

Der Derakhshan

Fachtheorie

Vorwort

Ausschlaggebend für das Entstehen dieses Skriptes waren meine Mitschüler/-innen der Jahrgänge 1999 – 2002 der Berufsschule für Keramik in Landshut und unser Fachtheorielehrer Herr Derakhshan, denen ich hiermit ganz herzlich für ihre Unterstützung danken möchte.

Herrn Derakhshan danke ich ganz besonders für seine außerordentliche Geduld und sein unerschöpfliches Wissensreservoir, mit denen er auf <u>alle</u> Fragen unermüdlich auch nach seinem Unterricht eingegangen ist. Ohne seine Unterstützung wäre diese Zusammenfassung niemals entstanden.

Außerdem danke ich meiner Mitgesellin Christine Hein, die bei diesem Papierkrieg wunderbarerweise den Überblick behalten hat und deren Unterlagen so ordentlich zusammengefaßt waren, daß sie mir die Arbeit ganz außerordentlich erleichterten. Natürlich gilt der Dank auch dem kalkspatz, der mich ermutigt und unterstützt hat. Dabei danke ich besonders Nine, die mit Kaffee, Computer, Rotstift und Humor die Fertigstellung unterstützt hat.

Die Informationen stammen aus Unterricht und Fachbüchern. Für Unvollständigkeit und Fehler kann ich keine Haftung übernehmen.

Eselsbrücken, die ich mir zum Lernen baute, sind durch die Schriftart "Jokernan" deutlich gemacht. Sie sind vielleicht / wahrscheinlich / oder sogar ziemlich sicher manchmal etwas sonderbar und mit meiner damaligen geistigen Verfassung zu entschuldigen, jedoch haben sie mir – und auch meinen Mitstreiter/-innen – geholfen, betreffende Stellen wahrscheinlich niemals wieder zu vergessen. Also bitte nicht wundern!

Sylvi Schwarzmann

eine Bemerkung der Herausgeber: das ist ein Skript der Schüler – so wie im Unterricht aufgezeichnet. Es ist nicht im Einzelnen vom Fachlehrer Derakhshan durchgesehen oder autorisiert. Wir haben uns bemüht, die gröbsten Auslassungen und Fehler zu finden – es gibt jedoch keinerlei Garantie dafür! Ausserdem sollte niemand meinen sich mit diesem Skript die Berufsschule ersparen zu können – in Naumburg oder Stuttgart werden z.T. einzelne Bereiche noch wesentlich vertieft behandelt.

für die kalkspatzen Günter Haltmayer

Inhalt

- 1 Geschichte
- 2 Keramische Erzeugnisse
- 3 Gesteinsarten
- 4 Ton und Kaolin
- 5 Beschreibung wichtiger keramischer Rohstoffe
- 6 Aufbereitung keramischer Massen und Rohstoffe
- 7 Formgebungsverfahren
- 8 Dekoration
- 9 Trockung
- 10 Brennen
- 11 Öfen
- 12 Chemie
- 13 Glasurtechnik
- 14 Feuerfestkunde

Anhang:

- Terra Sigillata
- Unfallverhütungsvorschriften
- Umweltschutz in keramischen Betrieben
- Bleilässigkeit
- Gefahren für die Gesundheit in keramischen Betrieben
- Gefahrenstoffkennzeichnung
- Gipsarbeiten und Isoliermittel

1. Geschichte

Jüngere Steinzeit Mittel- & VorderasienLebensbedingungen sind günstig -

aus Jägern und Sammlern werden Ackerbauern.

8000 v. Chr. Seßhaftwerden und Verarbeitung von Kupfer und Blei.

Vorratsbehälter und Trinkgefäße werden benötigt.

Tone und Lehme sind vorhanden, Hand als

Arbeitsmittel

Feuer wird für die Fertigung beständiger Keramik

Aufbau- und Wulsttechnik, Skulpturen.

Mittelsteinzeit 6000 v. Chr.

Jericho

Ziegelhäuser

Jungsteinzeit 4000 v. Chr.

Europa

frei- oder eingeformte Keramik mit Schnur- oder

Bandabdrücken

Mesopotamien

Uruk-Periode:

- Hochterrassen aus Ziegel (heutiger Irak)

- farbige Tonbolzen mosaikartig an Tempelwänden

- eingeritzte Schrift in Tontafeln

- farbige Keramiken mit geom. Mustern und abstrakten und naturalistischen Darstellungen von Mensch und Tier auf der Töpferscheibe

Entstehung der Töpferscheibe / Rollermaschine Zuerst als Handscheibe, dann als Fußscheibe

1000 v. Chr.

Mesopotamien

Niltal

erste Blütezeit

klimatische und geographische Bedingungen sind

günstig

Assyrer Babylonier

Ägypter hochentwickelt

Asiaten - der Beruf des Töpfers ist einer der ältesten

Mittel- & Südamerikaner

Afrikaner

Wissen kam von Mesopotamien (Zweistromland zwischen Euphrat und Tigris) zu den Ägyptern, Syrern

Von dort über die minoische und die helladisch-

hellenistische Welt zu uns

18. Jahrh.

allmählich wachsende Zahl von Manufakturen im 18. Jh.

nahmen dem Porzellan den Nimbus des

aristokratischen Privilegs und die dadurch wachsende

Nachfrage mußte nun durch immer rationellere

Verfahren befriedigt werden

Schlickergießen mit Elektrolyt-Zusatz in Gipsformen ist seit etwa 1780 bekannt. Seit diesem Zeitpunkt dürfte sich auch der Gips als Drehform auf der

Drehspindel befinden

Fertigungsstufen:

Dekoration

des Tones durch Einsumpfen, Kneten und Stampfen Aufbereitung Formgebung

bereits nach dem Rotationsprinzip

ursprünglich durch Ritztechnik, bald auch bunte

Glasuren und Malerei

Brennen in kleinen Holzöfen

2. Keramische Erzeugnisse

2.1 Definitionen

anorganisch nicht von Lebewesen stammend / nicht zur lebenden Natur gehörend

Ausblühungen – weiße oder farbige Flecken, die auch erst nach einiger Zeit auftreten können

- Entstehung durch lösliche Salze die durch Poren mit Wasser an die Oberfläche transportiert

werden und dort nach Verdunstung von Wasser auskristallisieren:

- Aufnahme von Bodenwasser
- Abgabe aus dem Mörtel
- Im Scherben vorhanden besonders Sulfate durch Gips und Pyritverbindungen
- Bildung des Sulfates während des Brandes

 $CaCO_3$ \rightarrow $CaO \cdot CO_2 \uparrow$ $CaO + SO_3$ \rightarrow $CaSO_4$

durch Zugabe von BaCO₃ verhindern (entstehendes BaSO₄ ist unlöslich)

 $BaCO_3 + CaSO_4$ \rightarrow $BaSO_4 + CaCO_3$

Erzeugnis Endprodukt, welches eine bestimmte Gestalt hat.

Einteilung in grob- und feinkeramische, dichte und poröse Erzeugnisse,

z. B. Porzellantasse

frostbeständig dichtgebrannte Tone (WAF \leq 1) oder Scherben, die keine Porösität aufweisen.

Poröse Scherben können frostbeständig sein, wenn sie einen hohen Anteil an unfüllbarem Porenraum haben(geschlossene Poren – nicht durch Kapillaren mit anderen Poren oder Tonoberfläche verbunden).

Gebrannte Tone mit hohem Flußmittelanteil haben mehr geschlossene kugelförmige Poren.

Karbonatreiche Tone haben nach dem Brand vorwiegend kapillarförmige Poren. Der Grad der Frostbeständigkeit bei porösen Scherben ist im Einzelfall abhängig vom

Grad der Sättigung mit Wasser vor dem Gefrieren. Großporige, inhomogene Scherben sind nicht frostfest.

Gestein verschieden stark verfestigtes Mineralgemenge, das die äußere Erdkruste bildet.

noch nicht von Lebewesen bearbeitet, z. B. Granit

Keramik alt: altgr.: "Keramos" ist das Trinkhorn, später auch die Töpfereierzeugnisse

"Kerameus" ist der Töpfer, "Kerameikos" war das Stadtviertel der Töpfer im

alten Athen

neu: alle anorganischen, nichtmetallischen, in feuchtem Zustand verformbaren, dann

getrockneten und durch einen Brennprozeß/Sinterungsprozeß verfestigten

Erzeugnisse

Mineral physikalisch und chemisch einheitlicher, natürlicher, meist fester, anorganischer

Stoff, der am Aufbau der Erdkruste beteiligt ist, z. B. Quarz, Feldspat

Zwei- und Dreischichtminerale.

Mischmineral mehrere Flußmitteloxide, zB. CaO •MgO•2CO2

Porosität Porenhaltigkeit – löcherige Eigenschaft des Scherbens.

Wasser- und Luftaufnahme, bzw. -durchlässigkeit.

Notwendig, um Wärme zu speichern und Schall zu dämmen.

Ursache Abgabe von Wasser, CO₂ (aus Karbonaten und Kohlenstoff), F, S und

Einschlüsse von Luft bei Aufbereitung und Formgebung

Erhöhung durch Zusatz von Stoffen, welche verdampfen oder verbrennen,

z. B. Sägemehl, Kohlepulver, Wachse, Polystyrol, usw. Karbonatreiche Tone haben nach dem Brand kapillarförmige Poren. Gebrannte Tone mit hohem Flußmittelanteil geschlossene kugelförmige Poren.



Sättigungswert S-wert > 0,9

= frostgefährdet

S-wert = 0.8 - 0.9S-wert < 0.8

= frostempfindlich

= frostsicher

Berechnung S-wert

= WAF nWAF max WAF n = WAF nach 24 h in Wasser

WAF max = WAF nach 24 h Wasser +

1 Std. gekocht

Scherben

keramischer Formling (auch ungebrannt).

sintern

Verdichten von Rohstoff / Masse unter Temperatureinwirkung

z. B. durch Zugabe von Flußmittel oder Reduktion.

S.-mittel

CaCO₃, MgCO₃

Stein

bearbeitetes Gestein

Technologie

Lehre der Anwendung chemischer und physikalischer Vorgänge im

Fabrikationsbetrieb zur Erzeugung von Waren

"allgemeine" keram.: in allen keramischen Betrieben grundlegende Tatsachen, z. B.

Rohstoffe, Aufbereitung, Formgebung, Trocknen, Brennen, Glasur- und Dekorationstechniken ohne Rücksicht auf die

Eigenart eines Erzeugnisses

"besondere" keram.: Erzeugungsgänge einzelner Tonwarengattungen, vom Ziegel

zum Porzellan

WAF

Sinterungspunkt und Porenhaltigkeit sind ein Maß für die Wasseraufnahmefähigkeit.

WAF (%) = (Gewicht gebrannt naß - Gewicht gebrannt trocken) x 100

Gewicht gebrannt trocken

Trocken wiegen, dann den gebrannten Scherben für 24 h in dest. Wasser ziehen

Danach abtrocknen und sofort nochmals wiegen.

WAF Porzellan 0 % Feinkeramik WAF < 2 % Grobkeramik WAF < 6 %

Sinterungspunkt

0.0 - 2.0 % WAF

Klinkerungspunkt

2,1 - 6,0 % WAF

poröse Keramik

über 6,0 % WAF

Werkstoff

alt angefertigtes Produkt aus einem oder mehreren Stoffen / Rohstoffen, z. B.

Porzellan

neu

Arbeitsmasse in der Keramik - durch Be- und Verarbeitung wird Erzeugnis

hergestellt

z. B. Ziegel, Klinker, Irdenware, Steingut, Steinzeug, Porzellan.

2.2 EINTEILUNG DER KERAMISCHEN WERKSTOFFE

	Grobke	oramik.	Feinkeram		k	
Porösität	poros dichi		poros		dicht	
WAF	> 6 %	< 6 %		> 2 %	< 2	•
Farbe	farbig	farbig	weiß bis farbig	weiß bis heligelblich	weiß bis farbig	weiß
Erzeugnis	7.090	Kanker	Topfer- / kdenware	Steingul	Stemzeug	Porzellan
Untertellung	Lochziegel Voltziegel	Vertilender Spallplaffen Norretorelat	Fayence / Schmetzware Topferware	Hart- (Feldspat-) Misch- Weich- (Kalk-) steingut	Grob- Feinsteinzeug	Hart- Weichporzellan
Brenntemperatur	- 900 * C	1100 - 1200 °C	950 - 1100 °C	1280 °C Schrühtemp 1200 °C Schrühtemp 1150 °C Schrühtemp	1200 - 1300 °C	1400 °C 1200 - 1350 °C
Brennfarbe					hell bis grau	
Glasur			F zinnhaltig weißdeckend meist bemalt T frittehaltig	transparente Glasur über farbiger Malerei	Feldspal- Salz- Lehmglasuren	aus Feldspat Quarz Kaolin
Verarbeitung			meist Scheibe	Scheibe und Gießerei	Scheibe	Scheibe, Gießen, Stanze
Gebrauch	einfache Hin- termauersteine z	frostfest B Vormauers,	Geschirr Ziergegenstände	H Gebrauchsgeschirr M Gebrauchsgeschirr & Wandp, F W gegossena Zierkerarnik	G Industrieprodukte Geschirr & Zierkeramil	Geschirr und Ziergegenstände

2.2.1 Ziegeleierzeugnisse

Mauer-, Schornstein-, Dachziegel, sowie Wand- und Bodenplatten

- Mauerziegel Herstellung durch Naßpressverfahren mittels Schneckenpressen

Vormauerziegel sind frostbeständige Mauerziegel, z. B. Klinker (nahezu dicht gebrannt)

Hintermauerziegel brauchen keine Frostbeständigkeit

Vollziegel mit oder ohne Löcher

Hochlochziegel Löcher senkrecht durchgehend zur Lagerfläche

Langlochziegel Löcher waagerecht zur Lagerfläche

Leichtziegel = Porenziegel

Ausbrennbare Stoffe wie Schaumkunststoffe, Sägemehl o. ä. werden zur

Porosierung beigefügt

- Schornsteinziegel Herstellung im Radialformat (rund) als Vollziegel oder mit Lochung

- Dachziegel für verschiedene Eindeckungswinkel Flachdach-

Reform-Hohlpfannen-Biberschwanzziegel

-Wand- u. Bodenplatten Klinker - Herstellung durch Trockenpressen

<u>Dachziegel</u>

sind dünne Ziegel, die so geformt sind, daß sie übereinander und/oder ineinander greifen. Sie sind für Flächen mit Neigung geeignet.

