewichte der ganzen Masse ausmacht. In der Hitze

des Brennofens schmilzt nämlich der Cornish-stone zu einer Masse, welche man als ein ungemein strengflüssiges Glas bezeichnen kann, und finden sich in derselben die feinen Thontheilchen, sowie die Theilchen des Kaolines und Quarzes eingeschlossen.

Der Umstand, daß die Hauptmasse der Geschirre nach dem Brande geschmolzen ist, bedingt einerseits die Härte der gebrannten Masse, andererseits die Undurchdringlichkeit derselben gegen Flüssigkeiten; würde man mit der Menge des Flußmittels unter ein gewisses Maß herabgehen, so wäre die Folge hievon eine geringe Härte und ein erdiger Bruch in der gebrannten Masse.

Wenn man diese allgemeinen Gesichtspunkte, welche bei der Zusammensetzung der Massen zu berücksichtigen sind, in Erwägung zieht, so wird es nicht schwierig sein, eine der nachstehend angeführten Vorschriften in der Weise abzuändern, welche durch die speciellen Eigenschaften des zur Verfügung stehenden Thones bedingt werden. An Stelle des in England angewendeten Chornish-stone kann man einen weißen Feldspath, wie derselbe an vielen Orten vorkommt, benützen.

A. Feuersteinhaltige Massen.

	I.	II.	III.
Cornish-stone	80	100	30
Kaolin	20	28	10
Blauer Thon	40	18	18
Feuerstein	20	40	2

B. Feuersteinfreie Massen.

	I.	II.	III.	IV.
Cornish-stone	40	200	90	50
Kaolin	10	—	30	20
Blauer Thon	20	80	80	25
Glasscherben	—	—	—	1

Die Herstellung und die Bearbeitung der Massen stimmt mit jener anderer feiner Massen für keramische Zwecke überein; die für sich allein auf das Feinste trocken zerkleinerten Bestandtheile werden auf Blockmühlen naß vermahlen und zusammengeschlammmt; der Schlamm wird entweder durch Filterpressen oder durch Luftdruck schnell entwässert, zum Zwecke der Erhöhung der Bildsamkeit geknetet und mehrere Monate lang in Kellern gelagert.

Das Formen geschieht entweder auf der Töpferscheibe durch Gießen in Gießmodelle oder auch durch Pressen. Ornamente werden immer durch Pressen dargestellt; die luft-trockenen Geschirre werden auf der Drehbank abgedreht und solche, welche plastischen Schmuck (aufgelegte Verzierungen) erhalten, noch besonders mit Bildhauerwerkzeugen überarbeitet.

Der Brand dieser feinen Waaren muß in Kapseln vorgenommen werden, und wendet man hiefür allgemein stehende Defen an, welche eine genügend hohe Temperatur zu geben vermögen.

Geschirre, welche bloß einen dünnen glänzenden Glasurüberzug erhalten sollen — dieser wird besonders bei solchen beliebt, welche mit reichem plastischem Schmucke zu versehen sind — erhalten den Ueberzug auf indirectem Wege während des Brandes. Es wird nämlich zu diesem Behufe die Innenseite der Kapseln, in welche die zu brennenden und gleichzeitig zu glasirenden Geschirre gestellt werden, mit einer Mischung bestrichen, welche durch Zusammenmahlen von

Kochsalz	67	Gewichtstheile
Pottasche	28	" .
Bleiglätte	5	"

erhalten wird. In der Glühhize verflüchtigt das Kochsalz am stärksten, minder stark das Kali der Pottasche und das Blei-

oxyd. In Berührung mit der Thonmasse werden diese Dämpfe in der Weise zerlegt, daß ein sehr strengflüssiges Natron-Kali-Thonerde- und Bleioxyd-Silicat entsteht, welches als ein stark glänzender hauchartiger Ueberzug, der aber innig mit der Unterlage verbunden ist, die Oberfläche bedeckt und die Umrisse der plastischen Verzierungen in voller Schärfe erscheinen läßt.

Wenn man neue Kapseln zum Glasiren solcher Waaren verwenden will, so muß man die angegebene Glasurmasse ziemlich dick auftragen, indem die Wand der Kapsel selbst die Dämpfe sehr stark ansaugt; sind die Kapseln wiederholt gebraucht worden, so reicht man mit einer weit geringeren Menge von Glasur aus, indem die Kapsel nichts mehr davon annimmt. Je dünner die Glasurschicht überhaupt ist, desto schöner ist das Aussehen der gebrannten Waare, und desto schärfer kommen die Verzierungen zum Vorscheine.

Tafelgeschirr, bei welchem es weniger auf das Hervortreten der Ranten mit voller Schärfe als auf eine Oberfläche ankommt, welche hart genug ist, um dem Zerrißwerden durch Messer zu widerstehen, erhält bisweilen eine Glasur, welche gewisse Ähnlichkeit mit der Glasur des Porzellanes besitzt, aber leichter schmelzbar ist als diese. Nachstehend zwei Vorschriften zur Anfertigung solcher Glasuren, welche durch Eintauchen der verglühnten Geschirre aufzutragen sind und an den Stellen, mit welchen das Gefäß auf der Unterlage ruht, weggewischt werden müssen.

Bleifreie Glasur.

Scherben von weißem Glas	50
Quarzsand	8
Feldspath	18
Schwerspath	25

Bleihältige Glasur.

Quarzsand	30
Feldspath	40
Mennige	25
Potasche	5
Calcinirter Borax	20

Die gar gebrannten weißen Waaren werden, namentlich wenn sie für Tafelgeschirr bestimmt sind, ganz in derselben Weise geschmückt, wie dies schon mehrfach angegeben wurde; die Farben, welche man zum Bemalen anwendet, sind Muffelfarben (Farben, gemengt mit leicht schmelzbarem Flußmittel); sie werden, mit Lavendelöl angerieben, verwendet und in der Muffel bei schwacher Glühhitze eingebrannt.

Sorgfältig dargestelltes, weißes, glasiertes Steinzeuggeschirr läßt sich im Aussehen oft nicht von Porzellan guter Qualität unterscheiden, es ist aber leicht daran zu erkennen, daß es nicht durchscheinend ist und nicht jenen hellen Klang besitzt, wie das echte Porzellan, dem es auch an Widerstandsfähigkeit gegen schnellen Temperaturwechsel nachsteht.

Seitdem das Porzellan so billig geworden ist wie jetzt, tritt die Bedeutung des feinen glasierten Steinzeuges für Tafelgeschirr weit mehr zurück als vormals; es ist dasselbe aber ein ganz vorzügliches Material für künstlerische Zwecke und ist in dieser Hinsicht seiner größeren Plasticität wegen sogar dem Porzellan in gewissem Sinne vorzuziehen, jedoch mehr für Gefäße als für figuralsche Zwecke, da es wegen des Fehlens der Eigenschaft, durchscheinend zu sein, keine so weichen Contouren liefert wie Porzellan.

XXI. Das weiche französische Porzellan.

Ob es gelungen war, in Europa Massen darzustellen, welche jenen des aus China eingeführten Geschirres gleichkamen und sie auch bald an Qualität übertrafen, suchte man wenigstens solche Massen anzufertigen, welche sich dem äußeren Ansehen nach dem Porzellan nähern und namentlich die Eigenschaft des Durchscheinens, sowie eine bedeutende Härte mit letzterem theilen. Besonders waren in dieser Richtung die Fabrikate der französischen Fabriken berühmt. Die Waaren aus der sogenannten *Pâte tendre*, welche in Sevres angefertigt wurden und neuerdings wieder angefertigt werden, stehen in Bezug auf eigenthümliche Schönheit sogar dem eigentlichen Porzellan in mancher Beziehung voran.

Wie sich aus der nachfolgenden Darstellung der Anfertigung dieser Waaren ergeben wird, darf man dieselben eigentlich nicht mehr zu den Thonwaaren rechnen, sondern sollte sie strenge genommen zu den Gläsern zählen, indem sie in chemischer Beziehung eigentlich zu den strengflüssigsten Alkali-Thonerde-Silicaten gehören, welche selbst in der Hitze der besten Brennöfen nur unvollständig schmelzen. Nachdem aber die Darstellung der diesbezüglichen Massen, das Formen derselben zu Gefäßen, das Glasiren derselben und Brennen fast ganz mit den Operationen übereinstimmt, welche man in der Thonwaaren-Industrie vornimmt, so stellt man die oben genannten Massen, welche auch als altfranzösisches Porzellan bezeichnet werden, allgemein zu den keramischen Massen.

Infolge seiner Beschaffenheit als glasige halbgeschmolzene Masse erscheint das französische Porzellan als eine rein weiße und sehr durchscheinende Substanz, welche namentlich ausgezeichnet zum Formen von Statuen, blumenförmigen

Ornamenten u. s. w. verwendbar ist. Die Härte des „weichen“ Porzellans — der Name bezieht sich auf die leichte Schmelzbarkeit zum Unterschiede vom „harten“ oder unschmelzbaren Porzellan — ist eine sehr große und kommt jener des echten Porzellans gleich, die Widerstandsfähigkeit gegen schnellen Temperaturwechsel ist jedoch sehr gering; Theetassen aus diesem Materiale erhalten gewöhnlich schon nach ganz kurzem Gebrauche Risse, die sich allmählich durch die ganze Masse fortpflanzen und dann veranlassen, daß das Gefäß bei einer ganz schwachen Erschütterung bricht.

Die Masse, aus welcher man früher in Sevres die berühmte *pâte tendre* darstellte, ist ein Gemenge aus Salpeter, Soda, Rochsalz, Alaun, Gyps und Sand; in der Hitze des Brennofens werden die genannten Körper sämtlich in der Weise verändert, daß Silicate entstehen, die sich mit einander zu sehr schwer schmelzbaren Gläsern vereinigen, welche die noch ungeschmolzen gebliebenen und in der Hitze des Brennofens noch nicht schmelzbaren Silicate umschließen.

Nachdem man gegenwärtig in den chemischen Kenntnissen weiter vorgeschritten ist als zu jener Zeit, in welcher diese Fabrikationsweise in Sevres in großem Maßstabe betrieben wurde (von 1750 bis 1804) kann man die Massen einfacher zusammensetzen, und läßt sich hierfür blos ein Gemisch aus Kalialaun, Soda, kohlensaurem Kalk und Sand verwenden. Die in Sevres angewendete alte Mischung bestand aus folgenden auf das Feinste zerkleinerten Körpern:

Geschmolzener Salpeter	22.0	Gewichtstheile
Rochsalz	7.2	„
Alaun (geglüht)	3.6	„
Soda von Alicante	3.6	„
Gyps v. Montmartre (geglüht)	3.6	„
Sand von Fontainebleau	60.0	„

Die auf das Innigste gemengte Masse wurde in besonderen Ofen so stark erhitzt, daß sich eine Fritte bildete, welche man mit Wasser abschreckte, pulverte und noch mit heißem Wasser auswusch. Dieses Auswaschen hat den Zweck, die etwa unzerlegt gebliebenen Salze aus der Frittemasse zu entfernen und nur die Silicate zu hinterlassen. Die so erhaltene Fritte wurde durch Mengen mit Kreide und Kalkmergel in die eigentliche pâte tendre umgewandelt, und war diese folgender Art zusammengesetzt:

Frittemasse 75 Gewichtstheile

Kreide geschlämmt 17 "

Kalkmergel geschlämmt 8 "

Die pâte tendre besitzt eigentlich gar keine Plasticität, der allein eine sehr geringe Bindekraft besitzende Kalkmergel ist in zu geringer Menge vorhanden, um die Masse bildsam zu machen. Um daher die Masse überhaupt formen zu können, muß man ihr dadurch, daß man ihr direct Leimwasser oder Tragantischleim zufügt, Bindekraft verleihen. Das Formen auf der Töpferscheibe ist aber auch dann kaum anwendbar, und wurden die Objecte meistens in Gypsformen angefertigt; in neuerer Zeit ist das Verfahren der Formgebung durch die Anwendung poröser Formen und des Luftdruckes sehr erleichtert worden.

Die Ausführung des Brennens ist mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden, indem die Masse, um die gehörige Beschaffenheit zu erlangen, im Scharffeuer so stark erhitzt werden muß, daß sie sehr weich wird. Um das sonst unvermeidlich eintretende Verziehen der geformten Gegenstände während des Brandes hintanzuhalten, stellt man z. B. Teller auf Unterlagen, welche ihrer Form entsprechen, und versieht anders gestaltete Gegenstände mit Stützen, welche das Zusammen sinken unmöglich machen.

Der Biscuitbrand wurde in liegenden Flammenöfen ausgeführt und dauerte 75—100 Stunden; bei den gegenwärtig in Anwendung stehenden runden Öfen ist jedoch die Brenndauer wegen der besseren Construction dieser Öfen eine viel kürzere. Die vollständig gebrannten Geschirre sind stark durchscheinend, aber glanzlos, und müssen durch Angießen mit der flüssigen Glasurmasse mit Glasur überzogen werden, indem sie kein Wasser ansaugen und infolge dessen auch nicht durch Eintauchen mit Glasurmasse bedeckt werden können.

Die Glasur ist ein sehr strengflüssiges Bleiglas, welches, um geschmolzen zu werden, einer beinahe eben so hohen Temperatur bedarf, wie sie der Biscuitbrand erfordert, und die so hoch ist, daß die ganze Masse der Gefäße wieder erweicht. Die in Sèvres angewendete Glasurmasse wurde zusammen-
gesetzt aus:

Geschlammte Bleiglätte . . .	38	Gewichtstheile
Geglihter Sand	27	"
Gebrannter Feuerstein . . .	11	"
Potasche	15	"
Soda	9	"

und wurde, um eine gleichförmige Beschaffenheit der Masse zu erlangen, sehr sorgfältig zubereitet. Die Substanzen wurden nämlich in Tiegeln geschmolzen, die geschmolzene Masse in Wasser gegossen, gepulvert und einer zweiten Schmelzung unterzogen; die feingeschlammte fertige Glasurmasse mußte, um auf dem Geschirre durch Anguß befestigt zu werden, den Zusatz eines Bindemittels erhalten, als welches man gewöhnlich Tragantthschleim verwendete. Das Auftragen der Glasur erfordert große Uebung, um den Ueberzug gerade in der richtigen Stärke zu erhalten; ist derselbe zu dick, so kommen die Umrisse der Gegenstände nicht deutlich zum Vorschein, erscheinen verschwommen, ist der Glasüberzug zu dünn, so tritt der Glanz der Glasur nicht genügend stark hervor.