Verwendungszweck Dächer oder Außenwände

Anforderungen – dichter als Mauerziegel und geschlossenere Poren

- sollen schön sein

- Färben der Masse oder Engobieren, bzw. natürl. Brennfarbe

- für Flächen mit Neigung geeignet

Rohstoffe Ausgesuchte Tone aus Fabriknähe

Lehm (Sand, FM, plast. Bestandteile, tertiäre Lagerstätte)

Mergelton (kalkhaltiger Ton) Ziegelton (eisenhaltiger Ton)

Schieferton (noch Ton mit unplast. Bestandteilen)

Tonschiefer (hochplast., durch Hitze und Druck gefestigt)

Löss (Feinkörniger Ton, mager, gelblich)

Sand (Feinkörniger Quarz)

Vorsicht Enthalten Rohstoffe folgende Mineralien ist zu berücksichtigen:

Karbonate erhöhen in feinstkörniger Form die Porösität

Eisenoxide

Pyrit am Endprodukt grobstückige Absprengungen

Calcit (CaCO)

Pyrit (FeS) Fördert Ausblühneigung

Grobblättrige M. z. B. Glimmer begünstigen die Texturenbildung

Fertigung – durch Pressen mit Drehtisch oder Revolverpressen (Gips- oder

Metallformen)

- auf Gestellen trocknen

evtl. lederhart im Ofen fertig trocknenBrand bei 900°C - 1160°C in Tunnelöfen

Aufbereitung / Transport von der Grube - Kastenbeschicker - Mischen der

unterschiedlichen Tone -

Formgebung Zusätze beigeben - Förderband - Nasskollergang -

gewalzt (mit 2 Paar Walzen) - Sumpfhaus - Förderband - Siebrundbeschicker - Strangpresse - Batzen - Pressen

Trocknung Weiche Dachziegel werden auf Rähmchen in Gestellen getrocknet.

Steifere werden auf Trockenböden in Stapeln

oder in Kammertrocknern auf Rähmchen getrocknet.

Lederharte werden bisweilen in Öfen eingesetzt und dort zu Ende

getrocknet

Brennen 900 - 1160°C, SK 010a - 4

in Tunnelöfen, direkt befeuert mit Generatorgas, Erdgas oder Öl,

oxidierend wegen Porosität

Normen DIN 456: 1957

Prüfungen DIN/Form und Maßhaltigkeit, Wasserdurchlässigkeit, Frostbeständigkeit,

Ausblühungen, Tragefähigkeit

2.2.2 Töpferware

Töpferware engobierte Irdenware

farbige Engoben unter transparenter Bleiglasur / Fritteglasur

Irdenware Irdengut, Töpferware, Hafnerware – poröse Keramik

Blei- / Blei-Bor-Glasuren, Alkali-/Alkali-Bor-Glasuren z. B. Raku, Töpferware, Fayence, Majolika, Steingut

Schmelzware Irdenware, Fayence / Majolika / Delfter Ware - ab 16. Jahrhundert (Mittelalter)

Brenntemperatur 950 - 1100°C

Keramik mit naturfarbenem Scherben und SnO -haltiger, weißdeckender Glasur die mit färbenden Metalloxiden in ausbrennbarem Medium bemalt ist - macht Scherben

annähernd dicht

Der Scherben wird niedrig geschrüht, Zinnglasur drauf und die ungebrannte Glasuroberfläche wird bemalt (= Inglasur), nochmals besprüht (Koperta) evtl., um

Glanz zu erlangen.

Zwischen Fayence und Majolika gibt es technologisch keinen Unterschied.

Porzellanimitation.

Geschichte: Fayence: zinnglasierte, niedriggebrannte Keramik aus Faenza

Majolika: Mittelmeer, insbesondere Mallorca ab ca. 15.

Jahrhundert

Delfter Ware: "Fayence" um 16. Jahrh. von ausgewanderten ital.

Töpfern aus Delft (Holland)

2.2.3 Steingut

Geschichte 18. Jahrhundert aus England und Holland.

Daraus Wedgewood, Astburryund Villeroy & Boch in der 2. Jahrhunderthälfte.

Hartsteingut/Feldspatst.

40 - 55 % Steingutton 35 - 55 % Quarz 4 - 12 % Feldspat

Schrühtemperatur bei 1200 - 1280°C

Früher für ausgeformte Sanitärkeramik, heute für Gebrauchsgeschirr

Weichsteingut/ Kalksteingut 40 - 55 % Steingutton 35 - 45 % Quarz

5 - 10 % Kalkspat, Marmor oder Kreide Schrühtemperatur bei 1060 - 1150°C

Meist gegossene, farbig dekorierte Zierkeramik

Mischsteingut

45 - 50 % Steingutton, evtl. auch Kaolin, um Scherben möglichst weiß zu

erhalten

35 - 55 % Quarz 2 - 6 Kalkspat 2 - 4 % Feldspat

Schrühtemperatur bei 1120 − 1200°C Für Gebrauchskeramik und Wandplatten

Bei Steingutwaren ist im Allgemeinen die Glattbrandtemperatur um 100 - 200 °C tiefer als beim Schrühbrand.

2.2.4 Steinzeug

Geschichte

Steinzeug wurde schon früh als Werkstoff zur Herstellung von hochwertiger

Keramik verwendet. Besondere Leistungen vollbrachten Chinesen und

Japaner.

In Deutschland bekannt seit dem frühen Mittelalter

Nach Erfindung des europ. Porzellans trat Steinzeugfabrikation stark in

Hintergrund.

Erst gegen Ende des 20. Jahrhunderts erfolgte neuer Aufschwung durch

künstlerische Arbeiten einzelner Keramiker aus dem Westerwald.

Guten Ruf erwarb sich die Mosaikfabrik in Mettlach / Saar "Villeroy & Boch",

die Zier- und Gebrauchsgeschirr aus Luxussteinzeug herstellten.

Grobsteinzeug Feinsteinzeug teilweise Schamottezusätze. Bruchkante wird rauh und uneben

kann mit hellem bis weißlichen Scherben und dem glatten, scharfen und

mattglänzenden Scherbenbruch als Vorstufe zum Porzellan gelten

Fundorte

Rheinisches Steinzeug weißlicher Scherben

Reduzierend gebrannt ergibt grauen Scherben

Westerwald / "Kannenbäckerland"

Sächsisches Steinzeug tief dunkelbraun, ziegel- bis braunrot aus

eisen- und flußmittelhaltigem Scherben.

Nach dem Brand poliert.

oxidierend im Einbrandverfahren bei 1100°C

Böttger Steinzeug

Schlesisches Steinzeug grauer Scherben

Brenntemperatur 1300°C

Bunzlauer Geschirr / Bunzelware

Brennen

Tone, die bereits um 1100°C dicht brennen und auch 1250°C mitmachen. Manche Steinzeugtone besitzen noch bei 1400°C gute Standfestigkeit im

Feuer.

Glasur

Rheinisches Steinzeug mit Salzglasur

Salzglasur mit Smalte. Einzelheiten auf der Scherbenoberfläche sind zu erkennen.

Hauchdünner Glasüberzug aus Kochsalzdämpfen. Um 1200°C wird Kochsalz durch Öffnungen in den Ofenraum gestreut. Das Natrium im Kochsalz (NaCl) verbindet sich mit SiO2 • Al2O3 aus dem Scherben zur Glasur (Anflugglasur).

Schlesisches Steinzeug mit Lehmglasur (Polen)

Dicker, dunkelbrauner Glasurüberzug aus frühschmelzenden Lehmen deckt Scherben vollkommen ab.

Ab Mitte 19. Jahrhundert wurde geschwämmelt (blau-grün auf heller Glasur) Ab 20. Jahrhundert Spritzdekor mit Schablone

2.2.5 Porzellan

lat. Porsella (Perlmuschel), franz. porcelaine dichter, weißer und transparenter Scherben

Geschichte

In China schon vor Beginn unserer Zeitrechnung bekannt, entwickelte es sich allmählich aus dem Steinzeug, in dem Maße, wie es gelang, weißbrennende Rohstoffe zu verwenden.

Chinesisches Kaolin eignet sich besonders gut für Porzellanherstellung wegen des hohen Gehalts an glimmerähnlichen Tonmineralien, die sehr alkalireich sind.

Nach Entdeckung des Seeweges nach Indien führte die portugiesische ostindische

Handelsniederlassung Porzellangegenstände in steigendem Umfang im Abendland ein.

Wegen hoher Preise und der großen Beliebtheit versuchte sich auch Europa an Porzellanherstellung. Erfindung des europ. Porzellans durch Böttger 1708 in Meißen.

- die Böttgersche Erfindung gestattete, Porzellan in größeren Mengen serienmäßig herzustellen
- Der Erfinder kümmerte sich selbst um die praktische Durchführung seiner Idee.

Die von europ. Manufakturen hergestelle Porzellanware wurde mit einem Herstellerzeichen versehen (meist unveränderliche Unterglasurfarben), somit eindeutige Identifikation von Herstellungsort und -zeit.

<u>Hartporzellan</u> 25 % Feldspat

50 % Kaolin 25 % Quarz

Brenntemperatur 1400°C

Weichporzellan 35 % Feldspat

30 % Kaolin 30 % Quarz 5 % Ton

Brenntemperatur 1200 - 1350 °C

Verwendung als Gebrauchsgeschirr oder Ziergegenstände

Aufbereitung

Felsquarz wird kalziniert, unplastische Stoffe im Backenbrecher zerkleinert, im Trockenkollergang getrocknet und in Trommelmühlen naß gemahlen.

Maschinen sind so gebaut, daß Material nicht mit Eisen in Berührung kommt.

Plastische Rohstoffe kommen in einen Lösequirl.

Schlicker wird in Mischquirlen mit Feldspat- und Quarzschlickern gemischt. Es entsteht Porzellanschlicker.

Drehmasse indem man Schlicker in Filterpresse auf ca. 26 % Feuchtigkeit presst,

Mauken in Maukkellern Vakuumstrangpresse.

Stanzmasse erfordert 11 - 14 % Wasser und 1 - 4 % pflanzliches Öl

Gießmasse indem man Filterkuchen mit den Elektrolyten im Lösequirl mischt.

Formgebung Drehen, Überdrehen, Eindrehen, Gießen, Stanzen

Trocknung Langsam in dampfbeheizten Kammer- und Tunneltrocknern

Glühbrand 800 - 900°C (auch Schrühbrand genannt)

Glasieren transparente Feldspatglasur

Tassenrand wird nicht glasiert - nach Brand geschliffen und poliert.

Glattbrand 1380 - 1435°C, 15 - 20 % Gesamtschwindung

Teller werden einzeln in Sparkapseln gesetzt, deren unterer Teil der Unterseite des

Tellers angepaßt ist.

Teller steht auf einem angefeuchteten Gemisch von Quarz und Kaolin.