Nachdem die *pâte tendre* als Geschirrmasse von dem echten Porzellan bedeutend überholt ist, wendet man sie hauptsächlich nur zur Herstellung von Kunstgegenständen an, und werden in dieser Richtung in Sèvres außerordentlich kostbare Stücke, welche mit aufgelegten farbigen Massen, ferner mit Farben, die in der Muffel eingebrannt werden, versehen sind, angefertigt. Die Fabrikation des Weichporzellans ist eben eine Specialität gewisser Fabriken, und erfordert die Nachahmung solcher Specialitäten sehr bedeutende keramische Kenntnisse, wenn überhaupt Waaren dargestellt werden sollen, die den Vergleich mit den französischen Mustern aushalten, von welchen das berühmte keramische Museum zu Sèvres eine große Anzahl der schönsten in Sèvres selbst dargestellten Stücke, sowohl aus der älteren Periode der Fabrik, als auch aus neuerer Zeit, in welcher man wieder die Fabrikation der *pâte tendre* aufgenommen hat, enthält.

XXII. Das weiche englische Porzellan.

Weit näher steht dem echten Porzellan das weiche englische oder Knochenporzellan, als die *pâte tendres* der französischen Fabriken, denn die Masse, aus welcher es besteht, ist nicht eine solche von glasartiger Beschaffenheit, sondern eine echte Thonmasse, welche in ihrer Eigenschaft beiläufig die Mitte zwischen feiner Fayence und dem Hartporzellan hält.

Das englische Weichporzellan ist in Bezug auf das reine Weiß in der Farbe, sowie auf die Durchlässigkeit für Licht (Durchscheinendsein) dem Hartporzellan völlig gleich, es ist aber weit weniger feuerbeständig als dieses und ist mit einer weichen Glasur, welche durch Stahl geritzt werden kann, versehen. In Bezug auf sein Verhalten gegen das Licht und namentlich für künstlerische Zwecke steht das Weich-

porzellan weit über dem Hartporzellan; Biscuitmassen aus ersterem zeigen das Aussehen des reinsten feinkörnigen weißen Marmors oder Abasters, sind daher außerordentlich zur Anfertigung von Statuen, Büsten, Pflanzenornamenten, kurz im Allgemeinen für künstlerische Zwecke geeignet; eine weitere Eigenschaft des englischen Weichporzellanes, welche es zur Anfertigung von Kunstobjecten sehr werthvoll erscheinen läßt, liegt darin, daß sich die geformten Gegenstände beim Brennen nicht leicht verziehen und wegen der durchscheinenden Beschaffenheit Farben mit einer Zartheit und Weichheit erscheinen lassen, welche bei Hartporzellan nur schwierig, bei manchen Farben gar nicht erreicht werden kann.

Die Gefäßmasse für das englische Weichporzellan wird aus Porzellanerde (Kaolin) und einem beim Brennen rein weiß werdenden und vollkommen plastischen Thone unter Zusatz von Feuerstein, Cornish-stone, Gyps oder Knochenasche angefertigt. Die letztere dient als Flußmittel, und stammt auch der Name „Knochenporzellan“ von diesem Zusätze her, doch wird in neuerer Zeit die Knochenasche immer weniger angewendet, und ersetzt man sie durch Cornish-stone, wodurch die Massen eine größere Strengflüssigkeit gewinnen.

In jenen Fabriken, in welchen man noch Knochen anwendet, benützt man nur Rinderknochen, indem die Knochen anderer Thiere, z. B. von Pferden oder Schweinen, reicher an Eisenverbindungen sind, als die Rinderknochen und infolge dessen deren Masse einen bräunlichen oder gelblichen Farbenton verleihen würden. Ein großer Theil der Knochen wird aus Südamerika (Buenos-Ayres) eingeführt, doch kommt in neuerer Zeit aus diesem Lande viel Knochenasche nach Europa, die an Stelle der Knochen verwendet werden kann, indem es sich in der Porzellanfabrikation nur um die in den Knochen enthaltene organische Substanz handelt.

Nachdem in der Knochenasche keine Spur von Kohle zurückbleiben darf, indem die Geschirrmasse hiedurch eine in's Graue neigende Färbung erhalten würde, muß die Knochenasche in Flammöfen unter reichlichem Luftzutritt so lange geglüht werden, bis sie vollkommen weiß geworden ist und sich eine Probe der geglühten Masse in Säuren, ohne den geringsten Rückstand zu hinterlassen, auflöst.

An Stelle des dreibasischen Calciumphosphates, wie es sich in der Knochenasche vorfindet, kann man auch Calciumphosphat in Form von Mineralien anwenden, und wird thatsächlich zu diesem Zwecke aus Spanien (Estremadura) ein sehr reiner Apatit (mit 93 Procent Gehalt an Calciumphosphat) eingeführt.

Die physikalische Aufbereitung der Massen erfolgt in der gewöhnlichen Weise durch Mahlen in Blockmühlen und Zusammenschlämmen, die Beseitigung des überschüssigen Wassers entweder durch Eindampfen der Schlamm-Massen oder rascher durch Luftdruck. Massen, welche zur Anfertigung von Kunstgegenständen (Statuen, Büsten u. s. w.) bestimmt sind, werden, um ihnen die Eigenschaft des Durchscheinendseins in noch höherem Grade zu ertheilen als dem für Geschirre bestimmten, einer anderen Behandlung unterzogen als diese; man stellt nämlich zuerst aus Quarz, Knochenasche und Potasche ein sehr strengflüssiges Glas oder vielmehr eine Glasfritte dar, und wird letztere nach dem Mahlen und Schlämmen mit Kaolin gemischt.

Die Geschirrmassen für Weichporzellan werden in den englischen Fabriken in folgenden Verhältnissen dargestellt:

I.

Thoniger Kaolin . . .	11	Gewichtstheile
Plastischer Thon . . .	19	"
Feuerstein	21	"
Knochenasche	49	"

II.

Thoniger Kaolin . . .	41	Gewichtstheile
Feuerstein	16	"
Knochenasche	43	"

III.

Thoniger Kaolin . . .	31	Gewichtstheile
Cornish-stone	26	"
Feuerstein	2·5	"
Knochenasche	40·5	"

IV.

Kaolin	15	Gewichtstheile
Cornish-stone	50	"
Knochenasche	29	"
Scherben von Weichporzellan .	1·5	"
Drehspäne von "	1·5	"

Diese Massen besitzen je nach ihrer Zusammensetzung verschiedene Grade von Schmelzbarkeit, und zeigt z. B. die Masse IV in ihrer Beschaffenheit schon sehr große Aehnlichkeit mit dem Hartporzellan, indeß die Massen I und II den Charakter des eigentlichen stark durchscheinenden Weichporzellans an sich tragen.

Die zur Anfertigung von Kunstgegenständen bestimmte Masse, welche deshalb auch als „Sculpturmasse“ bezeichnet wird, wird in folgender Weise dargestellt: Es werden in Fritte verwandelt:

Quarzsand . . .	33	Gewichtstheile
Knochenasche . . .	65	"
Potasche	2	"

und die gemahlene Fritte mit 21 Theilen Kaolin zusammengeschlämmt. Mit der Porzellan-Sculpturmasse dürfen nicht jene

verwechselt werden, welche man mit dem Namen *Barian* oder *Carrara* bezeichnet, Massen, auf deren Darstellung wir noch unten zurückkommen werden.

Die Glasuren, welche für das englische Weichporzellan in Anwendung gebracht werden, sind bleihaltige Kiesel- und Borsäuregläser, welche in Verhältniß zur Schmelzbarkeit der eigentlichen Geschirrmasse leicht schmelzbar genannt werden können. Die Glasuren, welche das Weichporzellan erhält, lassen sich mit gutem Stahle ritzen und sind wegen ihres Blei- und Borsäuregehaltes auch nicht gegen Säuren vollkommen widerstandsfähig, reißen übrigens auch weit leichter als die Glasur des Hartporzellans, wenn die Gegenstände schnellem Temperaturwechsel ausgesetzt werden.

Die englischen Fabrikanten verwenden übrigens große Mühe darauf, die Zusammensetzung der Glasurmassen mit jener der Geschirrmassen in solcher Weise in Uebereinstimmung zu bringen, daß die Ausdehnung und Zusammenziehung beider durch Erwärmen und Abkühlen so gleichmäßig als möglich erfolgt und infolge dessen das Entstehen von Sprüngen in der Glasurmasse hintangehalten wird. Es wird daher entsprechend den specifischen Eigenschaften der oben angeführten Geschirrmassen Nr. I bis IV auch vier verschiedene Glasurmassen geben müssen, deren Zusammensetzung jener der Geschirrmassen entsprechend gewählt wird.

Glasurmasse Nr. I.

Fritte aus:	Feldspath . . .	48	Gewichtstheile
	Feuerstein . . .	9	"
	Borax . . .	22	"
	Flintglas . . .	21	"
Gemischt mit:	Mennige . . .	12	"

Glasurmasse Nr. II.

Cornish-stone	20	Gewichtstheile
Feuerstein	17	"
Borax	19	"
Flintglas	11.5	"
Soda	6.5	"
Mennige	23	"
Zinnoryd	2.5	"
Smalte	2	"
Flintglas		"

Glasurmasse Nr. III.

Man bereitet Fritte aus:

Cornish-stone	34	Gewichtstheile
Kreide	17	"
Feuerstein	15	"
Borax	34	"

vermischt:

Fritte	69	"
Cornish-stone	10	"
Bleiweiß	21	"

Glasurmasse Nr. IV.

Feldspath	44	Gewichtstheile
Sand	8	"
Kaolin	5	"
Borax	28	"
Potasche	10	"

Die oben erwähnte, als „Parian“ bezeichnete Masse gleicht im Aussehen dem im Alterthume berühmten Marmor von Paros, aus welchem die Mehrzahl der altgriechischen Marmor-Bildwerke angefertigt wurden, und ist der Name Parian von Paros abgeleitet, ebenso wie die Benennung

„Carrara“ an den bekannten Fundort rein weißen Marmors in der Nähe von Carrara erinnern soll.

Die zum Barian und Carrara verwendeten Massen werden in den verschiedenen Fabriken nach ungemein wechselnden Verhältnissen zusammengesetzt, je nach der Beschaffenheit der Materialien, welche der betreffenden Fabrik zu Gebote stehen. Um das durchscheinende Ansehen der Massen zu erzielen, welche Eigenschaft hier sehr hochwichtig ist, indem Barian und Carrara fast ausschließlich für Kunstzwecke verwendet werden, nimmt man auch eine Frittung der glasbildenden Bestandtheile vor und mengt die gemahlene und geschlämmte Fritte mit den übrigen Körpern. Die nachfolgende Vorschrift giebt ein Beispiel für eine Barian von tadelloser Beschaffenheit liefernde Masse.

Es wird gefrittet:

Quarzsand	80	Gewichtstheile
Feldspath	35	„
Cornish-stone	15	„
Potasche	12	„

und vermengt:

Fritte	50	„
Feldspath (gemahlen) .	35	„
Feldspath (geglüht) . .	35	„
Kaolin	75	„
Knochenasche	75	„
Flintglas	15	„

Es ist nicht üblich, Barian- oder Carraragegenstände mit Glasuren zu versehen, indem durch letztere der eigenthümliche, wachsartige und sehr an jenen des Marmors erinnernde Glanz, welcher Barian und Carrara auszeichnet, verloren ginge und durch den harten Glasganz, welchen die Glasirung bedingt, ersetzt werden würde. Die mit

farbigen Glasuren versehenen Barianmassen, welche je nach der Farbe als Malachit, Lapis-Lazuli, Obsidian u. s. w. bezeichnet wurden, haben wohl aus diesem Grunde keinen bedeutenden Anwerth gefunden.

In den englischen Fabriken werden aus Barian, sowie aus weichem Porzellan Gegenstände dargestellt, deren Wandstärke nicht beträchtlicher ist, als die Dicke von starkem Zeichenpapier. Bei dem Umstande, daß die erwähnten Massen beim Brennen stark erweichen, wäre es nun absolut unmöglich, so dünnwandige Gegenstände anzufertigen, und kann dies nur unter Zuhilfenahme eines anderen Kunstgriffes geschehen. Letzterer besteht darin, daß man die geformten und an der Luft getrockneten Gegenstände in den Kapseln, in welchen sie gebrannt werden sollen, allseitig mit feinem Feuersteinmehle umgiebt, welch' letzteres, selbst vollkommen unschmelzbar, der erweichenden Masse zur Stütze dient und das Zusammensinken derselben verhindert.

XXIII. Das Hart-Porzellan oder echte Porzellan.

Das Hart-Porzellan ist die werthvollste keramische Masse, welche man kennt, und war, wie schon in der Einleitung nachgewiesen wurde, das Bestreben der Keramiker früher darauf gerichtet, Geschirre darzustellen, welche den aus China nach Europa gebrachten Geschirren gleich kamen; bei diesen Versuchen kam man zwar dahin, sehr schöne keramische Massen darzustellen, wie das weiche, englische und französische Porzellan, die sich aber sehr merklich von den chinesischen Originalen unterscheiden. Erst Böttcher's Entdeckung der Kaolinerde führte in Europa auf den richtigen Weg in der Porzellanfabrikation.

Obwohl die Porzellanfabrikate chinesischen Ursprunges die Vorbilder der europäischen waren, so wurden die europäischen Nachahmungen bald zu solcher Vollkommenheit gebracht, daß sie an Qualität der Masse nicht nur die chinesischen Massen erreichten, sondern bald hoch übertrafen; was Gleichmäßigkeit der Masse, Indifferenz gegen chemische Einwirkungen und schnelle Temperaturänderungen anlangt, steht gegenwärtig das chinesische Porzellan weit hinter dem europäischen zurück, und haben die aus China nach Europa gebrachten Porzellanwaaren nur mehr einen specifischen Werth.

Seinen physikalischen Eigenschaften nach ist das Porzellan von rein weißer Farbe, läßt das Licht sehr stark durchscheinen, ist so hart, daß es mit dem Stahle nicht geritzt werden kann und beim Anschlagen hellen Klang giebt. Der Thon, welchen man zur Fabrication des Porzellanens verwendet, ist immer der reinste, welchen es giebt: Kaolin, und wird dieser mit Quarz und Feldspath zur Porzellanmasse verbunden. In der hohen Temperatur des Brennofens schmelzen die Flußmittel zu einem ungemein strengflüssigen Glase, welches die winzig kleinen Theilchen des unschmelzbaren Kaolines umhüllt, so daß die Porzellanmasse in ihrer Zusammensetzung eine gewisse Aehnlichkeit mit jenen Glasur- oder Emaille-Massen besitzt, die auch aus einem Glase bestehen, in welches ein fein vertheilter weißer Körper (Zinnoxid) eingesmolzen ist.