Tassen werden aufeinandergesetzt Brennen vor allem im Tunnelofen

Aufglasurdekor Abziehbilder, Eingravieren, Spritzen, Rändeln, Handmalerei

Aufglasurbrand 700 - 800 °C, außer für Kobaltblau ca. 1200°C; Gold bei ca. 600°C

Inglasurdekor Kobalt oder andere Farben bei ca. 1200°C

Fertigmachen Schleifen und Polieren der unglasierten Ränder und Füße

Polieren des Golddekors

Elektroporzellan

= allgemeine Produktionsverfahren für Hochspannungsisolatoren

Rohstoffe Kaoline, Ball clays, Kalifeldspäte, Pegmatite, Flint, Quarzsand, Talkum

Aufbereitung Nassverfahren

Quarz + Feldspat - Backenbrecher → Trockenkollergang → Trommelnassmühle

Ball clay - Lösequirl

Kaoline - Lösequirl

Kaolin, Ball clay, Q + F - zusammen in Mischquirl

Alles zusammen - Sieb, Magnet → Rührquirl → Filterpresse → Vakuumpresse

Formgebung bis zu 80 cm Durchmesser möglich. In lederhartem Zustand abdrehen

Trocknung Tunneltrockner, putzen und schwämmeln

Glasieren Braune, weiße Glasuren für das Einbrandverfahren werden aufgespritzt

Brennen bis zu 1400°C reduzierend

Fertigmachen Schleifen der Oberflächen, die eben sein müssen

Prüfung Elektrisch. Auf Druck, Belastung, Zug, Biegung, Abschrecken, WAF

Leistung z. B. wöchentlich 60 - 100 t große Isolatoren mit 250 Arbeitern

Knochenporzellan

Definition 50 - 60 % kalzinierte Rinderknochen (Calciumphosphat) - wirken als Flussmittel,

Kaolin, Feldspat.

Weichporzellan von großer Transparenz und Weiße.

Hauptsächlich zum Gießen, da sehr unplastisch. Für Geschirr, Figuren, Zierkeramik.

Dekoration Unter- und Aufglasurfarben, Abziehbilder, meist transp. Glasuren

Brand 1050 - 1100 C, Schrühbrand 1250 - 1300 C, Aufglasurbrand 700 - 800 C

2.2.6 Vitreous China / Halbporzellan

Definition stark verdichteter Scherben, WAF < 1 %, hohe Festigkeit, höher gebrannt als

Steingut, neigt zum Verziehen

Verwendung Sanitärgegenstände

Rohstoffe China clays, Ball clays, Quarzsand, Feldspat

Aufbereitung mit aufbereiteten Rohstoffen Gießmasse (Litergewicht von ca. 1910 g) herstellen.

Trocknen auf Tischen oder Regalen im Arbeitsraum für 5 Tage

Kammertrocknung in 24 Std. Tunneltrockner in 12 Std.

Einsetzen sorgfältig auf speziell geformten Einsatzhilfen oder zwischen Platten und Stützen,

damit sich Stücke möglichst wenig verziehen

Schrühbrand 1280 - 1300°C in periodischen Öfen oder Tunnelöfen

Schrühware hat WAF < 4 %, Brennschwindung 7 - 8 %

Glasieren Spritzen in Kabinen mit Abzug

Glattbrand Kegel 5, 1180°C in Muffeltunnelöfen

Ital. Sanitärware wird nach der Formgebung im getrockneten Zustand glasiert und einmal bei 1300°C gebrannt.

= keine gute weiße Oberfläche, viele Glasurfehler beim Glasieren sowie Ausschuß

2.2.7 Ofenkacheln

Meißener Kachel 45 % Steingutton

10 % feiner Sand 45 % Schamotte

Berliner Kachel 50 % Mergelton

30 % plastischer Ton 20 % Feiner Sand

Herstellung durch – Ausformen von Gipsformen

- Überschlagtechnik

Drehen - SchüsselkachelnAusschneiden - LuftkachelnAufbauen - Zylinderkacheln

Brenntemperatur 1000 - 1100 °C (sind nicht dicht)

2.2.8 Sonderkeramik

unabhängig von ihrer Porosität Dentalkeramik

Zündkerzen

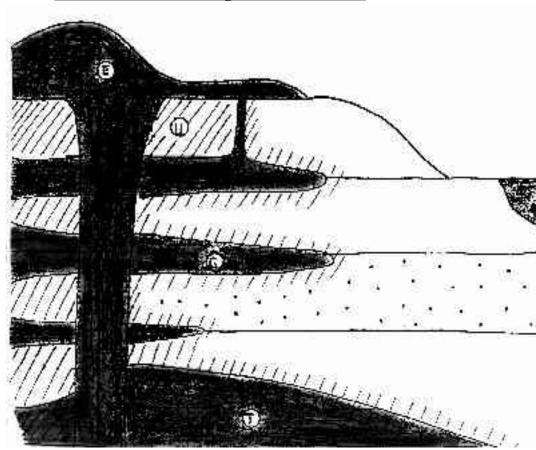
Brennhilfsmittel, hochfeuerfeste Erzeugnisse

Katalysatoren

elektrische Widerstände Hochspannungsisolatoren

3. Gesteinskunde

3.1 Profil der Entstehung der Gesteinsarten



Erdrinde

Erdoberfläche

Erdkruste

Е	Ergussgestein	Vulkanisches Gestein (magmatisches Gestein) an Erdoberfläche Z. B. Basalt, Porphyr, Phonolit
U	Umwandlungsgestein	Metamorphes Gestein durch Druck und Temperatur z. B. Gneis, Tonschiefer
S	Sedimentgestein	durch atmosphärische Einwirkungen und Einwirkungen aus Erdinnern z. B. Kies, Sand, Dolomit
G	Ganggestein	magmatisches Gestein – unterschiedlich z. B. Pegmatit
Τ	Tiefengestein	magmatisches Gestein - grob, langsam z. B. Dionit, Olivinit, Granit (DOG)

Pegmatit

- Mischfeldspat mit Verunreinigungen enthält Feldspat, Quarz und Glimmer
- fast weiß
- Flussmittel in Massen
- auch Basisrohstoff in Glasuren

Basalt

- basisches Ergussgestein
- Basaltglasuren werden dunkel wegen 8 15 % Eisenoxid
- Magerungsmittel
- in Massen erhöht es die Temperaturleitfähigkeit
- in Glasuren Färbung, Mattierung, Flussmittel

			3.2 Gesteir	sarten		
Name		Magmatisches G		Sedimentgestein	Umwandlungsgestein	Muttergestein
		Eruptivgeste	in		Metamorphes Gest.	Urgestein
Entstehung	durch Ausscheidung und Abkühlung aus dem Magma		Einwirken von Atmosphäre &	Druck- & Temperatureinwirkung	unabhängig	
	je nach Erstarrungsart		igsait	Erdinneres	aus Eruptiv- bzw. Sedimentgestein	
	Tiefen-	Erguß-	Ganggestein		J	
		vulkanisches Gestein		mechanische & chemische Zersetzung	Mineralumwandlung & -neubildungen	durch Verwitterung ent- stehen bildsame Roh-
						Stoffe
Erstarrungs-	in Erdkruste	an Erdoberfläche	erstarrte Restschmelzen			
art	erstarrt	gelangt und ausgekühlt	in Spalten und Hohlräumen			
Abkühlung	langsam	schnell	unterschiedlich			
Teilchengröße	grobkörnig	feinkörnig	unterschiedlich			
Beispiele	Diorit	Porphyr	Pegmatit -	Kies	Gneis	Granit
1	Olivinit	Basalt	angereichert mit Feldspat	Sand	Tonschiefer	Quarzporphyr
	Granit	Phonolit		Gips		Pechstein
				Dolomit		Lehm
				Kreide, Kalkstein		Bentonit
				Löß		
				Schieferton		feldspathaltig
				(Magerungsmittel)		

4. Ton und Kaolin

4.1 Definitionen

Geglühtes Al₂O₃ · 2 SiO₂

Kaolin Ab 500 °C beginnt das chemisch gebundene Wasser von Kaolinit langsam zu

entweichen.

Es ist bei 800°C restlos ausgetrieben. Dadurch wird Kaolin weniger quellfähig.

Kalziniert Bei kalkhaltigen Stoffen Reinigen durch Erhitzen, um Kristallwasser, CO und andere

flüchtige Stoffe auszutreiben.

Kaolin wird vom chin. Wort Kao-Liang (hoher Bergrücken) abgeleitet, wo die weiße

Porzellanerde gefunden wurde.

Es besteht aus 95 % Kaolinit (Tonmineral)

5 % Verunreinigung (Feldspat, Quarz, Glimmer)

Sie sind weiße Rohstoffe / Verwitterungsprodukte die auch weiß brennen (bis zu

1750°C).

Reinster, natürlich vorkommender Ton an primärer Lagerstätte.

Kaolinit $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O$

Tonmineral und wasserhaltiges Aluminiumsilikat

Dieser Rohstoff wird auch als "Tonsubstanz" bezeichnet

Magerungs- Rohstoff, der die Masse auflockert,

mittel die Plastizität, die Schwindung, die Rohbruchfestigkeit und das Verziehen beim

Trocknen verringert.

Verbessert Verarbeitbarkeit und Glasursitz, erhöht Porosität und Standfestigkeit beim Brennen z. B. Quarz, Schamotte, Scherbenmehl, Löss, Schieferton

Plastizität Bildsamkeit

Eigenschaft, sich durch äußeren Druck verformen zu lassen und die Form nach

Entfernung des Verformungsdrucks beizubehalten.

Je geringer die Kraft ist, die man anwenden muß, um die bleibende Verformung des Stoffes zu erreichen, um so höher ist seine Plastizität, um so "fetter" der Ton.

Ursache liegt in Größe und Form der Tonplättchen und dem Wassergehalt.

- Blättchenstruktur

Hüll- und Quellwasser lagern sich an, Tonminerale quellen auf – es entsteht eine "Gelschicht" – und lassen sich untereinander verschieben

- je kleiner die Tonteilchen, desto mehr Wasser kann anlagern, desto plastischer der Ton

- Stärke der Bindungskräfte

- bei verarbeiteten Tonen die Menge und Eigenschaft des Anmachwassers

- bestimmte Beimengungen, z. B. organische Stoffe und Plastifizierungsmittel

- je mehr Tonanteil, desto plastischer

- Einheitlichkeit der Teilchen

plastische R.: liegen in der Natur schon in sehr kleiner Korngröße vor. Nur ausnahmsweise eine

weitere Zerkleinerung. Sie bilden mit Wasser die keramische Masse.

z. B. Tone und Kaoline, Lehme, Bentonite

unplastische R: Rohstoffe, die sich mit Wasser nicht verformen lassen.

In der Keramik haben die unbildsamen Rohstoffe, (außer Quarz!!) eine

Doppelaufgabe:

- Sie dienen zur Magerung der Masse im rohen Zustand

- Sie dienen zur Verdichtung des Scherbens während des Brandes

z. B. Feldspat, Kalkspat, Sand, Kalk, Löss

Rohbruch-

Trockenfestigkeit / Trockenbruchfestigkeit

festigkeit = Summe der mechan. Festigkeit + Formfestigkeit im rohen Zustand /

Stabilität der geformten und getrockneten Keramik

Abhängig von - Zusammensetzung der Masse (je kleiner die Teilchen, je höher die

Bildsamkeit und je homogener die Masse, desto größer die

Rohbruchfestigkeit)
- Formgebungsmethode

Erhöhung durch Zugabe von Bentonit

Rohkaolin

ist sehr quarzreich. Der Quarzanteil (= freie Kieselsäure) ist teilw 80 - 90 %.

Die Trennung Kaolin - Quarz erfolgt durch Schlämmen.

Das geschlämmte Kaolin entspricht nahezu der Zusammensetzung von Kaolinit.

Rohkaolin besteht aus Feldspat

Quarz Glimmer

10 - 30 % Kaolinit

Ton

Wasserhaltiges Aluminiumsilikat aus feldspathaltigem, magmatischem Tiefengestein

oder metamorphem Gestein.

Verwitterungsprodukt, das durch physik. Vorgänge an sekundäre und tertiäre

Lagerstätte transportiert wurde.

Hauptbestandteil der Tone ist Kaolinit. Der prozentuale Anteil entscheidet über die

Qualität und die Verwendbarkeit eines Tones.

Sind plastische Massen und je nach Verunreinigung unterschiedlich farbig brennend. Er muß mit Wasser verformt werden können, getrocknet und durch Brand verfestigt

werden.

Tonminerale

sind wasserhaltige Aluminiumsilikate / Tonerdesilikate. Das wichtigste Tonmineral

ist Kaolinit

Sie entstehen durch Verwitterung von feldspathaltigem Gestein (z. B. Granit, Gneis,

Quarzporphyr).

Sie gehören zu den Schichtmineralien und sind entweder Zwei- oder

Dreischichtminerale.

Tonmehl

feinster trockener Ton als Pulver

Tonsubstanz

Kaolinit

 $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O$

4.2 Entstehung

in der Neuzeit - Tertiär - erstmals

Feldspathaltiges Muttergestein, z. B. Granit, Gneis, Quarzporphyr (bestehend aus Feldspat, Quarz und Glimmer)

wird durch

Verwitterung

	•	_
mechanisch / physikalische	organische	chemische/
durch		Herauslösen durch
Sonne	Bakterien	Kohlen-
Wind	Mikroben	Humus-
Regen		Schwefelsäure
Wolken		basische Bodenlösungen
Frost		neutrales Wasser

umgewandelt / zerkleinert in



wird zusammen mit unzersetztem Feldspat, Quarz und Glimmer zu



durch Transport durch Wasser und Wind entsteht



also durch Verlagerung von primärer zu sekundärer oder tertiärer Lagerstätte durch diese Verfeinerung, organ. Anreicherung und Bindung von Wasser und Aufnahme von Fe-Verunreinigungen, Alkali/Erdalkalioxiden u.a. entsteht



Mechanische Temperaturwechsel, Frost, Wasser und Wind wirken zermürbend auf das Gestein,

eingedrungenes gefrorenes Wasser kann Felsteile absprengen.