Die Porzellanglasuren weichen in ihrer Beschaffenheit sehr von den Glasuren der anderen keramischen Massen ab; sie haben nämlich dieselbe Zusammensetzung wie die Grundmasse, mit dem Unterschiede, daß die Menge der Flußmittel in der Glasur so groß gewählt wird, daß dieselbe zu einem durchsichtigen, ungemein harten Glase schmilzt.

Die große Aehnlichkeit, welche die Porzellanmasse und die Porzellanglasur in chemischer Beziehung besitzen, bedingt

auch eine sehr bedeutende Uebereinstimmung in den physikalischen Eigenschaften beider Massen; bei gutem Porzellan ist die Ausdehnung und Zusammenziehung der Glasur und Grundmasse bei verschiedenen Temperaturen gleich groß, und kommt deshalb das Springen oder Rissigwerden der Glasur beim schnellen Erwärmen und Abkühlen nicht zu dickwandiger Porzellangegegenstände nicht vor.

Wenn der Kaolin wirklich nur aus der Verbindung: Kiesel-saure Thonerde bestünde, so brauchte man nur auf die Zusammensetzung des der Fabrik zu Gebote stehenden Feldspathes Rücksicht zu nehmen, um sogleich unter Mitverwendung des überall gleich zusammengesetzten Quarzes Porzellan von einer in allen Fabriken gleichen Qualität zu erhalten.

Die Kaoline der verschiedenen Lagerstätten unterscheiden sich aber ziemlich bedeutend von einander, indem sie neben kiesel-saurer Thonerde noch wechselnde Mengen von Kalk, Magnesia und Alkalien enthalten. In den meisten Kaolinen beträgt die Menge aller dieser Stoffe zusammen noch unter 5 Procent, sie ist aber schon hinreichend, um auf die Eigenschaften der hergestellten Porzellanmasse den größten Einfluß zu nehmen.

Um daher in einer Fabrik immer Porzellan von gleicher Beschaffenheit herzustellen, ist es unbedingt nothwendig, die qualitative und quantitative Zusammensetzung aller zur Herstellung der Massen zu verwendenden Mineralien genau zu kennen, und geht man darin mit Recht so weit, daß man Kaoline, welche zwar von den gleichen Hauptlagerstätten, aber von verschiedenen Stellen derselben stammen, einer Analyse unterwirft, ehe man mit ihnen zu arbeiten anfängt, indem die Analyse schon Fingerzeige giebt, in welcher Weise man die Zusammensetzung der Massen abzuändern hat, um gewisse Eigenschaften des Porzellans zu erhalten.

Die nachstehenden Analysen zeigen die Zusammensetzung dreier Kaoline und zwar Nr. I jene des Kaolines von Passau, Nr. II jene des Kaolines von Gießhübl bei Karlsbad und Nr. III die Analyse des Kaolines von Almanzor in Spanien.

	I.	II.	III.
Kieselsäure	46.59	47.50	37.99
Thonerde	36.54	37.99	31.07
Eisenoxyd	0.69	2.51	Spur
Kalkerde	3.02	—	—
Magnesia	1.29	—	—
Kali	1.32	0.90	28.30
Glühverlust	9.69	—	
Wasser	—	10.78	

Die Schwankungen in der Zusammensetzung der Kaoline werden dadurch bewirkt, daß der Thonsubstanz (dem reinen Kaoline) wechselnde Mengen von Trümmern anderer Mineralien beigemengt sind; manche Kaoline sind z. B. so reich an Feldspath, daß man ihnen gar keinen Feldspath mehr, sondern nur Quarmehl zuzusetzen braucht, um sogleich eine Porzellanmasse von geeigneter Beschaffenheit zu erhalten. Kaolin von dieser Beschaffenheit wird z. B. bei Nriex in Frankreich gefunden und in der Porzellanfabrik von Sevres nur mit Quarz allein zur Porzellanmasse verarbeitet. Dieser Kaolin hat folgende procentische Zusammensetzung:

		Durch Schwefelsäure nicht zersetzbar	zersetzbar	Zusammensetzung der durch Schwefel- säure zersetzbaren Thonsubstanz
Kieselsäure	58.39	32.22	26.17	47.09
Thonerde	27.52	7.49	20.03	36.04
Eisenoxyd	0.36	—	0.36	0.64
Kalkerde	1.52	4.40	1.82	3.27
Magnesia	0.41			
Kali	1.71			
Natron	2.58			
Glühverlust	7.19		7.19	12.94

Demnach hat dieser Kaolin folgende Zusammensetzung nach den in ihm enthaltenen Gemengtheilen:

Eigentliche Thonsubstanz	58·88
Kieselsäure frei (Quarz)	5·95
Feldspath	38·17

Nach den vielen über Kaoline aus verschiedenen Fundorten vorliegenden Analysen schwankt der Gehalt an Thonsubstanz zwischen 50 und 97 Procent, jener an Quarz zwischen 2 und 36 Procent und jener an Feldspath zwischen $\frac{1}{2}$ und 9 Procent, und muß man dem Kaoline entsprechend in jeder Fabrik das Mischungsverhältniß der drei Grundmaterialien anders wählen. Die Zusammensetzung kann nicht nach den Analysen guter Porzellane berechnet werden, indem die aus verschiedenen Fabriken stammenden Porzellane sehr verschiedene quantitative Zusammensetzung zeigen, sondern kann man durch praktische Versuche, die man am zweckmäßigsten in der Weise anstellt, daß man mit den Grundmaterialien in der Masse von Procent zu Procent steigt, ermittelt werden, und ergiebt sich bei diesen Versuchen gleichzeitig, welche Zusammensetzung am besten der Geschirr- oder der Statuenmasse oder endlich der Glasur entspricht.

Die Zusammensetzung der Porzellanmassen entspricht beiläufig nachstehendem Bilde:

Reine Thonsubstanz	43·00
Quarz	26·50
Feldspath	30·50
	100·00

und wird man bei der Zusammensetzung der Massen immer mehr zu einer Masse gelangen, welche ein gutes Resultat ergiebt, je mehr man sich dem eben angeführten Verhältnisse nähert.

Die Zubereitung der Porzellanmasse erfordert aber nicht nur in chemischer Beziehung, sondern auch in mechanischer Beziehung die größte Sorgfalt, indem reiner Kaolin an und für sich keine besondere Plasticität besitzt, und letztere in der Masse noch durch die als Magerungsmittel wirkenden Zusätze von Feldspath und Quarz verringert wird.

Es müssen daher die Bestandtheile auf das Feinste gemahlen und geschlämmt werden; Quarz und Feldspath werden in der schon beschriebenen Weise geglüht, geschreckt, gemahlen, das Quarzpulver wenn nothwendig zur Entfernung des Eisenoxydes mit Salzsäure behandelt und schließlich Kaolin, Quarz und Feldspath nach den in der Fabrik üblichen Verhältnissen zusammengeschlämmt.

Um die Gleichartigkeit der Mischung sicher zu erhalten, läßt man in den Porzellanfabriken den fertigen Schlamm nicht abfüßen, sondern entwässert ihn so schnell als möglich unter Anwendung von Filterpressen, Luftdruckfiltern, Gyps u. s. w. Das Eindampfen des Schlammes ist nicht anwendbar, indem durch diese Operation die Masse viel an Plasticität verliert.

Die genügend entwässerte Masse wird, um ihr Bildsamkeit zu geben, noch sehr fleißig mit der Hand bearbeitet; man formt sie zu Ballen, welche man kräftig gegen eine feste Unterlage wirft, um Luftblasen aus der Masse zu entfernen, man dreht sie auf der Töpferscheibe zu Cylindern, die man dann wieder zu Ballen formt (Aufdrehen), und läßt schließlich die fertige Masse so lange als möglich in Kellern lagern (faulen), ehe man sie verarbeitet, sie wird hierdurch noch etwas plastischer.

Das Formen geschieht wohl auch auf der Töpferscheibe unter Zuhilfenahme von Schablonen, häufiger durch Pressen aus Schwarten, oder endlich durch Guß in Gypsformen.

Die geformten Gegenstände werden nach dem Trocknen noch sorgfältig mit der Hand überarbeitet, um alle Gufnähte, Unebenheiten anderer Art u. s. w. wegzunehmen, und werden auch dann erst Verzierungen, Henkel zc. angelegt.

Um ein so gleichförmig als möglich vor sich gehendes Schwinden zu erzielen, nimmt man das Trocknen der aus Porzellanmasse geformten Gegenstände bei gewöhnlicher Zimmertemperatur vor und vermeidet die Anwendung geheizter Räume während der wärmeren Jahreszeit vollständig. Die gänzlich an der Luft ausgetrockneten Gegenstände werden in dem obersten Raume des Porzellanofens (Verglühraume) einer schwachen Glühitze ausgesetzt, indem sie nur im verglühten Zustande genügende Porosität besitzen, um die Glasur mit der erforderlichen Schnelligkeit an sich zu ziehen.

Das Glasiren wird immer durch Eintauchen ausgeführt, und läßt sich schon während dieser Operation ein Schmücken der Porzellangegegenstände dadurch ausführen, daß man jene Partien des verglühten Geschirres, welche nicht glasirt werden sollen, mit einer Mischung aus Talg und Wachs überzieht — die Glasur haftet an den betreffenden Stellen nicht an. Derselbe Zweck läßt sich durch Aufkleben von Papier, in welchem die Zeichnung ausgeschnitten ist, erreichen.

Der Brand des Porzellanens findet entweder in polygonalen, in neuerer Zeit fast ausschließlich in runden stehenden Oefen statt, welche mindestens zwei übereinander angebrachte Brennräume haben und eine sehr hohe Temperatur liefern müssen; man schätzt den zum Garbrennen des Porzellanens, das ist bis zur Schmelzung der Quarz-Feldspathmasse erforderlichen Hitzeegrad auf 2700 bis 3000° (?) C. Jedenfalls ist dieser Hitzeegrad hoch genug, um die Oxyde der schweren Metalle (Kobalt, Eisen, Chromoxyd zc.), sowie Metalle in dünnen Blättern (Gold, Silber) zur Verflüchtigung zu

bringen; macht man auf eine Porzellanplatte, z. B. mit Kobaltoxyd eine Zeichnung, legt auf diese Platte eine zweite so, daß beide Platten einander sehr nahe stehen, ohne sich zu berühren, und setzt sie dem Scharfbrande eines Porzellanofens aus, so verschwindet die Zeichnung von der unteren Platte fast vollständig und erscheint aber auch auf der oberen in verwischenen Umrissen; letztere Zeichnung wird durch das verflüchtigte und an der Platte verdichtete Kobaltoxyd gebildet. Obwohl schon durch die bedeutende Thonmasse der Rapseln, diese beträgt in der Regel $\frac{5}{6}$, das Porzellan nur $\frac{1}{6}$ des Gesamtgewichtes, die Erwärmung des Porzellans nur langsam stattfindet, muß man doch die Temperatur des Porzellanofens sehr vorsichtig bis zur erforderlichen Höhe steigen lassen; man läßt daher das Vor- oder Lavirfeuer durch 6 bis 7 Stunden andauern, nach welcher Zeit der Inhalt des Ofens schon stark glüht, und steigert dann das Feuer bis zur höchsten Gluth (Garbrenn- oder Scharffeuer), um die Porzellanmasse zum Erweichen zu bringen. Man läßt das Scharffeuer 11 bis 14 Stunden andauern, um bestimmt alle in den Scharfbrennraum eingesetzten Geschirre bis auf die erforderliche Temperatur zu erhitzen.

Das Porzellan erleidet nicht nur während des Trocknens die Schwindung, welche man bei allen Thonwaaren beobachtet, sondern es findet auch noch während des Scharfbrandes eine Volumsverminderung statt, eine Erscheinung, welche daraus zu erklären ist, daß durch das beginnende Schmelzen der die Kaolintheilchen umhüllenden Quarzfeldspathmasse eine Näherung aller Theilchen der Masse stattfindet. Man beobachtet diese Erscheinung nicht bloß beim Porzellan, sondern bei allen Thonwaaren, bei welchen eine beginnende Schmelzung oder Frittung der Masse stattfindet. Bei dem Porzellane ist diese Volumsverminderung oder Schwin-

dung eine sehr bedeutende und beläuft sich auf 7 bis 17 Procent, im Durchschnitte auf 13 Procent. Die Schwindung im Vorfeuer ist auf ein Viertel, jene im Scharffeuer auf drei Viertel zu veranschlagen.

Am größten ist die Schwindung solcher Gegenstände, welche durch Gießen dargestellt werden, am geringsten die Schwindung von Objecten, die man aus Schwarten gepreßt hat. Die Föhrung der Heizung ist für das Erzielen rein weißer Waare von großer Wichtigkeit. Hatte man zu wenig Luftzug, so daß die Feuergase fein vertheilte Kohle mit sich reißen, so kann es geschehen, daß letztere durch die Fugen der Kapseln zu den Geschirren dringt und in dem Zeitpunkte, in welchem die Glasur zu schmelzen anfängt, letztere gelb, rauchgrau, sogar schwarz färben kann.

Eine Flamme, welche zu wenig Luftzutritt hat, kann auch durch theilweise Reduction des Eisenoxydes zu Eisenoxyduloryd färbend wirken; letzteres ertheilt dem Porzellan eine graue Färbung, eine an Sauerstoff überreiche Flamme kann bewirken, daß die Porzellanmassen einen in's Violette wiegenden Farbenton erhalten, welcher letzterer durch Manganoryd bedingt wird; dieser Fall tritt aber viel seltener ein als jener der Dunkelfärbung.

Sowohl in Bezug auf genaue Regulirung der Temperatur als des Luftzutrittes zu der Flamme leisten die sogenannten Generatoröfen das Vorzüglichste. Bei diesen Öfen wird nämlich das Brennmaterial in einem besondern Ofen — Generator genannt — unvollständig zu Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff verbrannt und kommt erst im Porzellanofen, nachdem es mit dem entsprechenden Luftquantum gemengt wurde, zur Verbrennung. Durch Verschiebung der am Generator selbst und am Abzuge für die Generatorgase angebrachten Schieber kann man sonach der

Flamme ganz genau jene Beschaffenheit ertheilen, welche im gegebenen Falle nothwendig ist.

Die nach dem Berühren des Ofens ausgehobenen, gar gebrannten Gegenstände sind nun auch bei der sorgfältigsten Leitung des Brandes durchaus nicht alle von tadelloser Beschaffenheit, es sind vielmehr nur verhältnißmäßig wenige Stücke, welche als fehlerlos, als Waare erster Qualität bezeichnet werden können. Je nach den Fehlern, welche an den Gegenständen zu beobachten sind, kann man letztere sortiren.

Als sogenannter Ausschuß sind alle jene Waaren zu bezeichnen, welche während des Brandes auf ungleichmäßige Art geschwunden sind. Dieses Schwinden wird entweder dadurch veranlaßt, daß nicht alle Theile des Geschirres gleichmäßig erwärmt werden, oder es hat bei Gegenständen, welche auf der Töpferscheibe angefertigt wurden, seinen Grund darin, daß der Arbeiter nicht überall den gleich starken Druck auf die zu formende Masse wirken ließ. Es genügt, daß z. B. der Arbeiter während des Emporziehens der Thonmasse bei Anfertigung eines hauchigen Gefäßes den Druck einen Moment stärker sein ließ, um ein ungleichmäßiges Schwinden des betreffenden Gefäßes während des Brandes zu veranlassen.

Außer durch Verziehen kann auch dadurch sehr viel Ausschuß entstehen, daß die Porzellangegenstände mit unzähligen schwarzen Punkten wie übersäet erscheinen. Diese schwarzen Punkte liegen, wie die Untersuchung mit dem Mikroskope lehrt, in der Masse selbst, unter der Glasur, sie rühren von kleinen Eisentheilen her, welche sich von den eisernen Schalen der Hochstempel, welche man in manchen Fabriken zum Zerkleinern von Quarz und Feldspath anwendet, ablösen und in die Porzellanmasse gelangen.

Bleibt die Porzellanmasse vor der Verarbeitung lange genug sich selbst überlassen, so geht das metallische Eisen in

Schwefeleisen über, welches letzteres sich während des Brandes in Eisenoxyd verwandelt, dessen färbende Wirkung in so geringen Mengen nicht erkennbar ist. Es können übrigens diese schwarzen Punkte auch direct durch Kohle oder Aschetheilchen, welche in die Kapseln gelangen, während die Glasur im Fluß ist, verursacht werden.

Warzige Erhöhungen von dunkler Farbe, sogenannte Krägen, können dadurch entstehen, daß sich kleine Theile von den Kapseln ablösen, auf die Gefäße fallen und von der schmelzenden Glasur festgehalten werden. Derartige kleine Unregelmäßigkeiten werden mittels der Polirscheiben, deren man sich in der Porzellanfabrikation zu verschiedenen Zwecken bedient, abgenommen.

Die Polirscheiben bestehen aus äußerst fein geschlämmtem Quarzsand, welchem man gerade so viel Porzellanmasse (4 bis 6 Procent) zugemischt hat, daß nach dem Brande im Scharffeuer eine Masse entsteht, die einer ungemein feinen Feile gleicht. Diese Polirscheiben von der Gestalt eines kreisrunden Schleiffsteines werden durch einen kräftigen Motor in sehr rasche Umdrehung (1000 bis 1200 Male in der Minute) versetzt. Diese schnelle Drehung bewirkt, daß beim Anhalten von Porzellan an die Scheiben sogleich eine sehr stark schleifende Wirkung eintritt.

Man benützt die Polirscheiben nicht nur zum Ausschleifen von Krägen, sondern auch zum Glattschleifen aller Stellen, welche wegen des sonst stattfindenden Festschmelzens an die Unterlage nicht glasirt werden durften und nach dem Brande rauh erscheinen. Nachdem es bei der Arbeit mit den Polirscheiben nicht zu umgehen ist, daß die Glasur in der Nähe der abgeschliffenen Stelle matt und zerrigt erscheint, findet nach dem eigentlichen Abschleifen ein Poliren der geschliffenen Stellen mittels hölzerner oder bleierner Scheiben

statt. Sie nehmen hierdurch wieder genügenden Glanz an und können nachträglich eben so bemalt, respektive vergoldet werden, wie alle andern Theile der Porzellanwaaren.

Die Oefen zum Brennen des Porzellanens müssen den schon gegebenen Andeutungen zufolge so beschaffen sein, daß sie die sehr hohe Temperatur, welche zum Gelingen des Garbrandes unumgänglich erforderlich ist, liefern können, nachdem sie mehrere Stunden angeheizt waren. Während man vormals zur Beheizung der Porzellanöfen nur Holz für das allein verwendbare Materiale hielt, ist man gegenwärtig allgemein von diesem zwar ausgezeichnet zu verwendenden Brennstoffe abgegangen, weil derselbe zu kostspielig ist, und benützt Steinkohlen oder Braunkohlen als Feuerungsmateriale.

Während man das Holz gewöhnlich in solchen Feuerstellen verbrannte, in welchen die dünn gespaltenen Scheite aufrecht stehend eingesetzt wurden, und die Luft oben einströmen mußte, wendet man jetzt Kofstfeuerungen an, welche mit mineralischen Kohlen beheizt werden. Wie erwähnt, kommen die Generatorfeuerungen immer mehr in Aufnahme, indem bei diesen das im Porzellanofen verbrennende Materiale aus Gasen besteht, die aus dem Generator zuströmen.

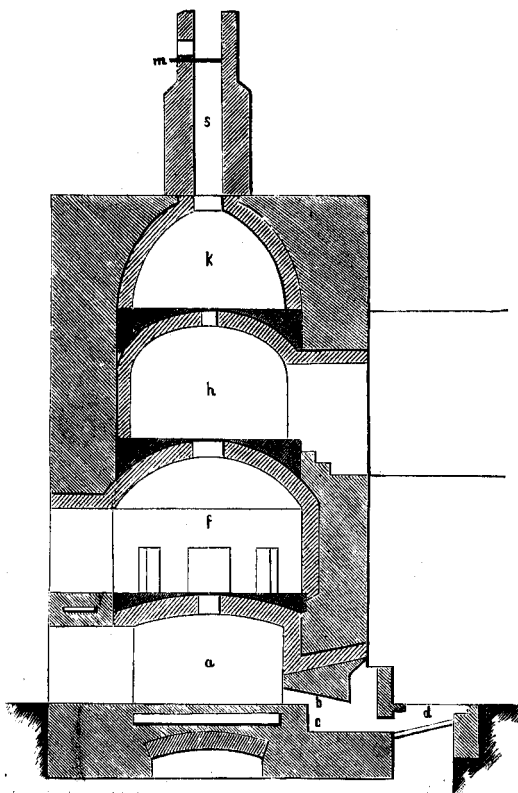
Die Porzellanöfen neuerer Construction besitzen gewöhnlich nur zwei übereinander stehende Räume, von welchen der untere von den Heizungen umgebene zum Scharfbrennen dient, indeß der obere als Verglühraum benützt wurde. Die älteren Oefen enthielten gewöhnlich drei, bisweilen sogar vier übereinander stehende Räume und waren dementsprechend von thurmformiger Gestalt.

Ein Ofen der letzteren Art ist der in Fig. 44 im Durchschnitte abgebildete alte Ofen der Berliner Porzellanfabrik, welcher mit den Oefen, die in der aufgelassenen

Porzellanfabrik zu Wien im Gebrauche waren, große Aehnlichkeit in der Construction besaß.

Die Flammen, welche von mit Holz beheizten Feuerun-

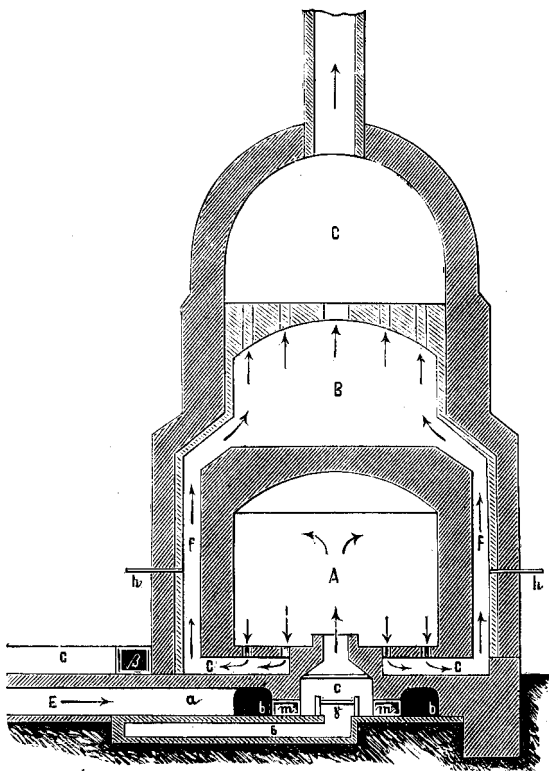
Fig. 44.



gen b geliefert wurden, vereinigten sich in einem niedrigen Gewölbe a: der Feuerkammer; traten aus dieser durch die vertical gestellten Canäle in dem Scharfbrennraum f durch eine an der höchsten Stelle des Gewölbes von f angebrachte

Öeffnung in den Verglühraum h — aus diesem in ein Gewölbe k — welches zum Brennen von Kapseln diente und schließlich in den hohen Schornstein j.

Fig. 45.



Ein Beispiel eines mit Generatorgasen zu beheizenden Ofens bietet der ausgezeichnete Porzellanofen nach Venier's Construction. Fig. 45. Die aus dem Generator kommenden Gase treten durch den Canal a über einen Rost, werden daselbst mit Luft gemengt und entzündet; die Flamme streicht

in das niedere Gewölbe b, gelangt in den Raum c, wo sie mit der erhitzten Luft, die durch die Oeffnungen β einströmt und in dem Luftcanale δ erwärmt wird. Durch die auf sehr niederen Untersätzen ruhende Platte γ wird die Luft gezwungen, sich auszubreiten und mit den Feuergasen, welche durch a zuströmen, innig zu mischen. Die Flammensäule steigt nunmehr durch d in den Scharffeuerraum A, wendet sich, am Gewölbe desselben angelangt, nach unten, zieht durch die Canäle e in den Raum F und gelangt in den Verglühraum B; der Scharffeuerraum ist demnach allseitig von Feuer umgeben und nimmt in kurzer Zeit eine sehr hohe Temperatur an. Aus dem Verglühraum steigt die Flamme durch mehrere in der Wölbung derselben vorhandene Züge in das Gewölbe C und schließlich in den Schornstein. Die Stärke der Feuerströmung wird durch die in f angebrachten Schieber h regulirt.

In neuester Zeit hat man auch Porzellanöfen gebaut, welche ebenfalls mit Generatorgasen beheizt werden, bei denen aber die einzelnen Brennräume (Kammern) nicht übereinander, sondern neben einander und in größerer Zahl angebracht sind. Durch passend angebrachte Canäle und Schieber ist es nun möglich, die Flamme in eine beliebige Kammer zu leiten, in welcher Scharfbrand stattfindet und die aus dieser Kammer abziehenden Gase zum Vorwärmen in der nächsten Kammer, zum Verglühen in der folgenden u. s. w. zu verwenden und auf diese Art einen continuirlichen Gang des Brandes zu bewerkstelligen, was mit vieler Ersparniß an Brennmaterialie und Zeit verbunden ist. Die Construction dieser Defen hat im Allgemeinen mit jener der sogenannten Ringöfen, deren man sich zum Brennen der Ziegel bedient, viele Aehnlichkeit und ist auch durch passende Abänderung in der Bauart der Ziegel-Ringöfen entstanden.

Porzellanmassen für verschiedene Zwecke.

Nach dem Beispiele der unter der Leitung bedeutender Keramiker stehenden Staatsfabrik zu Sèvres bei Paris wendet man in den meisten Porzellanfabriken für verschiedene Zwecke auch Massen von verschiedener Zusammensetzung an, und unterscheidet man z. B. in Sèvres die sogenannte Service-masse (zur Fabrication von Tafelgeschirr), die Sculpturmasse (für unglasirt bleibende Kunstgegenstände, Statuen, Büsten u. s. w.) und endlich für besonders große, schwierig zu formende Gegenstände eine etwas plastischere Masse, welcher man den Namen chinesische Masse gegeben hat.

Dadurch, daß man bei jeder neuen Sendung von Rohmaterialen, welche an die Fabrik geliefert wird, eine genaue Analyse desselben vornimmt und die Massen in der Weise zusammensetzt, daß das Verhältniß zwischen Thonerde, Kieselsäure, Kalk und Kali fast ganz genau das gleiche bleibt, ist man dahin gelangt, in Sèvres ein Product von außerordentlicher Gleichförmigkeit zu fabriciren, wie aus folgenden Tabellen hervorgeht.

Servicemassen von Sèvres.

Aus dem Jahre	Kieselsäure	Thonerde	Kalk und Magnesia	Kali
1836 . . .	58.00	34.67	4.19	2.49
1837 . . .	58.00	34.80	4.50	3.02
1839 . . .	57.96	34.06	4.50	3.02
1840 . . .	58.00	34.11	4.50	3.06
1843 . . .	58.03	33.94	4.58	2.97

Sculpturmassen von Sèvres.

Zur Herstellung dieser Masse wird immer körniger Kaolin verwendet, und zwar nach folgenden Verhältnissen:

	I.	II.
Körniger Kaolin	62	64
Feldspath	17	16
Quarzsand (von Aumont)	17	16
Kreide (von Bougival)	4	4

Im Mittel enthält diese Masse an

Kieselsäure	64.23
Thonerde	30.05
Kalk	2.89
Kali	2.79

Die oben erwähnte gut bildsame sogenannte chinesische Masse von Sèvres von minder bläulicher Farbe als die Sculpturmasse und einem dem echt chinesischen Porzellan ähnlichen Aussehen (Stich in's Graue) besteht aus:

	I.	II.
Körniger Kaolin	43	44
Thon (von Dreux)	21	25
Feldspath oder Kaolinsand*	16	17
Quarzsand (von Aumont)	16	9
Kreide (von Bougival)	4	5

Die in Sèvres angewendete Glasur besteht ausschließlich aus einem Pegmatite, welcher ebenfalls bei St. Yrieix (bei Limoges) bricht und aus Feldspath 45.58 Procent, Quarz 26.46 Procent und Thon 8.93 Procent zusammengesetzt ist. Die Zusammensetzung dieses Gesteines ist in chemischer Beziehung die folgende:

* Der Kaolinsand, welcher sich beim Abschlämmen des rohen Kaolines in Form einer mehr weniger feinkörnigen Masse ergibt, besteht aus unzerlegtem Feldspath, der aber leichter zu zerkleinern ist, als ganz unverwitterter Feldspath.