Organische durch niedere Lebewesen, die in die feinsten vorhandenen Gesteinsspalten

eindringen und dort absterben. Deren Überreste gehen mit Kohlenstoff und Stickstoff

aus der Luft eine Verbindung ein, dieses führt zur Humusbildung.

Dadurch Ansiedelung höherer Pflanzen.

Durch das Wurzelwerk wird mechan. Verwitterung gefördert.

Chemische

bewirkt die stoffliche Veränderung der Mineralien, aus denen die Gesteine bestehen. Sauerstoff ergibt Oxidation, Sonnenlicht bleicht, Kohlendioxid mit Wasser zersetzt. Die Feldspatarten werden durch diese Verwitterung gespalten und umgewandelt. Der Feldspat verliert dadurch einen Teil seines SiO₂ - Gehaltes.

Dafür wird aber Wasser chemisch gebunden.

 $K_2O Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2 + H_2CO_3 + 9 H_2O$ \rightarrow $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O + K_2CO_3 + 4 H_4SiO_4$ \rightarrow Kalifeldspat + Kohlens. + Wasser \rightarrow Kaolinit + Pottas. + Kiesels.

Dabei bilden sich also

- Kaolinit
- Pottasche, ein lösliches Salz, das von fließendem Wasser herausgelöst und weggeführt wird
- Kieselsäure, ein gallertartiger Stoff, der mit viel Wasser eine sog. "kolloide Lösung" bildet.

Diese Kieselsäure wird entweder durch das Wasser herausgewaschen und entfernt, oder sie trocknet nach und nach ein und verwandelt sich unter Wasserverlust zunächst in die einfachere Kieselsäure und zuletzt in das Siliziumdioxid, das allen Kieselsäuren und Silikaten zugrunde liegt.

 $SiO_2 + H_2O$

$$H_4SiO_4 \rightarrow H_2SiO_3 + H_2O \qquad H_2SiO_3 \rightarrow$$

Das schließlich hinterbleibende Siliziumdioxid bildet dann in feinster Verteilung eine Verunreinigung des Kaolinits.

Oder

$$K_2O \bullet Al_2O_3 \bullet 6 SiO_2 + 2 H_2O$$
 $K_2O + Al_2O_3 \bullet 2 SiO_2 \bullet 2 H_2O + 4 SiO_2$ Kalifeldspat + Wasser K -Oxid + Kaolinit + Quarz

4.3 Unterschied

	Kaolin	Merkmale	Ton
1	1.	Lagerstätte	2. oder 3.
2	>	Teilchengröße	<
3	weniger	Bildsamkeit	mehr
4	<	Trockenschwindung	>
5	<	Verunreinigung	>
6	>	Tonsubstanz	<
7	weiß	Farbe	weiß bis farbig

4.4 Fundorte von Kaolin

Vorkommen		Bezeichnung	% Tonsubstanz
В	Bayern	Hirschauer Porzellan Kaolin	94,00
E	England	China Clay	97,90
\$	Sachsen	Meißener Kaolin	90,10
T	Tschechoslowakei	Zettlitzer Kaolin	98,40

4.5 Fundorte von Ton

Vorkommen

Sachsen	Meißen	Töpfertone
Niederbayern	Kröning	Töpfertone, Löss
Oberpfalz		Töpfertone
Westerwald		Töpfertone
Rheinpfalz		Töpfertone
Voreifelgebiet		
Bayern	Hirschau	
Faenza		Kalktone
	Rheinpfalz Voreifelgebiet Bayern	Niederbayern Kröning Oberpfalz Westerwald Rheinpfalz Voreifelgebiet Bayern Hirschau

4.6 Eigenschaften der Tone aufgrund ihrer Farbe

- grau - schwarz	Ton enthält größere Mengen organ. Substanz (Bitumin, Braunkohle, Steinkohle usw.) und brennt weiß. Evtl. auch schwarz, wenn er Mangan enthält – dann niedriger brennen, sonst Blasen.
- weiß - hellgrau	Ton ist ein Steingut- oder Steinzeugton mit heller Brennfarbe und hohem Schmelzbereich. Oder es handelt sich um kalkreiche Tone (Mergel). Mergel brennt auch hell, schmilzt aber schon bei niedrigen Temperaturen.
- gelb - rot	Ton hat größeren Gehalt an Eisenoxide und wird deshalb schon früh sintern. Die Brennfarbe ist gelb bis rot-braun.

4.7 Zwei- und Dreischichtminerale

Tonminerale sind aus einer oder zwei Schichten von SiO₄ - Tetraedern aufgebaut und mit einer Schicht aus Al-O-OH - Oktaedern verbunden.

Sie bilden somit ein sog. "Schichtpaket", welches entweder aus einer Oktaeder-Tetraederschicht besteht oder in dem eine Oktaederschicht von zwei Tetraederschichten umgeben ist.

Zwei- und Dreischichtminerale unterscheiden sich chemisch, strukturell und in ihrer Eigenschaft, d. h. bei Formel, Schichtpaket und Quellfähigkeit voneinander.

Zweischichtm. Kaolinit TM von Kaolin Al₂O₃ • 2 SiO₂ • 2 H₂O

Halloysit TM von Fireclay Al₂O₃ • 2 SiO₂ • 4 H₂O

Dreischichtm. Montmorillonit TM von Bentonit

Al₂O₃ • 4 SiO₂ • H₂O + nH₂O

Bildet kompakte Gesteine mit muscheligem Bruch oder lockere Massen (meist grün-gelb, grün-grau, blaßgelb, mattblau, rosa)

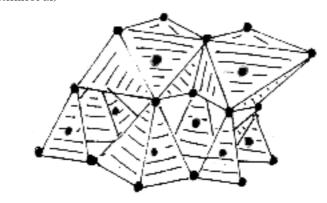
Fundort: Montmorillon (Frankreich)

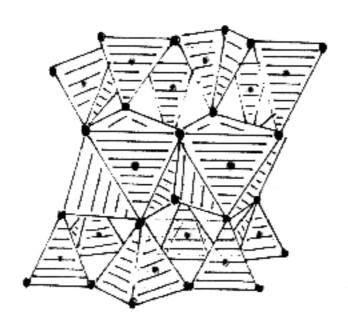
Illit TM von Illittonen K₂O • 6 Al₂O₃ • 12 SiO₂ • 7 H₂O

Zwischen Glimmern und Montmorilloniten einzuordnen, die meist durch nicht vollständige Verwitterung von Feldspat entstanden sind.

Fundort: Illinois (USA)

Durch Fehlen der OH-Gruppen zwischen den jeweiligen Dreischichtpaketen fehlt der feste Zusammenhalt – die Schichten lassen sich untereinander verschieben. Wasser kann eindringen und Dreischichtmineral quillt auf (im Gegensatz zum Zweischichtmineral)





5. Beschreibung wichtiger keramischer Rohstoffe

5.1 Definition

Brennintervall Spanne zwischen dem erwünschten Punkt beim Brennen und dem Punkt, bei dem die

Eigenschaft der Masse bzw. Glasur nicht mehr erwünscht ist.

Schmelzintervall in der Glasurtechnik, d. h., der Temperaturbereich zwischen dem

Ausschmelzen der Glasur und dem Ablaufen der Glasur.

Sinterintervall bei Ton, bzw. keramischer Arbeitsmasse, d. h. Temperaturbereich

zwischen Dichtbrennen der Masse bis zum Beginn der Deformation.

Dilatometer Meßgerät zum Messen der Ausdehnung (von Quarz)

Eutektikum der niedrigste gemeinsame Schmelzpunkt bei einem bestimmten Mischungsverhältnis,

der niedriger ist, als der niedrigste Schmelzpunkt eines beteiligten Stoffes.

Verdichtung der Masse, Herabsetzen der Garbrandtemperatur.

z. B. Kalifeldspat SP 1300°C, Kreide SP 1290°C, Verhältnis 90 zu 10, dann SP 1210°C

Flußmittel Sinterungsmittel

natürl. (z. B. Feldspat) oder synth. Stoffe (z. B. Fritte), die die Schmelztemperatur einer Mischung herabsetzen und das Schmelzverhalten von Mischungen beeinflussen. Sie bewirken in Glasuren das frühe Schmelzen und eine Erniedrigung der Viskosität z. B. Bleioxid, Bleifritte, Feldspat, Talkum, Kreide, Marmor, Kalkstein, Kalkspat In Massen bewirken sie das Verglasen (erniedrigen Schmelzpunkt und -temperatur)

gute Flußmittel: Alkalien Na₂O, K₂O, Li₂O, PbO

mittlere Flußmittel: Erdalkalien MgO, CaO, BaO, SrO

Sowie alle Rohstoffe, die diese Verbindungen beinhalten

Keram. Masse Ton mit Zusatz, bzw. verschiedene keram. Rohstoffe als Gemenge mit Wasser,

z. B. Bau-, Drehton

- müssen verformt werden können, Gestalt annehmen, getrocknet,

Trockenbruchfestigkeit erlangen und anschließend gebrannt werden können.

Keram. Rohst. in der Erdrinde vorkommende, mineralische Naturprodukte, die nach Abbau,

Reinigung und teilweise auch Zerkleinerung verwendet werden.

Ihre Auswahl erfolgt nach technischen und ökonomischen Gesichtspunkten.

Einteilung in plastische und unplastische Rohstoffe, z. B. Ton, Lehm, Feldspat, Quarz

Kristalle von ebenen Flächen begrenzte Körper, die u. A. durch Erstarren der Schmelzen, bzw. Verdunstung der Lösungen entstehen.

Octaeder und Tetraeder. z. B. Quarzkristall





Lehmglasuren Lehm (Quarz, Metalloxid, Tonbestandteile) + evtl. Flußmittel

Mergel kalkreiche Tone mit kapillarförmigen Poren, die hell brennen, niederer Brennbereich

Scherbenmehl geschrühte oder evtl. hochgebrannte Tonteilchen; aufgeschlossenes Scherbengut.

Tonteilchen aus dem Ton, dem sie später beigemengt werden. Sinnvoll bei Steingut, da dort die Schrühtemperatur höher ist als die

Garbrandtemperatur oder Porzellan, um Schwindung zu verringern und die

Verarbeitbarkeit zu verbessern.

Schwindung Die Gesamtschwindung (GS) einer Masse, also die prozentuale Volumenverkleinerung

des gebrannten Scherbens, setzt sich zusammen aus der Trockenschwindung (TS)

und der Brennschwindung (BS), jedoch nicht rechnerisch!

Trocken-

Schwindung des Scherbenvolumens bis 150°C durch Entweichen des Anmachwassers schwindung während des Trocknens.

> Sie kann bereits nach 24 Stunden durch Messen der nun verkürzten Länge der gezogenen Diagonalen bei Schwindungsplättchen ermittelt werden.

Massenzusammensetzung Abhängig von

Scherbendicke

Freiliegender Oberfläche

Luftfeuchtigkeit Temperatur Luftbewegung

Menge des Anmachwassers

Art und Anteil der Tonminerale in der Masse Menge der mageren und groben Bestandteile

Verringerung durch Sand, Schamotte, mageren Ton, Kalkspat, Feldspat

Brenn-

ab ca. 900°C, ausgedrückt in %.

schwindung bleibende Volumenverkleinerung eines Tones beim Brand

Durch Verkitten geschmolzener mit ungeschmolzenen Bestandteilen.

Abhängig von - Brenntemperatur

- Art und Anteil an schmelzbaren Bestandteilen (je alkalireicher, desto größer die Brennschwindung und desto geringer die Porosität)
- Gehalt an Quarz (je mehr, desto geringer die Schwindung)
- Korngröße der Rohstoffe

Schwindungsplättchen zur Ermittlung der Schwindung mit zwei Diagonalen, auf denen genau 10 cm abgetragen und markiert (L_f = 10 cm) werden,

nach dem Trocknen (Ltr), bzw. dem Brennen (Lgebr)

Proben werden bei jeder neuen Tonlieferung, Änderung der Mischung oder einer anderen Körnung der unplastischen Rohstoffe gemacht.

Berechnung:	% TS	$= (L_{\rm f} - L_{\rm tr})$	$x\ 100\ /\ L_{\rm f}$
	% BS	$= (L_{tr} - L_{gebr)}$	x 100 / L _{tr}
	% GS	$= (L_f - L_{gebr})$	x 100 / L _f

Stoff Eine noch nicht verarbeitete Grundsubstanz, z. B. keram. Rohstoff

Standfestigkeit Scherben muß bei der erforderlichen Garbrandtemperatur seine Form bewahren,

d.h. er darf sich nicht verziehen. Erhöhung durch Quarz und Schamotte

Thermische

Rohstoff und Molekulargewicht verändern sich unter Temperatureinwirkung

Zersetzung

z. B. $CaCO_3$ $CaO + CO_2$

Viskosität

Zähflüssigkeit

Messung mit Auslaufviskosimeter: Trichter mit 100 cm³ Inhalt und Öffnung von 4 mm bis zur Markierung füllen - Auslaufzeit (sec.) ist ein Maß für die Viskosität einer angesetzten Glasur.

Flussmittel verringern die Viskosität während des Brandes, Al₂ O₃ erhöht sie.

Zwischenschicht

Übergangsschicht zwischen Glasur und Scherben.

Jede Glasur verbindet sich beim Brennen mehr oder weniger mit ihrer Unterlage (Verzahnung). Beim Glasurbrand soll sich zwischen Scherben und Glasur eine

Zwischen- oder Übergangssicht bilden, welche vorhandene Spannungen bis zu einem

gewissen Grad ausgleichen kann.

Je stärker die Zwischenschicht ausgebildet ist, desto besser ist die Glasur mit dem

Scherben vereinigt.

Zwischen-

Die Bildung der Zwischenschicht wird hauptsächlich durch die Zusammensetzung

schicht bildner von Glasur und Scherben, die Höhe und Dauer des Brandes und die Porosität des Scherbens beeinflußt.

Gute Zwischenschichtbildner sind Kalkverbindungen wie z. B. Wollastonit und Dolomit, sowie Borverbindungen wie $B_2\ O_3$ – Verbindungen, ebenso hohes Brennen

5.2 Mohs´sche Härteskala

1	Talkum	Theo
2	Gips	gibŧ
3	Kalkspat	Karin
4	Flußspat	für
5	Apatit	Arbeit
6	Feldspat	Feld-
7	Quarz	Quallen
8	Topas	Theo
9	Korund	Karin
10	Diamant	doof!

Prüfung, indem man Mineral nimmt und damit z.B. versucht, die Glasur anzuritzen. Härte liegt eine Nummer drunter als die, die gerade noch ritzt.

5.3 Unplastische Rohstoffe

a) Quarz SiO₂ / Silikat Entstehung durch chem. Verwitterung aus Feldspat. Kieselsäure wird Wasser entzogen. $H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2 + H_2O$ Eigenschaften - als Mineral mit 12 % Anteil an der Erdrinde, einer Ritzhärte von 7, einer hohen Dichte von 2,65 g/cm³ und einer Schmelztemperatur von 1705 °C - Unlöslich in Wasser - Sehr hohe chemische Widerstandsfähigkeit, außer gegen Flußsäure $SiO_2 + 4 HF \rightarrow SiF_4 + 2 H_2O$ Beim Brennen entsteht HF, welche die Fensterscheiben angreift und trübt. - unplastisch - magert die bildsamen Rohstoffe und Massen ungebrannt - verringert Rohbruchfestigkeit gebrannt - Quarz muß feingemahlen zugegeben werden, um die Umwandlung in möglichst einwandfreiem Zustand ablaufen zu lassen (573°C) - Quarzsprung - Erhöht die Standfestigkeit beim Brennen, vermindert Brennschwindung - Wirkt in Glasuren als Glasbildner, erhöht den Schmelzpunkt, setzt Wärmedehnung herab und erhöht die chem. Widerstandsfähigkeit. Verhalten beim Brennen - bildet mehrere Kristallarten bei steigender Temperatur und gleichbleibendem Druck (Modifikationen) - α -Quarz \rightarrow ^{573°} β -Quarz \rightarrow ^{870°} β -Tridymit \rightarrow ^{1470°} β -Cristobalit \rightarrow ^{1705°}Schmelze - Sprunghafte Volumenänderung (2,4 %) von einer in die andere Kristallart. Erst beim Abkühlen ist es als Quarzglas amorph - Glasbildner Volumenvergrößerung/-verkleinerung bei 573°C. Hochquarz Tiefquarz Vorkommen kristallisiert ausgebildete Kristallform (z. B. Bergkristall, Amethyst-lila, Rauchquarz - grau, Rosenquarz - rosa, Zitrin kristallin nicht ausgebildeter Kristall (z. B. Flint) amorph gestaltloses Quarz (z. B. Opal) - beim Abkühlen gebunden In Silikaten und Gemengen Fundorte R Rheinland Frechener Quarz 99,5 % SiO₂

Hohe Qualität bei geringem Anteil von Eisenoxid (< 0,2 %). Daher möglichst Rohstoffe aussuchen, die bereits SiO₂ mitbringen, so daß möglichst wenig freies Quarz (Quarzmehl) zugegeben werden muß.

Hohenbockaer Quarz 99,7 % SiO₂

99.8 % SiO₂

Dörentrupper Quarz

S Hohenbocka / Sachsen

Teutoburger Wald

b) <u>Kalk</u> Kohlensaurer Kalk CaCO₃

Schwefelsaurer Kalk CaSO₄

Gips CaSO₄ • 2 H₂O

Vorkommen Kreide Kalkablagerung von Kleinstlebewesen

Kalkstein Sedimentgestein aus Muscheln, Schnecken, Korallen

Marmor Körniges, festes, durch Druck und Hitze verdichtetes Gestein

Kalkspat Kristallisiertes CaCO

Eigenschaften – zersetzt sich unter Wärmeeinwirkung mit Änderung des Molekulargewichts

(thermische Zersetzung) von 500 - 900°C - CO2 entweicht bei 900°C

 $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2 \uparrow$

- geht leichtschmelzende Verbindungen ein - Eutektikum (z. B. 1210°C mit

Kalkspat und SiO₂)

Verwendung - Sinterungsmittel / Flussmittel

- Magerungsmittel

- als kohlensaurer Kalk hauptsächlich in feinkeramischen Massen /

Zwischenschichtbildner

Kalksprengungen (Kalkspatzen)

Kalkeinschluß in Ton, der nach Brennen durch Feuchtigkeitsaufnahme aufquillt und so Abplatzungen hervorruft – oft auch erst nach Jahren des

Gebrauchs.

Kalk fein gemahlen

 $CaO + H_2O$ $Ca(OH)_2$ 56 + 18 74

<u>Gipszusatz</u>

Schrühbrand CaO • SO₃ • 2 H₂O CaO + SO₃ + 2 H₂O

Glattbrand s. o. "Kalk grob"

Durch Verbindung wird Volumen vergrößert / verkleinert - Sprengung

Kalk darf nur feinst gemahlen zugegeben werden (< 1,0 mm).

Er muß auch gleichmäßig in der Masse verteilt sein!

Nachweis Einige Tropfen Salzsäure über Ton geben

Positiv = heftige Schaumbildung und weißer Niederschlag

2 HCl + CaO • CO₂ CaCl₂ + H₂O + CO₂ \uparrow

c) Schamotte

Herstellung gemahlene, hochgebrannte Teilchen eines Tones, der erst in einem Bereich

von ca. 1600° C schmilzt

Für feinkeramische Massen 0,0 - 1,0 mm Für dickwandige Keramik bis 4,0 mm

Verwendung - Magerung von Massen

- Herabsetzung der Schwindung

Schamotte hält Schwindung nur so lange auf, bis sie selber sintert.

Daher Schamotte mind. 200 °C höher brennen als die Masse.

- Verhinderung des Verziehens beim Trocknen

d) Feldspat

Verwendung In der keram. Masse als Magerungs- und Sinterungsmittel

In der keram. Glasur als Flußmittel

Arten Kalifeldspat Orthoklas K₂O • Al₂O₃ • 6 SiO₂

Natronfeldspat Albit Na₂O • Al₂O₃ • 6 SiO₂ (meiste Verwendung)

Vorkommen Fichtelgebirge (stark mit Quarz)

Schweden Norwegen Finnland Frankreich

Eigenschaften - Als Mineral mit 60 % am Aufbau der Erdrinde beteiligt ist es ein

Alkalitonerdesilikat / Alkalialuminiumsilikat / Alkalifeldspat.

- Flussmittel / Magerungsmittel

Sie haben keinen festen Schmelzpunkt. Die Verflüssigung vollzieht sich

allmählich. Durch Erweichen im Brand verkitten sie die

ungeschmolzenen Teilchen, wodurch sich der Scherben verdichtet und

sintert.

Verdichten - Verglasen - Erweichen - Schmelzen

- können die Schmelztemperatur herabsetzen (Eutektikum)

- Verringern Viskosität

e) <u>Talkum</u> 3 MgO • 4 SiO₂ • H₂O

Verwendung In Steinzeugmassen erhöht es die Dichte des Scherbens und setzt das

Sinterintervall herab. Zugabe nur in geringen Mengen.

Eigenschaften Auch Speckstein oder Schneiderkreide genannt, ist ein wasserhaltiges

Magnesiumsilikat.

Es bildet mit Feldspat frühsinternde Verbindungen (Eutektikum)

f) <u>Dolomit</u> $CaCO_3 \cdot MgCO_3 \rightarrow CaMgC_2O_6$

Verwendung Zusatz zu feinkeramischen Massen. Wirkt ähnlich wie Kalk in Masse

(Eutektikum)

Eigenschaft Mischmineral (Calcium-und Magnesiumkarbonat)

das in den Alpen (Dolomiten) zu finden ist.

g) Magnesit MgCO₃

Wirkt ähnlich wie Kalk. Im Brand Zersetzung zu MgO (basisches Oxid), welches sich mit dem sauren SiO verbindet zu leichtflüssigem Magnesiumsilikat, das eine verfestigende, sinternde und verdichtende Wirkung hat.

Außer Quarz gelten fast alle unplastischen Rohstoffe, die I oder II-wertige Oxide enthalten als Fluß- oder Sinterungsmittel.

Sie haben meist eine Doppelfunktion: - Magerung der Masse in rohem Zustand

- Verdichtung des Scherbens während des Brandes

5.4 Weitere keram. Rohstoffe

Lehm Zusammensetzung SiO₂ (feinkörnig), Flußmittel, plastische Bestandteile

Entstehung junges Verwitterungsprodukt aus Muttergestein an tertiärer

Lagerst.

Anwendung Kann evtl. mit Flussmittel als Glasur verwendet werden.

Löß Zusammensetzung 60 - 70 % Quarz

10 - 30 % Kalk

10 - 20 % Feldspat, Glimmer u.a.

Entstehung feinkörniges Sedimentgestein, gelblich, leicht zu zerreiben,

zerfällt in Wasser.

Verwendung unplastisch, Magerungsmittel

Schiefertone Zusammensetzung Chemisch und mineralogisch unterscheiden sie sich kaum von

den Tonen. Sie sind lediglich etwas härter.

Entstehung dünnschichtige, unter Gebirgsdruck verfestigte

Sedimentgesteine.

Anwendung gutes Magerungsmitel für Steinzeugmassen

Bentonit Zusammensetzung Tonmineral Montmorillonit, ein Dreischichtmineral.

Entstehung hochplastischer Rohstoff, der durch Verwitterung vulkanischer

Aschen entstand.

Verwendung Plastifizierungsmittel in keramischen Massen

Stellmittel in Glasuren.

erhöht die Trockenbruchfestigkeit einer Masse

Glimmer Zusammensetzung Mineral

Silikat mit Flußmittelgehalt

Verwendung unplastisch

Ton Zusammensetzung wasserhaltiges Aluminiumsilikat

Tonmineral Kaolinit

Entstehung aus feldspathaltigem, magmatischem Tiefen- oder

metamorphem Gestein

Verwendung plastisch

Tonschiefer Entstehung Metamorphes Gestein -

durch Verfestigung aus Ton gebildetes Gestein

Sand Zusammensetzung Feinkörniges Quarz

6. Aufbereitung keramischer Rohstoffe und Arbeitsmassen

6.1 Definitionen

Mechanisches Wasser / physik. Wasser Anmach-

wasser Besteht aus Porenwasser, Hüllenwasser und bei plastischen Stoffen zusätzlich

Quellungswasser

Zur Veränderung der Verarbeitungseigenschaften.

Physikalisch an Masseteilchen angelagert, nicht chemisch gebunden.

Wassermenge richtet sich nach -Formgebungsart

-Mineralbestand der Masse -Teilchengröße der Rohstoffe

 $\% = (Gewicht_{feucht} - Gewicht_{trocken}) \times 100$ = 100 kg x % AWG Anmachw.bedarf Gewicht trocken 100 kg - % AWG

Für die Halbnaßaufbereitung

 $\% = (Gewicht_{feucht} - Gewicht_{trocken}) \times 100 = 100 \times \% AWB$ Anmachw.gehalt Gewicht_{tfeucht} 100 + % AWB

> prozentualer Wasseranteil einer feuchten Probe, steht in enger Verbindung mit Bildsamkeit

Gewicht trocken bedeutet bei 110°C getrocknet.

Drehmassen 22 - 26 % Aufbauen und Ausformen / Einformen 19 - 24 % Abdrehen 10 - 16 % Gießmassen 30 - 37 %

WZF Wasserzusatzfaktor (%) / (l)

Wird z. B. bei der Halbnaßaufbereitung benötigt, wenn bei keram. Masse bereits ein

gewisser Wassergehalt vorhanden ist.

FW = Feuchte des Werkstoffs (%)

AWG = Anmachwasser, das Masse haben soll

(%) $\% = (100 - FW) \times AWG - FW$ GR = Gewicht des feuchten Rohstoffes, 10.000 100 der verarbeitet werden soll (kg)

L = WZF x GR = Wasser das noch zusätzlich zugegeben werden muß.