		Durch Schwefelsäure	
		nicht zersetzbar	zersetzbar
Kieselsäure	74.99	70.92	4.07
Thonerde	14.80	12.38	2.42
Eisenoxyd	0.37	—	0.37
Kalk	1.09	0.20	0.89
Magnesia	0.36	0.36	—
Kali	4.31	0.17	0.68
Natron	3.49		—
Glühverlust	0.65		0.69

Der Pegmatit wird entweder für sich allein als Glasur verwendet oder erhält in jenen Fällen, in welchen man höheren Glanz der letzteren zu erzielen wünscht, einen bis zu 5 Procent (vom Trockengewicht) betragenden Zusatz an Sculpturmasse.

In der um das Jahr 1870 aufgelassenen Staats-Porzellansfabrik zu Wien wurde bayerischer (Passauer), mährischer (Blanskauer) und ungarischer (Peinzdorfer) Kaolin, böhmischer Feldspath und Gyps angewendet; die Glasur war ein sehr strengflüssiges Kalk-Magnesiaglas aus 1 Quarzmehl und 1 Porzellanscherben, $\frac{2}{5}$ bis $\frac{1}{8}$ Dolomit vom Gewichte des Quarzes zusammengesetzt.

Das berühmte Meißener Porzellan aus der ältesten europäischen Fabrik für Hart-Porzellan wird aus sächsischem Kaolin von verschiedenen Fundorten, norwegischem Feldspath und Quarz unter Zusatz von Porzellanscherben fabricirt. Die Servicemasse besteht aus:

Kaolin von Aue . . .	18	Gewichtstheile
„ „ „ „ „ „	18	„
„ „ „ „ „ „	36	„
Norwegischer Feldspath	26	„
Porzellanscherben . .	2	„

Die Glasurmasse ist zusammengesetzt aus:

Quarz (geglüht)	37	Gewichtstheile
Kaolin von Seilitz (geglüht)	37	"
Kalkstein von Pirna . . .	17.5	"
Porzellanscherben	8.5	"

Die zahlreichen Porzellanfabriken Europas: in Böhmen, Bayern, Frankreich u. s. w. arbeiten alle in einer in Bezug auf die verwendeten Bestandtheile und Operationen der Hauptsache nach gleichen Weise — die Abweichungen werden nur durch die verschiedene Beschaffenheit der zur Verfügung stehenden Rohmaterialien bedingt, und müssen die Mischungsverhältnisse der einzelnen Bestandtheile immer durch genaue Analysen, verbunden mit der Darstellung von Probemassen festgestellt werden. Ist eine Fabrik einmal zu einem ihren Zwecken entsprechenden Mischungsverhältnisse in den Materialien gelangt, so ist es zur Erhaltung eines gleichförmigen Betriebes am zweckmäßigsten, die Mischung in ähnlicher Weise, wie dies oben bei den in Sèvres verwendeten Massen angeführt wurde, nach den quantitativen Analysen des Porzellanes zu bereiten, wobei hauptsächlich das Verhältniß zwischen Kiesel- säure, Thonerde, Kalk und Kali als das für die Schmelz- barkeit und Härte eigentlich entscheidende in Rechnung ge- zogen werden muß.

XXIV. Das Schmücken der Thonwaaren mit Farben und Metallen.

Wir haben schon bei der Beschreibung der verschiedenen Sorten von Thonwaaren wiederholt der Ausschmückung derselben durch Farben Erwähnung gethan, und bezog sich das dort Gesagte hauptsächlich auf die Färbung von Thonmassen, (Angußfarben) oder auf jene von Glasurmassen. Neben dieser Art der Verzierung von Thonwaaren durch Farben giebt es aber noch eine andere, bei welcher die Farben entweder auf den noch nicht glasierten Gegenstand aufgetragen und von der Glasur überdeckt werden (Scharfffeuerfarben), oder bei welcher die Farben auf den vollkommen fertigen glasierten Gegenständen mittels des Pinsels aufgetragen und durch einen besonderen Brand (Brennen in der Muffel) fixirt werden. Nachdem wir nur eine geringe Anzahl von Farben besitzen, deren chemische Beschaffenheit gestattet, sie einer so hohen Temperatur auszusetzen, wie selbe beim Scharfbrände feiner Thonwaaren in der Regel angewendet werden muß, bleibt uns zur Hervorbringung von Gemälden, welche Farben verschiedenster Art enthalten, nur das Einbrennen von Farben in der Muffel übrig.

Außer dem directen Auftragen von Farben mittels des Pinsels oder des Bemalens kennt man noch eine Reihe von Verfahren, durch deren Anwendung es möglich ist, entweder Zeichnungen in einer Farbe auf Geschirren auf mechanischem Wege (durch Druck) zu befestigen oder sogar ganze Gemälde auf Geschirre zu übertragen. Während nun die Handmalereien nur auf dem kostbarsten Materiale — auf weichem und hartem Porzellan — ausführbar sind,

indem derartige Objecte naturgemäß sehr hoch im Preise stehen, ist es möglich, jene Gegenstände, welche ihren Bilderschmuck auf mechanischem Wege (durch Umdruck) erhalten haben, zu sehr geringen Preisen in den Handel zu bringen, und läßt sich diese Art der Ausschmückung daher selbst bei ganz ordinären Geschirren in Anwendung bringen.

Vergoldungen, Versilberungen, Verplatinirungen lassen sich in verschiedener Weise auf Thonwaaren anbringen, und ist man auch im Stande; durch eigenthümliche Verfahren den Thonwaaren verschiedenartigen, theils metallischen, theils perlmutterartigen Schimmer, die sogenannten Lüsterfarben; zu ertheilen.

Die Farbengebung gehört zu den interessantesten, aber unstreitig auch zu den schwierigsten Zweigen der keramischen Kunst und erfordert bedeutende chemische Kenntnisse; wir wollen uns daher im Nachstehenden darauf beschränken, die in den verschiedenen Zweigen der Keramik in Anwendung kommenden Methoden zur Hervorbringung ein- oder mehrfarbiger Bilder nur in den Hauptumrissen zu beschreiben, um so mehr, als die Darstellung der verschiedenen Farben jetzt schon Gegenstand eines besonderen Zweiges der Farbentechnik geworden ist; gewisse Fabriken beschäftigen sich ausschließlich mit der Darstellung von sogenannten Muffelfarben, das heißt von solchen, welche nur mit einem Bindemittel von passender Beschaffenheit vermischt und nach dem Auftragen auf das zu bemalende Object in letzteres bei gelinder Hitze eingebrannt werden müssen.

Manche Thonwaaren, welche aus ganz gewöhnlichem Materiale angefertigt werden und in Bezug auf Qualität der Masse nur wenig über dem gemeinen Töpfergeschirre stehen, werden durch Anstreichen und Lackiren in ganz hübsch aussehende Gegenstände verarbeitet, denen freilich der innere

Werth fehlt, welcher den edlen keramischen Massen zukommt. Der Preis dieser Gegenstände ist aber ein geringer, und finden dieselben daher guten Absatz, wenn die Farbengebung in geschmackvoller Weise durchgeführt wird.

Die Terralith- oder Siderolithwaaren.

Das Materiale zur Anfertigung der unter diesen Benennungen in den Handel gebrachten Thonwaaren besteht aus einem gewöhnlichen Thone, welcher aber eine sorgfältigere Vorbereitung auf mechanischem Wege erhält, als der zur Anfertigung gemeinen Töpfergeschirres dienende Thon und nach dem Brande eine feste, gleichförmig dichte Masse bildet. Da es zur Hervorbringung scharfer Umrisse nothwendig ist, auch dem Formen größere Aufmerksamkeit zuzuwenden, so stellt man die zu Terralith bestimmten Objecte gewöhnlich in Gypsformen dar, trocknet sie langsam aus und brennt sie in Kapseln.

Die fertigen Geschirre erhalten sodann an Stelle der Glasur den farbigen Ueberzug, welcher eben das charakteristische Merkmal des Terralithes bildet. Gewöhnlich wird zuerst nur eine Farbe aufgetragen, welche die Unterlage für alle weiteren Farben geben soll. Die betreffende Farbe wird in der Farbenreibmaschine oder bei der Arbeit in kleinem Maßstabe auf dem Reibsteine mit Terpentinöl unter Zusatz von so viel Bernstein- oder Copalsirniß abgerieben, daß sie auf der Thonunterlage einen fest haftenden Ueberzug bildet; je nach der geringeren oder größeren Menge des zugesetzten Bernstein- oder Copalsirnisses erscheint der farbige Ueberzug nach dem Trocknen matt oder glänzend.

Das Auftragen der Farbe geschieht gewöhnlich mit Hilfe eines langhaarigen Pinsels oder einer eben solchen Bürste, und muß die Farbe ganz gleichmäßig vertheilt werden

Die angestrichenen Gegenstände werden in einem staubfreien Raume aufgestellt und verweilen in diesem so lange, bis der Anstrich nicht mehr klebrig ist, worauf dann die allfällige weitere Bemalung stattfindet.

Die zu bemalenden Stellen, Blumen, Ornamente, Medaillons u. s. w. sind gewöhnlich schon im Relief auf den Gegenständen vorhanden, und werden auf diese Erhöhungen die betreffenden Farben aufgetragen, worauf die Gegenstände wieder in die Trockentube zurückgebracht und in dieser vollkommen getrocknet werden.

Die getrockneten Gegenstände erhalten schließlich einen Ueberzug, welcher aus Bernstein oder Copalfirniß bester Qualität bestehen muß; für Gegenstände, welche stark glänzen und ein Aussehen, das jenem der Glasur ähnlich ist, erhalten sollen, wendet man reinen Firniß an, für Gegenstände, welche matter aussehen sollen, verdünnt man den Firniß in entsprechender Weise mit Terpentinöl.

Unmittelbar nachdem der Firniß aufgetragen ist, werden die Gegenstände in einen Trockkasten gebracht, welcher aus Eisenblech angefertigt und auf höchstens 60 Grade C. erhitzt ist; der Firnißüberzug trocknet unter diesem Verhältnisse sehr rasch zu einem gleichförmigen glänzenden Ueberzuge, welcher sehr fest haftet. Man muß sich jedoch hüten, beim Trocknen über die angegebene Temperatur hinaus zu gehen, indem sonst der Firnißüberzug sehr leicht blasig wird und die betreffenden Gegenstände dann ganz verdorben oder besten Falles nur als Ausschußwaare verwerthbar sind.

Als Grundfarben für Terralithgegenstände wendet man gewöhnlich für Roth Mennige oder Zinnober, für Braunroth Röthel oder ein Eisenoryd von feinerem Farbenton an, für Braun wird Umbra oder Casseler-Braun, für Grün grünes Ultramarin, grüner Zinnober (Zinkoryd — Chromoryd),

Chromoxyd, für Blau blaues Ultramarin oder Kobaltblau, für Schwarz Nebenschwarz, für Weiß Zink- oder Bleiweiß, für Gelb Chromgelb verwendet und beim Auftragen wie jede andere Deckfarbe behandelt.

Für Bronzierungen, welche bei Terralithgegenständen sehr häufig in Anwendung kommen, wendet man als Untergrund jene Farben an, welche dem zu imitirenden Metalltone am nächsten kommen; für Imitationen von Kupfer wendet man kupferrothen Untergrund und rothes Bronzepulver an; für grün oxydirtes Kupfer, grünen Untergrund und Bronze, für Gold gelben, für Silber hellgrauen Untergrund und die entsprechenden Bronzen. Bei Gegenständen, welche bronzirt werden sollen, trocknet man eben nur so weit aus, daß der Firnißüberzug gerade noch ganz schwach flebrig ist und trägt die Bronzepulver mittels eines Pinsels aus Dachshaar auf, wobei man den hervorragenden Stellen der Modellirung einen etwas stärkeren Bronzeüberzug giebt als den vertieften.

Infolge ihrer Darstellungsweise können Terralithgeschirre nicht zum Kochen verwendet werden, und fertigt man aus Terralith gewöhnlich nur Vasen, Ampeln, Blumentöpfe, Teller für Backwerk und Obst u. s. w. an, stellt aber auch Theegeschirre auf diese Weise dar. Um letzteren die erforderliche Undurchlässigkeit für Flüssigkeiten zu ertheilen, empfiehlt es sich, den Grundanstrich unter Anwendung einer Farbe auszuführen, welche eine größere Menge von Copal- oder Bernsteinfirniß enthält, als für jene Gegenstände, welche nicht zur Aufnahme von Flüssigkeiten bestimmt sind, erforderlich ist. Die reichliche Menge von Firniß dringt nämlich tiefer in die Poren der Thonmasse ein und bewirkt, daß dieselbe weniger durchlässig wird, als eine solche, welche einen Anstrich erhalten hat, in welchem nur wenig Firniß enthalten ist.

Bei sorgfältiger Behandlung: Waschen unter Anwendung von wenig Reibung und mäßig warmem Wasser oder schwacher Seifenlösung, lassen sich Terralithgegenstände durch lange Zeit schön erhalten, obwohl sie in Bezug auf Dauerhaftigkeit der Farben keinen Vergleich mit jenen Objecten aushalten, auf welchen die Farben durch Brennen befestigt, aufgeschmolzen sind.

Die keramischen Farben.

Je nach ihrer chemischen Beschaffenheit und ihrem Verhalten im Feuer lassen sich sämtliche in der Keramik verwendeten Körper in mehrere Gruppen bringen, und unterscheidet man hauptsächlich in letzterer Beziehung zwei Gruppen: Scharffeuerfarben und Nicht-Scharffeuerfarben. Als Scharffeuerfarben bezeichnet man solche, welche die Hitze des Glasurbrandes ertragen, ohne sich dabei zu verändern, sonach unter der Glasur angebracht werden können, indem man die zu Biscuit gebrannten Gegenstände bemalt und sodann glasirt; die Farbe wird unter der durchsichtigen Glasur sichtbar und bleibt durch letztere für immer geschützt.