6.2 Anforderungen an die keram. Massen

- Geringe Trockenschwindung damit keine Fehlerscheinungen, z. B. Trockenrisse,

Verziehen

- entsprechende Bildsamkeit

- Standfestigkeit Scherben soll sich beim Brand nicht deformieren

- gewünschte Brennfarbe Scherben soll nach Brand nicht "verbrannt" aussehen

6.3 Aufbereitung / Erhöhung der Bildsamkeit durch

1) Sommern und Wintern

Der grubenfeuchte Rohton besteht aus schwer aufschließbaren, zähen Schollen. Dieser Ton wird für einige Zeit den jahreszeitlich bedingten Witterungseinflüssen ausgesetzt (physik.Verwitterung, organ Anreicherung und chem. Verwitterung)

2) Lagerung

Tonteilchen sollen noch einen Wasserfilm bekommen

3) Schlagen

Anteil der eingeschlossenen Luft wird vermindert, Tonteilchen verbinden sich besser, Zusammenhalt und Homogenität wird erhöht.

4) Mauken

Bei Lagerung unter Luftabschluß erfolgt Vermehrung organ. Bestandteile. Das Mauken beginnt, wenn die abgestorbenen organischen Bestandteile einen Fäulnisgeruch ausströmen.

5) Impfen

Das Mauken kann durch Zugabe von bereits gemauktem Ton beschleunigt werden.

6) Sumpfen

Das Lagern in einer abgeschlossenen Atmosphäre ohne Temperaturschwankung mit 100 % Luftfeuchtigkeit.

Es führt zur gleichmäßigen Durchfeuchtung und Homogenisierung und findet vor der Aufbereitung statt.

7) Zugabe von Bindetonen

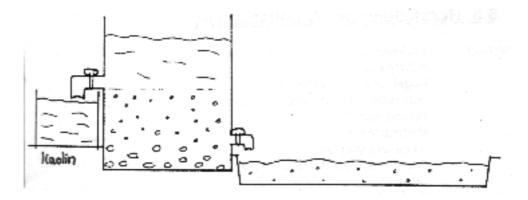
Hochplastische, sehr fette Tone - oft genügen wenige Prozent (z. B. Bentonit)

8) Vakuumstrangpresse

Entzug von Luft und Homogenisierung

9) Schlämmen

Quarz wird ausgespült



Messung

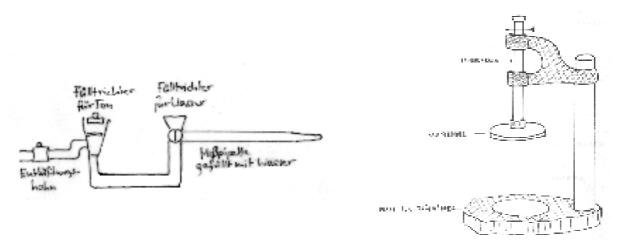
- Ton in Wasser legen. Plastischer Ton behält länger die Form, bevor er zerfällt.
- Bestimmung der Plastizität nach Pfefferkorn

Ein zylindrischer Prüfkörper wird von einem Fallstempel verformt. Alle Abmessungen sind festgelegt, so daß die Plastizitätszahl unmittelbar abgelesen werden kann. Je tiefer der Kolben geht, desto höher die Zahl, desto plastischer. Angabe als Zahl ohne Einheit.

- Der Enslin-Wert

Dieser Wert ermittelt das Wasserbindevermögen und beschreibt, wie hoch eine wasserdurchtränkte Substanz in einer bestimmten Kapillare steigt.

1 g Trockenton in Fülltrichter mit semipermeablen Membran geben - wasserdurchlässig.



6.4 Aufbereitungsmethoden

a) Nassaufbereitung Vorteil Staubvermeidung, Homogenität

Nachteil Energie- und Maschinenaufwand

b) Halbnassaufbereitung Vorteil spart Wasser, Energie und Kosten

Nachteil Staubentwicklung, nicht so feine Masse, nicht so

homogen (Texturen)

Beispiel Mischkneter, Sumpfbecken und Tonschneider,

Nasskollergang

Impfen

c) Trockenaufbereitung nur für Industrie geeignet

Nachteil Staubentwicklung

6.5 Herstellung der Arbeitsmassen

1. Zerkleinerung und Feinmahlung Backenbrecher

Kollergang

Kugel- und Trommelmühle

2. Mischung Schrauben-/ Misch- und Rührquirl

Mischkneter Mischkollergang

3. Reinigung Siebe und Magnete

4. Entwässerung Filterpresse und Membranpumpe

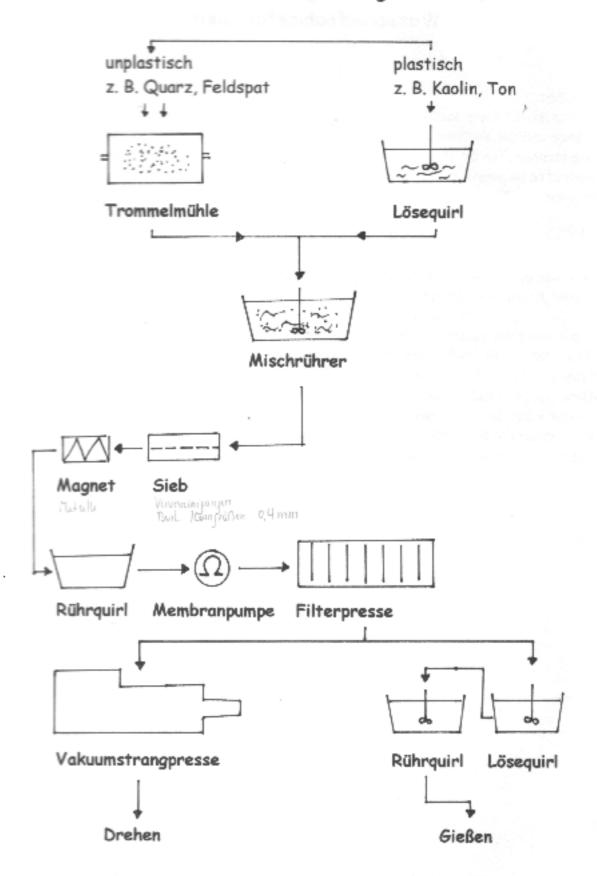
Gipsformen

Verdunstenlassen des Schlickerwassers

Sprühtrockner

5. Homogenisierung und Entlüftung Strang- und Vakuumstrangpresse

Naßaufbereitung



6.6 Maschinenkunde

6.6.1 Backenbrecher

Schwere, elektrische Zerkleinerungsmaschine für härteste Stoffe, z. B. gebrannten Scherben. Die geriffelten Brechbacken sind aus verschleißfestem Hartstahl.

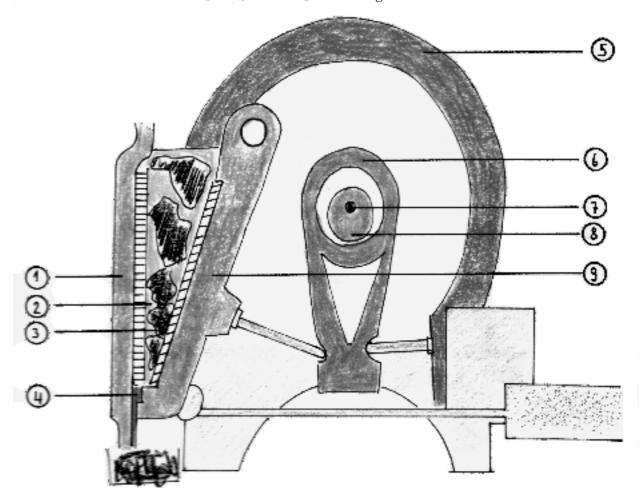
Das Material wird bei laufender Maschine ins Brechgehäuse geworfen.

Zerkleinerung erfolgt durch Druckbeanspruchung zwischen der festen und der beweglichen Brechbacke. Die Bewegung der einen Backe erfolgt durch ein Schwungrad, welches von einem Elektromotor angetrieben wird.

Das zerkleinerte Gut (2 - 3 cm groß) verläßt den Brechraum über den Austragsspalt.

Sicherheit:

- Keine Stelle der Maschine direkt mit der Hand berühren
- Bei jeder Kontrolle Maschine ausschalten und völligen Stillstand abwarten
- Abdeckung über Brechgehäuse
- Elektrische Sicherheitsvorkehrungen



- 1 Feste Brechbacke
- 2 Brechgehäuse
- 3 Brechgut
- 4 Austragsspalt
- 5 Schwungrad
- 6 Pendel
- 7 Drehachse
- 8 Antriebsexcenter
- 9 Bewegliche Brechbacke

6.6.2 Kollergang

Trockenkollergang wird in feinkeramischen Betrieben eingesetzt

Zur Zerkleinerung unplastischer Rohstoffe,

die vorher evtl. im Backenbrecher vorzerkleinert wurden.

Die Mahlbahn - ein Stahlsieb - dreht sich. Die Läufer - aus Granit oder Quarzit - sind fest.

Nasskollergang/ wird in grobkeramischen Betrieben eingesetzt

Mischkollergang Zur Aufbereitung (Zerkleinerung und Mischung) feuchter Tonmassen.

Die Mahlbahn – aus Stahl – ist perforiert und fest gelagert.

Die Läufer - aus Stahl - drehen sich.

Prinzip Das zu mahlende Material wird in das Mahlbecken gegeben.

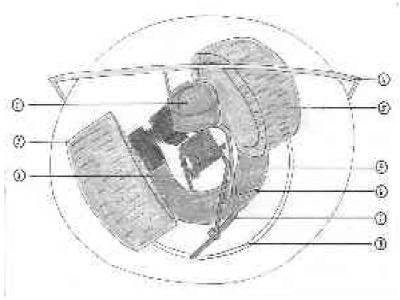
Die zwei Läufer bewegen sich an einer Schleppkurbel um die Hauptachse. Das staubfeine Mahlgut kann an der Unterseite der Mahlbahn durch einen

Schuber herausgelassen werden.

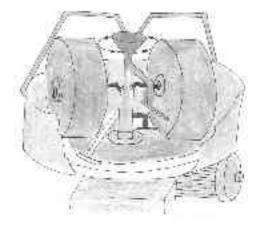
Sicherung - Schutzhaube bei bis zu 20 kg Mahlgut

- Lichtschranke bei über 20 kg Mahlgut

- Bei laufender Maschine nicht mit der Hand berühren



- 1 Trichter 2 Schleppkurbel 3 Innerer Schaber
- 4 Bewässerungsleitung 5 Läufer 6 Bewässerungsdüse 7 Äußerer Schaber 8 Mahlbahn



6.6.3 Nasstrommelmühle

Für das Erzielen bestimmter Korngrößen bei unplastischen Rohstoffen, Farben, Engoben und Glasuren bei der Nassaufbereitung.

Optimale Mahlung ist abhängig von

- Umdrehungszahl (U/min)

Umdrehungsgeschwindigkeit so wählen, daß Mahlgutfüllung und Mahlsteine bis zum höchsten Punkt getragen werden, um von dort herabzufallen. Die Steine üben dann die größte Schlagwirkung auf das Mahlgut aus.

- Trommelfüllung

Regel: 1/3 Mahlgut 1/3 Mahlsteine 1/3 Wasser Mühlenraum 1/4 bis 1/5 leer lassen, da sich Material durch Mahlreibung (Reibungswärme) ausdehnt und durch Volumenvergrößerung die Trommel zum Platzen bringen könnte.

- Mahlsteinfüllung

Größere Mühlen sortierte Flintsteine Kleinere Mühlen/ besonders geformte Steine aus Hartporzellan Topfmühlen

Mahlgut, Wasser und Mahlsteine werden in die mit Hartporzellanplatten verkleidete Trommel gegeben.

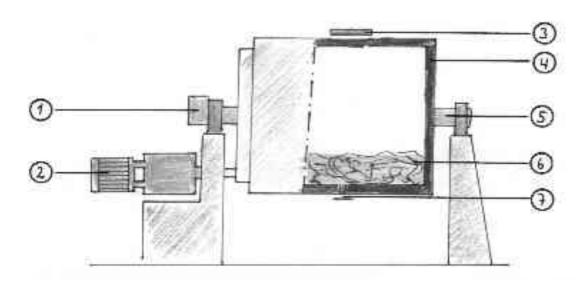
Überprüfen mittels einer Siebanalyse oder durch Einsatz eines Umdrehungszählers.

Stoffe nicht größer als 3 cm zugeben.

Ab 0,06 mm kann z. B. Quarz mit anderen Stoffen einen einheitlichen, homogenen Scherben bilden.

Sicherung

- Geländer, bzw. Gitter vor der Mühle
- Vorsicht! Beim Öffnen der Mühle entweichen die entstandenen Gase sehr ruckartig! Bei laufender Maschine nicht berühren



- 1 Umdrehungszähler 2 Getriebemotor 3 Verschluß 4 Trommelmantel und Mühlenfutter
- 5 Wälzlager 6 Mahlkörper 7 Druckausgleichsventil

6.6.4 Schraubenquirl

Für die Naßaufbereitung keramischer Massen

Die Umdrehungszahl der Schraube und ihr Abstand zum Behälterboden kann individuell eingestellt werden.

Die Schraube hat drei Flügel.

Durch Umdrehung der Schraube entsteht eine ständige Bewegung im Behälter.

Ergebnis abhängig von

Schraubengröße

Abstand von Schraube zum Behälterboden

Um drehungsgeschwindigkeit

Eigenschaft der Masse

Evtl. Behälter sechs- oder achteckig

Evtl. Übergang von Seitenwänden zum Boden viertelkreisförmig

Evtl. Gestänge statt Schraube

<u>Mischquirl</u> feingemahlene unplastische Rohstoffe werden mit aufbereiteten plastischen

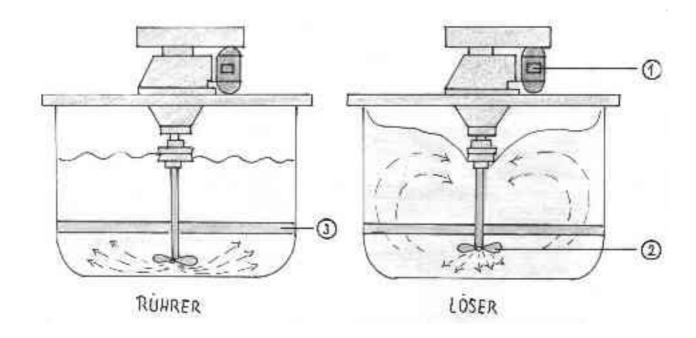
Rohstoffen im Mischquirl gemischt.

<u>Rührquirl</u> Schraube dreht sich langsam und nahe am Behälterboden.

Absetzen der festen Teilchen des Schlickers wird verhindert.

<u>Lösequirl</u> Schraube dreht sich schnell und weniger nah am Behälterboden.

Plast. Stoffe werden in Wasser gelöst



- 1 Motor
- 2 Schraube
- 3 Holzhalterung

6.6.5 Rüttel- / Vibrationssieb

Dient innerhalb der Aufbereitung keramischer Massen zur

Absiebung einer bestimmten Korngröße Reinigung der Materials von unerwünschten Verunreinigungen

Das Siebgewebe besteht aus rostfreiem Stahl, Messing, Kupfer und anderen Legierungen.

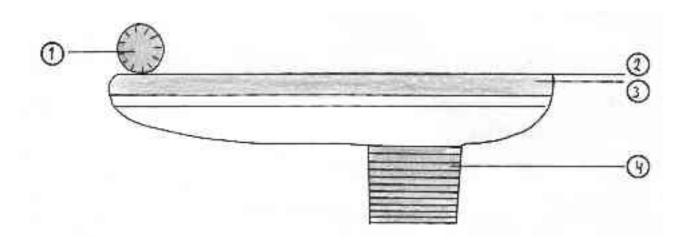
Es wird auf einen runden oder rechteckigen Rahmen fest aufgespannt.

Eine besondere Vorrichtung hält es unter ständiger Bewegung (rütteln, vibrieren), um das Siebgut effektiv abzusieben.

Die Schwingungen sind so eingestellt, daß sich bei offenen Sieben der Rückstand von selbst austrägt.

Siebdurchgang = alle Korngrößen, die kleiner als die Sieböffnung sind. Siebrückstand = alle Korngrößen, die größer als die Sieböffnung sind.

Der Durchmesser des Drahtes, die Webart und Größe der Sieböffnungen sind nach DIN 1171 genormt.



- 1 Elektrovibrator
- Oberer Siebrahmen
- 3 Siebgewebe
- 4 Permanent-Magnetfilter

6.6.6 Membranpumpe

Dient zur Förderung der Suspension aus dem Rührquirl in die Filterpresse.

Durch den Antrieb geht der Tauchkolben im Zylinder nach oben, so wird die Membrane an die rechte Wand des linsenförmigen, mit Bohrungen versehenen Gehäuses gesaugt.

Das Kugelventil geht nach oben und gibt die Öffnung frei.

Dadurch wird durch die Saugleitung Schlicker angesaugt.

Geht der Kolben nach unten, wird die Membrane an die linke Seite des Gehäuses gedrückt.

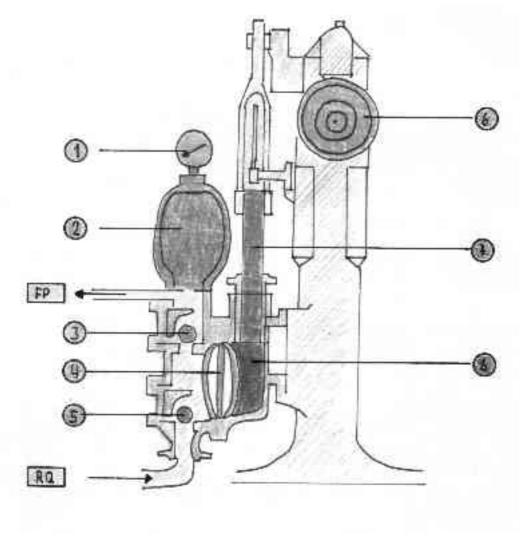
Der Schlicker wird durch das obere Kugelventil in die Druckleitung befördert.

Gleichzeitig wird das untere Ventil wieder geschlossen.

In diesem Rhythmus geht der Punpvorgang vor sich.

Durch die Druckleitung gelangt der Masseschlicker in die Filterpresse.

Sicherung: Verkleidung aller beweglicher Teile



- 1 Manometer
- 2 Windkessel
- 3 Druckventil
- 4 Gummimembran
- 5 Saugventil
- 6 Antrieb
- 7 Kolben
- 8 Zylinder mit Druckflüssigkeit
- 9 Federdruck

6.6.7 Filterpresse

Bei der Naßaufbereitung zur Entwässerung keramischer Suspensionen.

Die Filterpresse besteht aus Gußeisenplatten, die mit einer mechanischen oder hydraulischen Druckvorrichtung so zusammengefügt werden, daß mit Filtertüchern aus starkem dichten Perlongewebe ausgekleidete Kammern entstehen.

Aufrühren des flüssigen Tones mittels eines Rührquirls.

Transport in Filterpresse durch die Membranpumpe von Aufgabe durch den Einlaufkanal – Axiale Bohrung durch das ganze Plattenpaket für Schlickerzufuhr in alle Kammern gleichzeitig.

Schlicker wird gegen Filtertücher gepreßt.

Feststoff wird zurückgehalten.

Wasser fließt in feinen Rillen von der Oberfläche der Platten ab und

sammelt sich in Kanal unterhalb der Filterpresse.

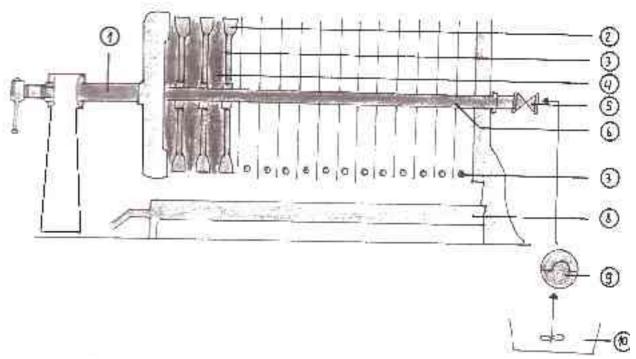
Sind alle Kammern mit Feststoff gefüllt, hört der Austritt des abfiltrierenden Wassers auf (nach ca. 4 - 6 Std. Filterzeit).

Schlickerzufuhr wird unterbrochen.

Verschluß der Presse wird gelöst.

Filterkuchen kann nach Auseinandernehmen der einzelnen Platten entnommen werden.

Evtl. Weiterverarbeitung durch die Strangpresse.



- 1 Spindel
- 2 Filterplatten aus Gußeisen
- 3 Filterkammern mit Filtertüchern aus Perlongewebe
- 4 Filterkuchen
- 5 Aufgabe
- 6 Einlaufkanal
- Wasserablassöffnungen
- 8 Wasserauffangrinne
- 9 Membranpumpe
- 10 Rührquirl

6.6.8 Mischkneter

Halbnaßaufbereitung – Die Menge des Anmachwassers muß selbst ermittelt werden Er dient zur Mischung, Knetung, Formgebung, Aufbereitung und Homogenisierung größerer und festerer Massen.

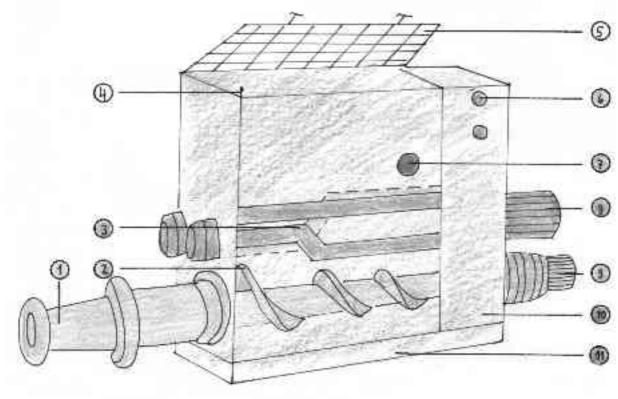
Die Maschine verarbeitet alles – vom trockenen Rohton bis zum feuchten Filterkuchen. Dabei laufen die beiden Z-Arme ineinander und kneten die Masse.

Nach Ablauf der erforderlichen Misch- bzw. Knetzeit wird die in der Maschine befindliche Schnecke umgeschaltet und trägt nun die Masse durch das konisch geformte Mundstück in Strangform aus.

Evtl. Weiterverarbeitung der Masse in der Vakuumstrangpresse.

Sicherheit

- Sicherheitsschalter / Notaus
- Absauganlage, Staubmaske
- Die Antriebe sind vollkommen geschlossen.
- Der Mischerrumpf ist mit einem Gitterdeckel versehen, der durch einen Magnetschalter den Betrieb nur bei zugeklapptem Deckel zuläßt.



- 1 Mundstück
- 2 Schneckenwelle
- 3 Z-Arm-Mischer
- 4 Kontaktschalter für Sicherheitsgitter
- 5 Sicherheitsgitter
- 6 Motorschalter
- 7 Sicherheitsschalter
- 8 Motor für Z-Arm-Mischer
- 9 Motor für Schneckenwelle
- 10 Getriebegehäuse
- 11 Grundrahmen

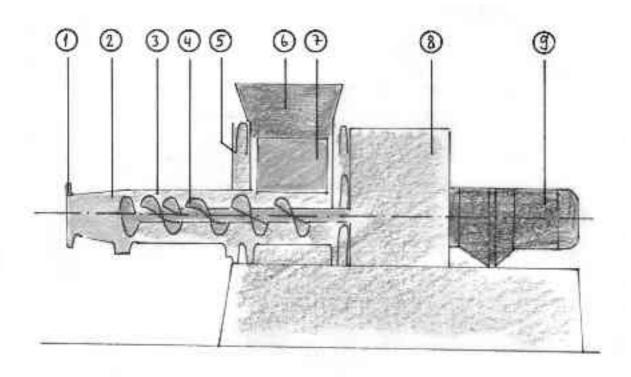
6.6.9 Strangpresse / Tonschneider

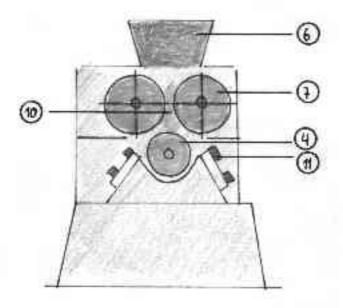
Naßaufbereitung

Dient zur Homogenisierung der feuchten Tonmassen, wobei die bereits aufbereiteten Tone in die Presse gefüllt werden und mittels einer Schnecke durch zwei Zylinder nach unten gepresst werden. Austritt der Tonstange durch ein konisches Mundstück.

Sicherung

- Sicherheitsschalter
- Abdeckung über Fülltrichter
- Hoher Schutztrichter
- Evtl. Nachdrückvorrichtung





- 1 Mundstück
- 2 Presskopf
- 3 Presszylinder
- 4 Schneckenwelle
- 5 Maschinengehäuse
- 6 Aufgabetrichter
- 7 Speisewalzen
- 8 Zahnräder
- 9 Getriebemotor
- 10 Speisewalzenspalt
- 11 Abstreifer
- 12 Sicherheitsschalter

6.6.10 Vakuumstrangpresse

Naßaufbereitung.

Weiterentwicklung der Strangpresse durch Einbau einer Vakuumkammer.

Der Zylinder der ersten Förderschnecke ist mit einer Lochplatte abgeschlossen, die die Masse in fadenförmige Stränge aufteilt.