Wir kennen nur eine sehr geringe Zahl von Farben, welche Scharffeuerfarben im echten Sinne des Wortes sind und ohne zu verflüchtigen die Hitze des Porzellanofens ertragen; es sind dies namentlich das Kobaltoxyd, Chromoxyd, Manganoxyd, Antimonoxyd und Uranoxyd.

Die weitaus größere Zahl der in der Keramik angewendeten Farben verträgt die hohe Temperatur der Brennöfen nicht und muß durch ein besonderes Verfahren auf den fertigen Gegenständen, und zwar auf der Glasur befestigt werden; im Allgemeinen geschieht dies dadurch, daß man die Farben aufschmilzt, und zwar meistens gemengt mit einem leicht schmelzbaren Glase. Die Farben der letzten Art sind

jene, welche in der eigentlichen Malerei für keramische Zwecke in Anwendung kommen, und hat man es in der Vervollkommenung dieser eigenthümlichen Farbentechnik so weit gebracht, daß man mit Hilfe der Schmelzfarben die herrlichsten Gemälde auf Porzellan, feinem Steinzeug u. s. w. darstellen kann.

Da diese feinen Schmelzfarben auf den Gegenständen durch Einbrennen in der Muffel befestigt werden, so bezeichnet man sie auch mit dem Namen „Muffelfarben“ zum Unterschiede von anderen Farben, welche aber nicht in der Muffel, sondern durch den bei nicht sehr hoher Temperatur vorgenommenen Brand befestigt werden; die Farben der letztgenannten Kategorie werden deshalb auch harte Farben oder Ofenfarben genannt. In die Kategorie der harten Schmelzfarben oder Ofenfarben sind alle jene färbenden Substanzen zu rechnen, welche zur Färbung der Angußmassen oder Engobirungen verwendet werden, indem bekanntlich bei den Angußmassen das trockene Gefäß mit Thonschlamm übergossen wird, welchem man die betreffende Farbensubstanz zugesetzt hat; das angegossene Geschirr wird dann bis zum Eintreten der mehr minder vollständigen Schmelzung der Angußmasse gebrannt. Während die Scharffeuerfarben absolut ungeschmolzen erdig bleiben und erst durch Ueberziehen mit der Glasur Glanz erhalten, besitzen die Delfarben selbständigen Glanz, indem sie während des Brennens, wenn auch nicht vollkommen geschmolzen, so doch halbgeschmolzen „gefrittet“ werden; den Muffelfarben kommt starker Glanz zu, indem bei ihnen die Farbe in einem stark glänzenden Glase enthalten ist.

Außer diesen in Vorstehendem genannten eigentlichen Farben werden zur Schmückung keramischer Objecte noch edle Metalle angewendet, und gehören die sogenannten Lüsterfarben auch in diese Kategorie. Während aber bei den gewöhn-

lichen Metallüberzügen die auf den keramischen Gegenständen liegende Metallschichte so dick ist, daß das Metall in seiner eigenthümlichen Farbe und Glanz erscheint, werden bei den Lüsterfarben durch ungemein dünne Schichten von Metall verschiedene Lichteffecte: Irisiren, Perlmutterglanz oder Regenbogenfarben hervorgebracht.

Die Palette für den Porzellanmaler ist eine sehr reiche, indem manche färbenden Substanzen unter verschiedenen Umständen auch von einander abweichende Farben geben. Ein Beispiel hierfür bietet das Chromoxyd; in einer neutralen (weder oxydirend, noch reducirend wirkenden) Atmosphäre gebrannt, erscheint Chromgrün rein grün, und zwar je nach der Menge, in welcher es angewendet wird, vom hellsten bis zum tiefsten Grasgrün; in einer oxydirenden (überschüssigen Sauerstoff enthaltenden) Atmosphäre giebt es eine bei Tag rein dunkelgrüne, wenig Purpurschimmer zeigende Farbe, bei künstlichem Licht erscheint es purpurroth; endlich in einer reducirenden Atmosphäre, z. B. einer solchen, welche unverbrannte Feuer gas e enthält, erscheint das Chromoxyd hellblau. Uranoxyd erscheint in oxydirender Atmosphäre aufgebrannt braunroth, in neutraler dunkelgrün, in reducirender aber gelb.

Manche Farben treten erst dadurch hervor, daß sich beim Brennen eine färbend wirkende Verbindung bildet; Antimonoxyd tritt z. B. mit Bleifluß — in oxydirender Flamme — geschmolzen, zu antimonsaurem Bleioxyd zusammen, welches Acapelgelb färbt; in ähnlicher Weise liefern Eisenoxyd, Kupferoxyd u. s. w. erst dann färbende Verbindungen, wenn sie beim Aufbrennen in borsaures oder kiesel saures Salz übergeführt werden.

Nur unter Berücksichtigung des Umstandes, daß manchen färbenden Körpern die Eigenschaft zukommt, verschiedene

Farbentöne zu geben, können wir von einer reichhaltigen Palette des Porzellanmalers sprechen — in Wirklichkeit ist aber die Zahl der färbend wirkenden Körper keine sehr bedeutende, und ist es nur durch geschickte Combination gewisser Farben überhaupt möglich, bestimmte Farbentöne hervorzubringen; bei der Zusammenstellung solcher Farben muß aber auch selbstverständlich darauf Rücksicht genommen werden, nur solche Farben zu mischen, welche nicht zerlegend aufeinander wirken. — Mit Bezugnahme auf das schon früher über die einzelnen Farben Angeführte können wir als eigentliche Farben für die Zwecke der Porzellanmalerei die folgenden nennen:

Gelb färben Antimonoryd, antimonsaures Kali, Uranoryd (orangegelb), Titanoryd, chromsaures Bleioryd, chromsaures Baryt, Ocker, Eisenoryd und Eisenvitriol — Chlor Silber.

Roth färben Eisenoryd, Eisenoryd-Thonerde, Goldoryd (als sogenannter Cassius'scher Goldpurpur), Kupferorydul.

Grün färben Chromoryd, Kupferoryd, Zinkoryd-Chromoryd.

Blau färben Kobaltoryd, Kobaltoryd-Thonerde (Thénard'sches Blau).

Violett färben Eisenoryd, Manganoryd.

Braun färben Eisenoryd, Manganoryd.

Grau färben Eisenoryd, kohlen saures Kobaltoryd (schwarzgrau), fein vertheiltes Platin, Iridiumsesquioryd.

Schwarz färben Eisenoryd, Manganoryd, Iridiumsesquioryd.

Zur Hervorbringung reiner Farbentöne wendet man die betreffenden Verbindungen immer nur in chemisch reinem Zustande an, wie sie im Laboratorium der Fabrik selbst dargestellt werden oder von verlässlichen Fabriken bezogen werden können.

Die Flußmassen.

Zum Aufschmelzen der Muffelfarben bedient man sich leicht schmelzbarer, farbloser Massen, welche von glasartiger Beschaffenheit sind und deren Zusammensetzung und Schmelzbarkeit von dem Zwecke abhängig sind, zu welchem sie dienen sollen; die Massen werden Flüsse genannt. Leicht schmelzbare Flüsse sind gewöhnlich Bleioryd-, Wismuthorhyd-, Borax-Gläser, schwer schmelzbare sind Kieselsäure-, Bleiglätte-, eventuell kiesel-saure Thonerde- (Feldspath-) Gläser, welch' letztere nur in höheren Hitze-graden schmelzen.

Man unterscheidet Flüsse, welche für eine größere Anzahl von Farben verwendbar sind und solche, welche nur für bestimmte Farbentöne in Anwendung gebracht werden. — Eine der häufigst angewendeten Flußmassen ist der gewöhnliche Blei- oder Rocaillefluß, welcher aus kiesel-saurem Bleioryd besteht; man stellt denselben dar, indem man 3 Theile Mennige mit 1 Theil eisenfreiem Quarzsand mischt, schmilzt und die in Wasser gegossene Masse auf das Feinste pulvert.

Zum Aufschmelzen von Metallen, Gold, Silber, Platin, wendet man den Wismuthfluß an, welchen man darstellt, indem man 12 Theile Wismuthweiß (basisch salpetersaures Wismuthorhyd) mit 1 Theil calcinirtem Borax zusammenreibt und die Masse, ohne sie vorher zu schmelzen, mit dem feinen Metallpulver und Lavendelöl aufträgt und einbrennt.

Für Farben, welche keine hohen Temperaturen ohne Zersetzung ertragen würden, ist der gewöhnliche Bleifluß zu strengflüssig; man macht denselben leichter schmelzbar, indem man ihm Borax oder Vorsäure zusetzt; im ersteren Falle entsteht ein Kieselsäure-Borsäure-Bleinatronglas, im zweiten ein Kieselsäure-Borsäure-Bleiglas. Die Farben, welche unter Anwendung von Goldpurpur bereitet worden, zartes Rosen-

roth bis dunkles Purpurroth, gehören zu den am leichtesten zersehbaren, und wendet man für sie Fluß von folgender Zusammensetzung an:

I.

Bleioryd	30	Gewichtstheile
Quarzmehl	10	"
Borsäure (entwässert) .	20	"

II.

Mennige	10	Gewichtstheile
Quarzmehl	30	"
Borax (calcinirt) . .	50	"

Violett schlägt bei zu hoher Temperatur leicht in Braun, Grau in Schwarz um; für diese Farben bringt man einen Fluß in Anwendung, welcher aus 8 Theilen gewöhnlichem Bleifluß (Mocaillesfluß) und 1 Theil Borax (entwässert) zusammengeschmolzen wird. Auch Grün gehört zu den sehr empfindlichen Farben, und wendet man für diese Farbe einen Fluß an, welcher sehr reich an Bleioryd ist und besteht aus:

Bleioryd oder Mennige . . .	8	Gewichtstheile
Quarzmehl (geschlämmt) . .	1	"
Borsäure (krystallisirt) . . .	2	"

Das Auftragen der Farben.

Bei der eigentlichen Malerei werden die Farben in gewöhnlicher Weise mit dem Pinsel aufgetragen, und ist hier nur des Mittels Erwähnung zu thun, dessen man sich bedient, um die Farben haften zu machen. Gewöhnlich wendet man hierfür entweder zweimal rectificirtes Terpentinöl oder auch Lavendelöl an. Da aber diese Oele nach dem Trocknen zu wenig Bindekraft haben und die Farben abblättern oder abstauben könnten, so muß man diesem Uebelstande dadurch abhelfen, daß man den reinen flüchtigen Oelen Essenzen zufügt.

Die Porzellanmaler verstehen unter „Essenz“ Terpentinöl, welches in dünner Schicht durch mehrere Tage der Einwirkung der Luft (staubfreier!) ausgesetzt wurde; das Öl verdickt sich hierbei unter Aufnahme von Sauerstoff, indem es zu verharzen beginnt, und hat ein Öl, dem man eine gewisse Menge von Essenz beigelegt hatte, genügende Bindekraft, um die Farben auf der Geschirrmasse festzuhalten. Wenn man mit Farben zu thun hat, aus welchen beim Brennen bei höherer Temperatur leicht Metall ausgeschieden wird, muß man so wenig Essenz als möglich anwenden, indem die Kohle, welche sich beim Brennen aus der Essenz abscheiden kann, leicht Veranlassung zur Reduction der Metallverbindungen geben könnte.

Für minder feine Malereien, wie sie z. B. auf Steinzeug ausgeführt werden, sucht man das kostspielige Lavendelöl durch billigere Substanzen zu ersetzen und wendet Mischungen aus 200 Gewichtstheilen Siccatis (Reinölsirniß), 50 Theilen Dicköl, 25 Theilen eingekochtem Reinöl und 550 Gramm Terpentinöl an, welche Mischung man durch 14 Tage der Luft darbietet. Sie scheidet hierbei einen ziemlich starken Bodensatz aus, und wird die von letzterem getrennte klare Flüssigkeit zum Auftragen der Farben verwendet. Beim Auftragen der Farben muß der Maler vor Allem darauf bedacht sein, die Farben so dünn als möglich anzuwenden; dick aufgetragene Farben blättern beim Einbrennen leicht ab, und ist der hierdurch entstehende Fehler in der Malerei nur sehr schwierig oder auch gar nicht wieder gut zu machen.

Bei der Darstellung von Gemälden auf Porzellan oder feinem Steinzeug ist es nicht möglich, das ganze Gemälde von dem Künstler ausführen zu lassen und dann zu brennen — Farben mit leichtschmelzigem Glasse lassen sich nicht

gemeinschaftlich mit solchen, die mit schwer schmelzbarem Flusse gemengt sind, aufschmelzen.

Der Maler hilft sich in diesem Falle dadurch, daß er jene Partien des Gemäldes, welche mit den widerstandsfähigsten Farben ausgeführt werden können, zuerst arbeitet, die Farben einbrennt, dann solche Theile ausmalt, welche mit leichter schmelzbaren Farben herzustellen sind, diese wieder einbrennt und in dieser Weise fortfährt, so daß zum Schlusse die am leichtesten veränderlichen Farben aufgesetzt und bei ganz gelinder Hitze eingebrannt werden müssen. — Es kann daher eine Schüssel, Vase u. s. w., welche mit einem vielfarbigen Gemälde geschmückt werden soll, fünf bis sechs Male in die Muffel kommen müssen, um gewisse Farben einzubrennen — ein Umstand, welcher die Kostbarkeit künstlerisch ausgeführter Porzellanmalereien wohl begreiflich macht.

Die Uebertragung von Malereien auf Thonwaaren auf mechanischem Wege.

Die Kostspieligkeit der mit der Hand ausgeführten Malereien auf Porzellan oder feinem Steingerath gestattet nur die Anwendung dieses Farbenschmuckes auf den werthvollsten Brunkstücken der keramischen Kunst. — Man war daher durch lange Zeit bemüht, Zeichnungen und Gemälde auf keramische Waaren auf mechanischem Wege mittels der Druckerpresse hervorzubringen — und ist man in neuerer Zeit hierin zu solcher Vollkommenheit gelangt, daß man sogar vielfarbige Bilder auf diesem Wege anfertigen kann; — freilich haben diese Objecte nur sehr untergeordneten künstlerischen Werth, zeichnen sich aber durch ungemein billige Preise aus.

Den Anfang mit dieser mechanischen Decoration von Geschirren machte man mit dem Kupferdrucke und einer Farbe, welche beliebig gewählt werden konnte. — Das

Original war eine auf gewöhnliche Weise von dem Kupferstecher hergestellte Kupferplatte — Copien der letzteren, welche auf galvanoplastischem Wege in beliebiger Zahl hergestellt werden können, dienen zum Drucke.

Die zum Drucke dienenden Farben waren die gewöhnlichen Porzellanfarben, gemischt mit dem entsprechenden Flussmittel; sie wurden mit sehr stark eingekochtem Leinöl auf das Feinste abgerieben, die Kupferplatte in der beim Kupferdrucke üblichen Weise eingefärbt und auf dem Geschirre (Teller, Schüssel u. s. w.) abgezogen, wobei der zu bedruckende Gegenstand auf einer elastischen Unterlage liegen mußte, um durch den Druck, welchen die Presse ausübte, nicht zerbrochen zu werden. — Die bedruckten Objecte wurden dann, je nach den Farben, welche man anwendete, im Ofen oder in der Muffel gebrannt. Die am meisten benützten Farben waren die feuerbeständigen: Schwarz (Eisenoryd), Blau (Kobaltoryd), Grün (Chromoryd).

Das eben geschilderte Verfahren wurde später dadurch vervollkommenet, daß man das Bild auf einem sehr dünnen, aber festen Papier abdruckte, das Papier auf das glasierte Geschirr, welches man vorher mit einer Alaunlösung bestrich, die man ganz eintrocknen ließ, legte und fest andrückte; die Farbe haftet sofort fest an der Glasur, und läßt sich das Papier vorsichtig abziehen und kann die Farbe dann eingebrannt werden. — Um das Bild in Gold zu erhalten, braucht man die eben hergestellte Zeichnung nur mit dem feinsten Goldpulver, welches man mit $\frac{1}{20}$ seines Gewichtes an leicht schmelzbarem Fluß gemengt hat, zu bestauben und den Ueberschuß des Goldpulvers mittels eines zarten Pinsels abzunehmen.

Noch einfacher ist dieses Verfahren, wenn man auf Papier druckt, welches stärker ist, aber auf der zu bedruckenden

Seite mit Wasser, in dem Leinsamen gekocht worden, bestrichen ist, welche Operation das Eindringen der fetten Masse in die Papiermasse verhindert. Das Papier wird, nachdem es bedruckt ist, mit der bedruckten Seite auf das Geschirr gelegt, angedrückt und nach einer Stunde das ganze Geschirr in Wasser gebracht. Nachdem das Papier erweicht ist, kann man es mit Leichtigkeit und ohne das Bild zu verlegen, abziehen. — Hat man das Bild mit Scharffeuerfarbe ausgeführt, so wird es durch mäßiges Verglühen der Geschirre auf dem Biscuit fixirt, und kann dann das Geschirr durch Eintauchen in flüssige Glasurmasse und nochmaliges Brennen vollendet werden.

In neuerer Zeit stellt man auf ganz ähnliche Weise, wie eben beschrieben wurde, auf der lithographischen Presse — selbstverständlich unter Anwendung von Porzellanfarben — vielfarbige Bilder auf Papier her, überträgt diese Bilder in der angegebenen Weise auf das glasierte Porzellan, erweicht das Papier durch Wasser, zieht es ab und brennt die Farben ein.

Das Auftragen edler Metalle.

Thonwaaren können entweder vergoldet, versilbert oder verplatinirt werden, indem diese drei Metalle auch in der Glühhitze nicht oxydirt werden; letzteres ist bei allen anderen Metallen der Fall, und kann man dieselben daher nicht in der Keramik anwenden. — Die Metalle müssen immer im Zustande der feinsten Vertheilung angewendet werden, und läßt sich dieser nur dadurch erreichen, daß man die Metalle aus ihren Lösungen durch chemische Mittel ausscheidet. — Gold wird in Königswasser (3 Theile Salzsäure, 1 Theil Salpetersäure) gelöst, die Lösung mit Soda versetzt, bis kein Aufbrausen mehr erfolgt und dann entweder eine concentrirte

Lösung von Oxalsäure oder Eisenditriol zugefügt. Das Gold fällt dann in Form eines ungemein zarten braunen Pulvers, welches mit kochendem Wasser ausgewaschen, getrocknet, mit $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{10}$ seines Gewichtes mit Metallfluß und Lavendelöl auf das Sorgfältigste abgerieben und mit dem Pinsel aufgetragen wird.

Silber wird in Salpetersäure gelöst, die Lösung mit Salzsäure versetzt, so lange noch ein Niederschlag entsteht, dieser mit Wasser ausgewaschen, mit Wasser, welchem man $\frac{1}{20}$ Salzsäure zugefügt hat, übergossen und in das Pulver von Chlor Silber ein Zinkblech gesteckt; das Chlor Silber verwandelt sich hierdurch in ein graues Pulver, welches aus feinst vertheiltem Silber besteht, das nach dem Waschen und Trocknen wie das Gold behandelt wird.

Platin wird in Königswasser gelöst, die Lösung vorsichtig bis zur Abscheidung brauner Krystalle eingedampft, diese in Wasser gelöst und die Lösung mit einer concentrirten Auflösung von Salmiak in Wasser vermischt; der entstehende gelbe Niederschlag von Chlorplatin-Chlorammonium (Platin-salmiak) wird filtrirt, getrocknet und geglüht, wobei eine graue schwammige Masse von fein vertheiltem Platin (Platin-schwamm) hinterbleibt, welche mit Fluß und Lavendelöl angerieben wird.

Das Auftragen der Metalle erfolgt immer auf der Glasur, das Einbrennen bei ziemlich hohen Hitze-graden. Nach dem Einbrennen zeigen die Metalle matten Glanz und erhalten erst durch Poliren mit dem Polirsteine (Achat) den Hochglanz. — Man hat auch Compositionen, welche nach dem Brande sogleich Glanzmetall ergeben, das Poliren daher überflüssig machen; diese Compositionen haben aber alle den Uebelstand, daß sie einen Metallüberzug ergeben, welcher so schwach auf der Glasur haftet, daß er sich durch Reiben der

betreffenden Stellen an dem Kopfschaare schon abschleifen läßt, daher von ungemein geringer Haltbarkeit ist. Diese geringe Haltbarkeit des Glanzgoldes ist wohl auch die Ursache, daß sich die Anwendung desselben in der Praxis nie recht einbürgern konnte.

Am schönsten kann man noch Metallüberzüge, welche entweder sogleich oder nach einfachem Reiben mit einem Leinentuche glänzend erscheinen, auf folgende Art darstellen: Für Gold löst man Goldchlorid in Schwefelbalsam, welcher letzteren man darstellt, indem man 1 Theil Schwefelblumen mit 3 Theilen Leinöl kocht, bis aller Schwefel gelöst ist. Das Goldchlorid erhält man durch Eindampfen einer Auflösung von Gold in Königswasser in Form brauner Krystalle. Die Goldlösung in Schwefelbalsam wird mittels Terpentinöl verdünnt und mit dem Pinsel aufgetragen; nach dem Brennen erscheint sie matt und muß mit Leinwand blank gerieben werden.

Ein sofort glänzender Silberüberzug entsteht durch Auflösen von trockenem Chlorsilber in Schwefelbalsam und Einbrennen in einer reducirenden Atmosphäre — das Silber wird hierbei als glänzend metallische Schichte ausgeschieden. Platin kann man einfach dadurch als glänzenden Ueberzug erhalten, daß man eine gesättigte Auflösung von Platinchlorid mit Lavendelöl auf die Glasur aufträgt und einbrennt.

Die Lüsterfarben.

Eigenthümliche und sehr schöne Effecte lassen sich durch die Anwendung der sogenannten Lüster erzielen, welche den Geschirren eigenthümlichen metallischen Schimmer und hohen Glanz ertheilen und in den verschiedensten Abstufungen hergestellt werden können.

Man stellt die Lüster im Allgemeinen dadurch dar, daß man aus den Salzen verschiedener Metalle harzsaure

Salze (Metallseifen) bereitet, dieselben in flüchtigen (ätherischen) Oelen löst und die Lösung mit dem Pinsel aufträgt. Die harzsauren Salze werden in der Weise hergestellt, daß man Natronlauge mit überschüssigem Colophonium eine Zeit lang kocht und mit der so erhaltenen Flüssigkeit die Lösung eines Metallsalzes versetzt. Der voluminöse Niederschlag, welcher sich hierdurch ausscheidet und der aus harzsaurem Metalloxyd besteht, wird ausgewaschen, getrocknet und in Lavendelöl oder Terpentinöl gelöst, zum Bemalen angewendet.

Die Lüster, welche durch Anwendung von harzsaurem Wismuthoxyd, Zinkoxyd, Bleioxyd und Thonerde entstehen, sind farblos, aber von eigenthümlichem Glanze; man wendet sie mit farbigen Lüstern gemischt an, um Abstufungen in der Farbe der letzteren zu erzielen und doch den Charakter des Lüsters dabei vollständig zu erhalten.

Der Eisensluster, für sich allein angewendet, giebt schönes Roth — durch Zusatz von Wismuthluster kann die Farbe desselben bis zu Chamois abgetönt werden; durch Zusatz von salpetersaurem Eisenoxyd zu Wismuthluster ergiebt sich die Farbe mit Goldglanz.

Uransluster, durch Fällung entstanden, erscheint grün; Uransluster, welcher durch Schmelzen von 1 Theil salpetersaurem Uranoxyd mit 3 Theilen Colophonium entsteht, giebt Perlmutterglanz.

Kupferluster ist braun mit rother Beimengung.

Nickelluster ist hellbraun.

Kobaltluster ist schwärzlich braun.

Cadmiumluster ist von feuriger röthlichgelber Farbe.



I n h a l t.

Vorwort.	Seite
Einleitung	1
I. Der Thon	11
Varietäten des Thones	13
Ziegelthon 15. — Löß oder Lehm 16. — Thonmergel 16. — Kalkmergel 16. — Schief oder Schlic 16. — Bolus, Siegel- erde, Röthel 17.	
Entstehung des Thones	18
Physische Eigenschaften des Thones	20
Chemische Eigenschaften des Thones	26
II. Die Prüfung des Thones	28
Die chemische Untersuchung	28
Die mechanische Analyse des Thones	29
Das Sieben 30. — Das Schlämmen 31. — Der Schlamm- apparat 33.	
III. Die Untersuchung des Thones auf seine Feuer- beständigkeit	38
Wedgwood's Pyrometer 38. — Brongniart's Pyrometer 39. — Die Brennpote 41. — Die pyrometrische Probe mit Thonerde und Kieselsäure 43.	
IV. Die Prüfung des Thones auf sein Bindevermögen und sonstigen physischen Eigenschaften	48
Das Bindevermögen	49
Die Bildsamkeit oder Plastizität	50
Die Schwindung	51
Die Porosität	53
V. Die nicht plastischen Substanzen oder die Magerungs- mittel	57
Die Kieselsäure	57
Der Quarzsand 59. — Die Infusorienerde 60. — Die Eigenschaft des Quarzes und Sandes 60. — Die Feuer- festigkeit des Sandes	61
Die Chamotte	62
Die Porzellanischerben	63
Der Graphit	63

VI. Die Flusmittel	66
Die Feldspathe	67
Der Orthoklas 68. — Der Albit 69. — Der Oligoklas 69.	
— Der Labrador 70. — Der Anorthit 70. — Der Granit 71.	
— Der Kalk 71. — Die Kreide 72. — Der Kalkstein 72. —	
Der Mergel 72. — Der Gyps 72. — Die Knochenerde 72.	
— Die magnesiashaltigen Körper 73. — Der Speckstein 73.	
— Die Schlacken 73. — Die Glasfritten 74.	
VII. Die Materialien, welche zur Darstellung von Glas- suren dienen	75
Die Alkali-Glasuren	77
Die Alkali-Erden-Glasuren	78
Die Blei-Glasuren	79
VIII. Die mechanische Bearbeitung des Thones	83
Das Auswintern	84
Das Ausfommern	87
Das Einsumpfen	88
Das Treten des Thones	91
Die Maschinen zur Bearbeitung von Thon auf trockenem Wege	93
Die Kollermühle	93
Die Desintegratoren	95
Die Maschinen zur Bearbeitung des nassen Thones	97
Die Thonschneider	97
Schlichter's Thonschneider 98. — Die Schnecken-Thon- schneider 100.	
Die Walzwerke	101
IX. Das Schlämmen des Thones	103
Das Probeischlämmen	105
Die Bestimmung des Feinheitsgrades der geschlämmten Masse	106
Das Schlämmen durch Handarbeit	108
Das Schlämmen in Kästen	108
Die Schlamm-Maschinen	113
Stehende Schlamm-Maschinen	114
Liegende (horizontale) Schlamm-Maschinen	116
Die Schaufelmaschinen	119
X. Die Zubereitung der Magerungsmittel	121
Das Brennen der Steine	122
Das Mahlen der Magerungsmittel	123
XI. Das Mengen der Thonmassen	127
Das Zusammenschlämmen	129
Verfahren zur Bestimmung der Trockensubstanz, welche in einer Schlammmasse enthalten ist	130
Das Mischen der Schlamm-Massen	134
Das Trocknen des Schlammes an der Luft	135

	Seite
Das Trocknen des Schlammes durch künstliche Wärme . . .	136
Das Trocknen des Schlammes durch Aufsaugung	138
Das Trocknen des Schlammes durch Pressen	138
Schraubenpressen 139. — Hebelpressen 139. — Filterpressen 141.	
Das Trocknen des Schlammes unter Anwendung von Luftdruck	143
Die Centrifugen	147
Anhang. Das Lagern der Thonmassen	150
XII. Das Formen der Thonwaaren	153
Das Drehen der Thongegenstände	154
Die gewöhnliche Töpferscheibe	154
Die schwebende Töpferscheibe	155
Die Töpferscheibe mit dem Treibrade	157
Die Töpferscheibe mit Regelantrieb	158
Die Töpferscheibe mit Frictionsantrieb	159
Die Arbeit auf der Töpferscheibe	160
Das Formen aus freier Hand	161
Das Formen mittels Schablonen	163
Das Formen in Hohlformen	168
Die Modelle	168
Die Gypsmodelle 171. — Die Thonmodelle 173. — Die Leimformen 173.	
Das Formen in Hohlformen mit Ballen oder Schwarten . .	175
Das Formen durch Pressen	177
Die Lithoponien und Lithophanien	179
Das Formen durch Gießen	180
Das Gießen unter Anwendung von Luftdruck	182
Die Vollenbung der geformten Gegenstände	185
XIII. Das Trocknen	186
Die Trockenkammern	188
Das Schmauchen	192
XIV. Das Glasiren	193
Die Darstellung von Glasurmassen	196
Das Schmelzen der Glasurmassen	197
Die Darstellung weißer Emaille-Glasuren	200
Farbige Glasurmassen	202
Weiße Glasur I. 203, II. 204. — Gelbe Glasur I. 204, II. 205. — Dunkelgelbe Glasur 205. — Rothe Glasur I. u. II. 205. — Grüne Glasur I., II. u. III. 206. — Blaue Glasur I., II. u. III. 207. — Braune Glasur I. 207, II. 208. — Schwarze Glasur I. u. II. 208.	
Thonglasuren	208
Bleifreie Glasuren	209
Leibl's Wasserglas-Glasurmasse 210. — Quarz-Wasserglas-Glasurmasse 211.	

	Seite
Vorsäurehaltige Glasuren	211
Vorax-Feldspathglasur 211. — Vorax-Kalkglasur 212. —	
Richard's Glasur 212.	
XV. Das Auftragen der Glasurmassen auf die zu gla-	
firenden Gegenstände	213
Das Tauchverfahren	214
Das Angußverfahren (Engobirverfahren)	220
Das Aufstaubverfahren	224
Das Verflüchtungsverfahren	226
A. Das Glasiren im Ofen 226. — B. Das Glasiren in	
der Kapsel 229.	
XVI. Das Brennen der Thonwaaren	231
Die Brennöfen im Allgemeinen	232
Die Beheizungs-Vorrichtungen	235
Feuerungen mit Treppenrosten	236
Die Brennmaterialien	238
Das Holz 239. — Der Torf 239. — Die Braunkohlen 239.	
— Die Steinkohlen 241.	
Brennöfen verschiedener Construction	243
A. Liegende Öfen	243
Der alte Löpferofen 243. — Der Casseler Ofen 245.	
B. Stehende Öfen	246
Der Augustin'sche Ofen 246. — Der alte Fayenceofen 247.	
Das Verschicken des Brennraumes	249
Das Brennen	251
XVII. Die Veränderungen der Thonmassen durch das	
Brennen	256
XVIII. Das Steingut	260
Die Zusammensetzung der Steingutmassen	261
Das Brennen des Steingutes	265
Das Glasiren der Steingutmassen	266
Farbige Steingut-Glasuren	270
Das Einbrennen der Malereien	271
XIX. Das Hart-Steingut. (Die Fayence)	275
Die Massen	276
Die Glasuren	282
Farbige Massen zum Begießen (Engobiren) von feinem Steingut	285
XX. Das Steinzeug	286
Die Steinzeugmassen	288
Das feine Steinzeug	298
Das gemeine Steinzeug	298
Unglasirtes feines Steinzeug	299
Glasirtes feines Steinzeug	304

	Seite
XXI. Das weiche französische Porzellan	310
XXII. Das weiche englische Porzellan	314
XXIII. Das Hart-Porzellan oder echte Porzellan	321
Porzellanmassen für verschiedene Zwecke	336
XXIV. Das Schmücken der Thonwaaren mit Farben und Metallen	340
Die Terralith- oder Siderolithwaaren	342
Die keramischen Farben	345
Die Flußmassen	349
Das Auftragen der Farben	350
Die Uebertragung von Malereien auf Thonwaaren auf mechanischem Wege	352
Das Auftragen edler Metalle	354
Die Lüsterfarben	356



7-14446

Alphabetisches Fachregister.

A.	Seite		Seite
Abschrecken	122	Borax-Feldspathglasur	212
Aegyptian	299	Borax-Kalkglasur	212
Aescher	200	Böttcher	7
Albit	69	Braunkohlen	239
Alkaliglasuren	77	Brennmaterialien	238
Alkalierdglasuren	78	Brennen der Thonwaaren 231, 251	
Analysen von Thon	54	Brennofen	233
Angußverfahren	221	Brennprobe	41
Anorthit	70	Brennraum	234
Antimonoryd	204	Brongniart's Pyrometer	41
Aufblasen	225		
Auftragen der Glasur	213	C.	
Auftragen der Farben	350	Cadmiumlüster	357
Auftragen der edlen Metalle	355	Carr's Desintegrator	95
Augustin's Ofen	246	Carrara	320
Ausfommern	87	Chamotte	62
Ausstreichverfahren	299	China	304
Auswintern	84	Centrifuge	147
		Cornish-stone	71, 276
B.		Cream-colour	276
Bambus	299		
Basaltgut	299	D.	
Bearbeitung des Thones	83	Drainröhren	83
Beheizungsapparaturen	235	Drehen der Thonwaaren	159
Bergkrytall	58	Desintegrator	95
Beschicken	249		
Bestimmung der Trockensub-		E.	
stanz	130	Einbrenn-Muffel	273
Bildsamkeit	50	Einbrennen von Malereien	271
Bindevermögen	49	Einsumpfen	88
Bisenit	299	Eisenstein-Porzellan	278
Bisenitbrand	313	Engobiren	221
Bleiasche	200	Engobirmassen	285
Bleisfluß	349	Emaillé	199
Bleiglasur	79	Emaillieglassuren, weiße	200
Blokmühlen	125	Emaillirsoda	201
Bolus	17	Essenz	351

F.	Seite		Seite
Farben, harte	346	Graphit	63
Farben, keramische	345	Gyps	72
Farbenpasten	202		
Farbenmaterialien	10	G.	
Fayence	275	Halbporzellan	275
Fayenceofen	247	Hartporzellan	321
Feldspathe	67	Hartsteingut	275
Feinheitgrad	106	Hebelpressen	139
Feuerungen	237	Hohlformen	168
Feuerkammer	239	Holz	239
Feuerraum	245		
Filterpressen	141	H.	
Flußmittel	10, 66	Infusorienerde	61
Flußmassen	349	Eisensteine-China	275
Formen mit Ballen	175	Jaspisgut	299
„ durch Gießen	181		
„ in Hohlformen	168	K.	
„ durch Pressen	177	Kalk	71
„ mit Schablonen	163	Kalkmergel	16
der Thonwaaren	153, 161	Kannenbäckerland	5
Füllöfen	189	Kaolin	324
		Kaolinland	337
G.		Keramik	6
Gasbrennen	228	Kieselsäure	57
Gasofen	44	Knochenerde	73
Generatorofen	329	Knochenporzellan	315
Gesundheitsgeschirr	275	Kollermühlen	93
Geschirrkammer	234	Kobaltlister	357
Gießen mittels Luftdruckes	182	Krügen	331
Glasfritten	74	Kreide	72
Glasfired	193	Kugelmühle	96
„ in der Kapsel	229	Kupferasche	206
„ im Ofen	226		
Glasur, blaue	207	L.	
„ bleifreie	209, 211, 309	Labrador	70
„ bleihaltige	309	Lagern des Thones	150
„ borssäurehaltige	211	Langen's Kof	239
„ braune	207	Lavirfeuer	328
„ dunkelgelbe	205	Lehm	16
„ gelbe	204	Leibl's Glasurmasse	210
„ grüne	206	Leimformen	173
„ massenfarbige	202	Lithocerame	275
„ rothe	205	Lithophanien	179
„ schwarze	207	Lithoponien	179
Glasurmaterialien	10	Löß	16
Granit	71	Lüsterfarben	346, 356

A.

Seite

Magerungsmittel	57
Malereien	271
Mahlen	123
Majolica	4
Maschinen zur Thonbearbei- tung	93
Mengen der Thonmassen	127
Mergel	72
Milchquarz	58
Mischen der Schlamm Massen	134
Modelle	168
„ aus Gyps	171
„ „ Leim	173
„ „ Thon	173
Muffelfarben	346
Muffelfarbenofen	273

B.

Rickellüster	357
------------------------	-----

C.

Ofen von Bosch	292
„ Casseler	245
Ofenfarben	346
Ofen, liegende	243
„ stehende	246
Oligoklas	69
Orthoklas	68

P.

Barian	320
Pâtre tendre	311
Pegmatit	71
Petim-tse	71
Piezometer	35
Plasticität	50
Polirscheiben	321
Porosität	53
Porzellan, echtes	321
Porzellanscherben	63
Porzellan, weiches	310
Porzellan, weiches französisch	310
„ „ englisches	314
Porzellanmasse	326
Porzellanofen	333
„ Berliner	333
„ von Venier	334

Seite

Probe, pyrometrische	43
Probeeschlämmen	105
Pyrometer von Brongniart	39
„ „ Wedgwood	38

Q.

Quarzsand	59
Quarz-Wasserglasglasur	211
Queen's-ware	276

R.

Richard's Glasur	212
Rocaillefluß	349
Rosenquarz	58
Röthel	17

S.

Salzglasur	267
„ für Steingut	267
Sand, Feuerfestigkeit des	61
Siegelerde	17
Sieben	30
Schablonenformerei	163
Scharffeuer	328
Schaukelmaschine	119
Schlacken	73
Schlagwerk	116
Schleifscheibe	218
Schlammapparat	33
Schlammmaschine	113
„ stehende	114
„ liegende	116
Schlämmen	31, 103, 108
Schleudermühlen	124
Schmelzen der Glasur	197
Schraubenpressen	139
Schriftgranit	71
Schliel	16
Schliel	16
Schlickehen's Thonschneider	98
Schmauchen	192
Schmücken der Thonwaaren	340
Schnecken-Thonschneider	100
Schrühen	213
Schwindung	51
Servicemasse von Sevres	336
Sculpturmasse „ „	336

	Seite		Seite
Siderolith	342	Töpferofen, alter	243
Sodaglasur	268	Töpferischeibe, gewöhnliche	154
Speckstein	73	" schwebende	155
Steine, Brennen der	122	" mit Friction	159
Steingut	261	" " Regelantrieb	158
" braunes	261	" " Treibrad	157
" weißes	261	Treppenrost	237
Steingutbrand	265	Trocknen der Gegenstände	186
Steingutglasur	267	" des Schlammes	135
Steingutzusammensetzung	261	" durch Luftdruck	143
Steinkohle	241	Trockenkammer	188
Steinzeug	286	Trommelmaschine	119
" gemeines	289		
" feines	298	U.	
Steinzeugmassen	288	Ueberfangglasur	285
Steinzeug, unglasirtes	299	Uebertragen von Malereien	352
glasirtes feines	304	Umdruck	341
Substanz, plastische	9		
nichtplastische	9	V.	
Sumpf	88	Veränderung während des	
		Brandes	241
T.		Verflüchtigungsverfahren	226
Tauchverfahren	214	Verglühen	213
Terralith	342	Vorbrennen	213
Thon	11	Vorfeuer	254
Thonanalysen	54	Vollfeuer	254
Thonbearbeitung, mechanische	83	Vollendungsarbeit	185
Thonglasuren	209		
Thon, feuerfester	15	W.	
Thonvarietäten	13	Walzwerke	101
Thonmergel	16	Wasserglas-Glasurmasse	211
Thon, Entstehung des	17	Wedgewood	5
physikalische Eigenschaften des	21	Wedgewoodgeschirr	288
Thon, Prüfung auf Feuerbeständigkeit	39	Wedgewood-Pyrometer	39
Thon, Prüfung auf Bindvermögen	49	White flint	304
Thon, chemische Eigenschaften	26	granit	304
Untersuchung des	28	Wismuthfluß	349
Treten des	91	Wismuth, weiß	349
Thonschneider	97		
Thon, Trockensubstanz, Bestimmung der	130	Z.	
Torf	239	Ziegelthon	15
		Zinnasche	200
		Zusammenschlämmen	129
		Zusammensetzung der Kaoline	325
		Zusammensetzung der Porzellanmassen	325

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die
Glas-, Porzellan- und Email-Malerei
 in ihrem ganzen Umfange.

Ausführliche Anleitung

zur

Anfertigung sämtlicher bis jetzt zur Glas-, Porzellan-, Email-, Fayence- und Steingut-Malerei gebräuchlichen Farben und Flüssigkeiten, nebst vollständiger Darstellung des Brennens dieser verschiedenen Stoffe.

Unter Zugrundelegung der neuesten Erfindungen und auf Grund eigener in Sèvres und anderen großen Malereien und Fabriken erworbenen Kenntnisse bearbeitet und herausgegeben von

Felix Hermann,
 techn. Chemiker.

— Mit 10 Abbildungen. —

19 Bogen. Octav. Geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.
 Eleg. gebdn. 2 fl. 65 kr. ö. W. = 4 M. 80 Pf.

Die
Photokeramik

das ist

die Kunst, photographische Bilder auf Porzellan, Email, Glas, Metall etc. einzubrennen.

Als

Lehr- und Handbuch

nach eigenen Erfahrungen und mit Benutzung der besten Quellen bearbeitet und herausgegeben

von

Julius Krüger.

Mit 19 Abbildungen.

13 Bogen. Octav. Geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.
 Eleg. gebunden 1 fl. 80 kr. = 3 M. 30 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die
Fabrikation der Erdfarben.

Enthaltend:

Die Beschreibung aller natürlich vorkommenden Erdfarben,
deren Gewinnung und Zubereitung.

Von Dr. Josef Bersch.

Mit 14 Abbildungen.

10 Bogen. Octav. Geh. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.

Eleg. gebdn. 2 fl. 10 fr. ö. W. = 3 M. 80 Pf.

Die
Fabrikation der Mineral- und Lackfarben.

Enthaltend:

Die Anleitung zur Darstellung aller künstlichen Maler- und Anstreicherfarben, der
Email- und Metallfarben.

Dem neuesten Stande der Wissenschaft entsprechend dargestellt von

Dr. Josef Bersch.

Mit 10 Abbildungen.

41 Bogen. Octav. Geh. 4 fl. 20 fr. ö. W. = 7 M. 60 Pf.

Eleg. gebdn. 4 fl. 65 fr. ö. W. = 8 M. 60 Pf.

Die
Fabrikation der Emaille
und das Emailfiren.

Anleitung zur Darstellung aller Arten Emaille für technische und künstlerische
Zwecke und zur Vornahme des Emailfirens auf praktischem Wege.

Für Emaillefabrikanten, Gold- und Metallarbeiter und Kunst-Industrielle.

Von Paul Randau,

techn. Chemiker.

Mit 8 Abbildungen.

15 Bogen. Octav. Geh. 1 fl. 65 fr. ö. W. = 3 Mark.

Eleg. gebdn. 2 fl. 10 fr. ö. W. = 3 M. 80 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.