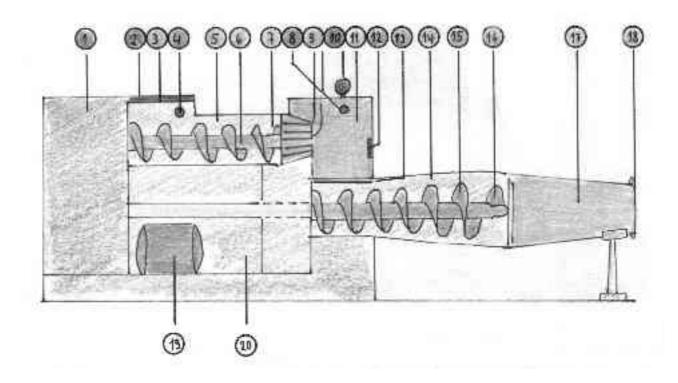
Eintritt in Vakuumraum (Vakuum mittels eines Aggregates zur Erzeugung des Unterdrucks).

Durch ein Fenster kann kontrolliert werden, ob die Vakuumleitung frei ist.

Die entlüftete Masse wird durch die zweite Transportschnecke mit einer noch größeren Steigung verdichtet und aus dem Mundstück gepresst.

Sicherung

Sicherheitsschalter / Notschalter Abdeckung über Fülltrichter Evtl. Stock zum Nachschieben des Tones Alle Antriebe geschlossen



1	Getriebekasten	11	Vakuumkammer
2	Aufgabetrichter	12	Schauglas
3	Einräum-/Speisewalze	13	Einräum- / Speisewalze
4	Sicherheitsschalter	14	Gehäuse für Auftragschnecke
5	Gehäuse für Aufgabeschnecke	15	Press-/Austragsschnecke
6	Aufgabeschnecke	16	End-/Kleeblattmesser
7	Kleeblattmesser	17	Pressenkopf
8	Lampe	18	Mundstück
9	Lochplatte	19	Motor
10	Manometer	20	Gestell

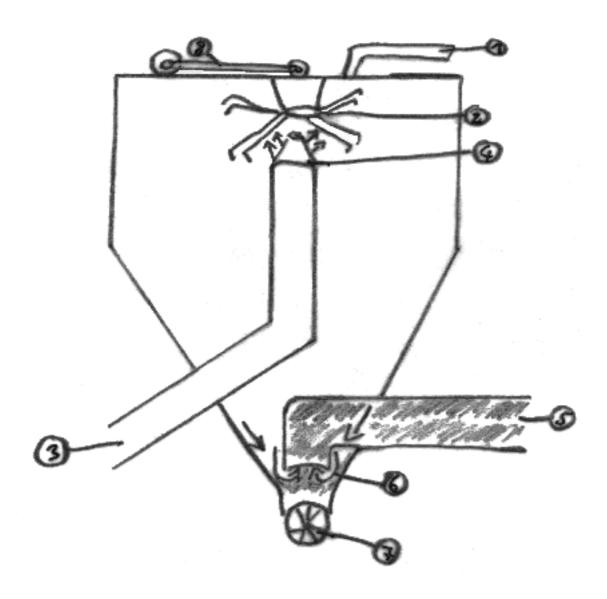
6.6.11 Sprühtrockner

Bei der Naßaufbereitung kann anstelle von Filter- und Vakuum- / Strangpresse ein Sprühtrockner eingesetzt werden, der den Ton in trockene Granulate für das Trockenpressen verwandelt.

Vorteil: - wenig Arbeitskräfte

- weniger Maschinen

Nachteil - Energieaufwand



- 1 Zulauf der Suspension
- 2 Zerstäubungsteller
- 3 Heißgaseintritt
- 4 Heißgasverteiler
- 5 Abgasabsaugung
- 6 Auffangtrichter
- 7 Zellenradschleuse
- 8 Tellerantrieb

7. Formgebungsverfahren

7.1 Definitionen

Elektrolyt 0,1 - 0,3 % Verflüssigungsmittel, mit dessen Hilfe mit relativ wenig Wasser eine

Gießmasse hergestellt werden kann.

z. B. Soda (Na₂CO₃ • 10 H₂O), Wasserglas, Formsil, evtl. auch Natronlauge oder

Pottasche - somit geringere Schwindung.

Formgebung Drehen, Eindrehen, Überdrehen, Abdrehen, Pressen, Gießen, Aufbauen, Ausformen,

Modellieren

Thixotropie Eigenschaft von Gießmassen, im Ruhezustand anzusteifen, sich zu entmischen und

einen gallertartigen Zustand zu erreichen.

Durch Rühren, Quirlen oder Umpumpen kann man sie vorübergehend aufheben. Man

sollte sie jedoch nicht mehr verwenden, weil Gießfehler auftreten. Begünstigt wird die Thixotropie durch zu viel Verflüssigungsmittel.

7.2 Arten der Formgebung

Drehen

Formen Rotationssymmetrische Formen

<u>Freidrehen</u>

Maschinen Töpferscheibe Schubscheibe

Antrieb durch Kippmotor

Friktionsmotor

Elektronisch gesteuerter Antrieb

Ton - WG von 22 - 26 %, plastisch

- Homogenität

- darf nicht an den Händen kleben

- entsprechende Verformbarkeit / Plastizität

- keine Lufteinschlüsse

- keine große Trockenschwindung

- nach dem Trocknen geeignete Bruchfestigkeit

- Möglichkeit, in lederhartem Zustand weiterverarbeitet zu werden

- in lederhartem Zustand gewisse Elastizität

Vorbereitung - Schlagen des Tones zur Verhinderung von Lufteinschlüssen

- Verändern der Masse zur Verhinderung von Spannung

- Ton entgegen der Austragsrichtung der Vakuumstrangpresse aufsetzen zur

Verhinderung von Spannungsbildung

Vorteil - WG und Menge der Masse kann evtl. beim Drehen nachkorrigiert werden.

Anwendung Töpfereierzeugnisse



Eindrehen / Überdrehen

Maschine Drehscheibe in Verbindung mit Gipsformen und Metallschablonen

(Drehspindel).

Ton WG von 22 - 26 %, plastisch

Prinzip Eindrehen: Formling erhält durch die Gipsform die äußere Gestalt (Umrißlinie)

und die innere Ausbildung erfolgt durch die Schablone.

Beim Überdrehen umgekehrt.

Der Scheibenkopf kann durch kleinere oder größere ausgewechselt werden.

Geschwindigkeit ist regelbar - mechan. Formgebung

Vorteile - mit wenig Zeit mehr Produktion

- Gleichheit / Reproduzierbarkeit

- Fuß, Dekor und Scherbenstärke sind in Gipsform / Schablone integriert

- Anlernkräfte statt Fachpersonal

- Maschine braucht wenig Platz und ist eine kleine Investition

Nachteile - Gipsformen in großen Mengen

- Entformung erfolgt nicht sofort

- keine Enghalsgefäße

- eigene Gipswerkstatt notwendig

- Menge und WG muß genau stimmen und kann nicht auf Scheibe

nachkorrigiert werden.

Fehler - Ankleben des Formlings Masse wurde mit nassen Händen in die Form

gegeben

Masse hat ungleichmäßige Feuchtigkeit Gipsform ist unterschiedlich getrocknet

- Artikel nicht vollst. ausgeformt Zu wenig Masse in der Form

- Unsaubere Formlinge Saugfähigkeit der Gipsform ist zu groß

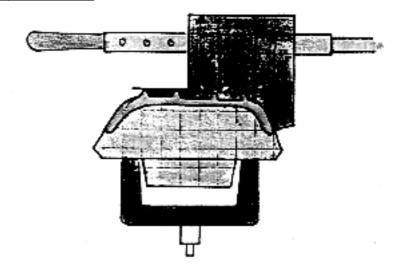
Anwendung Serienproduktion Eindrehen Becher, Schüsseln, Schalen

(Hohlgefäße)

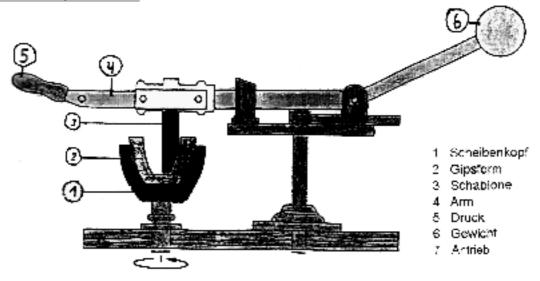
Überdrehen Untertassen, Teller, Schalen (flach,

weit-offen)

Überdrehen / Überformen



Eindrehen / Einformen



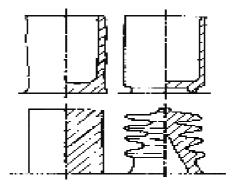
<u>Abdrehen</u>

Ton

WG von 10 - 16 % - lederhart bis weichplastisch, aus Massestrang oder freigedrehtem Hubel

Anwendung

Bei freigedrehten Stücken lederhart zur Verfeinerung der äußeren



Umrisslinie und zur Bildung von Fuß.

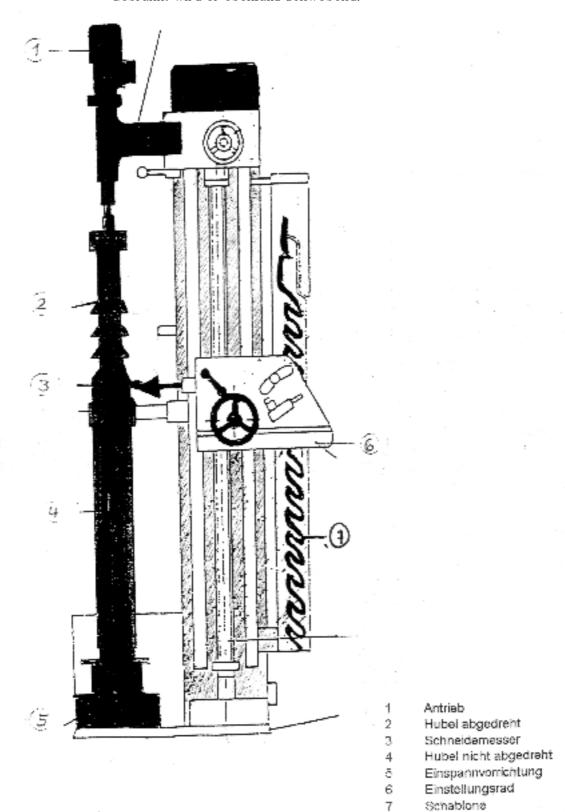
<u>Vorwiegend in der technischen Keramik zur Herstellung von Isolatoren und Gipsmodellen</u>

Abdrehen eines Hochspannungsisolators

Elektroporzellan-Massestrang aus der Presse, bzw. freigedrehter Hubel wird schwebend transportiert.

Abgedreht wird lederhart.

Gebrannt wird er ebenfalls schwebend.



Pressen

Strangpressen

Feuchtpressen / Stanzen /

RAM-/Topfpressen Trockenpressen

Isostatisches Pressen

Rohre, Hubel, Ziegel

Brennhilfsmittel, Blumentöpfe

Wandplatten, Brennhilfsmittel, techn. Artikel

Elektroporzellan, Porzellan- und

Steingutgeschirr

Isostatische Pressen

Anwendung Elektroporzellan, Porzellan, Steingutgeschirr

Strangpressen

Anwendung Rohre, Hubel, Ziegel

Trockenpressen

Ton WG von 3 bis 8 % (Pulver)

Prinzip

Anwendung / Granulat wird mit Druck, Wärme (Heizspiralen im Stempel) und Schmiermittel

zu Platten, Fliesen, Klinker, Brennhilfsmittel u. a. gepresst (viereckige

Formen)

Vorteile - mit wenig Aufwand viel Produktion

> - Entformung sofort - geringe Schwindung

- keine Fachkräfte

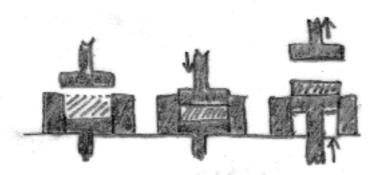
notwendig

- keine Gipsformen

Nachteile - Staubentwicklung

> - keine komplizierten Formen möglich - teure Anschaffung

- kein Dekor



Trocken-bzw. Nasspressen

Fehler - Formling hat Lufteinschlüsse

- Formling klebt am Stempel/

Preßform

- Formling ist untersch. dick

- Formling hat niedrige Rohbruchfestigkeit

Masse ist zu feucht

Stempel /Preßform ist zu kalt (evtl. Öl

als Schmiermittel zu kalt)

Preßform ist nicht gleichmäßig gefüllt

Preßdruck ist zu niedrig

Masse ist zu trocken Preßform ist nicht entlüftet

- Formling ist zu dünn Preßdruck ist zu hoch, zu wenig Masse in der

Form

- Formling ist zu dick Preßdruck ist zu gering, zu viel Masse in der

Form

RAM-Pressen / Feuchtpressen / Stanzen / Topfpressen

Ton WG halbtrocken

Prinzip Nasspressverfahren mit Gipsform

Stahlrahmen für festen Halt und exaktes Zusammensetzen von Ober- u.

Unterteil.

Spezialgips mit hoher Festigkeit wird in einen Stahlrahmen gegossen -

Gipsform.

In der Gipsform ist ein luftdurchlässiger Textilschlauch.

Nach Preßvorgang wird Luft mit ca. 5 Atu durch Schlauch geblasen. Das Wasser, das die Gipsform beim Pressen vom feuchten Ton aufnimmt,

wird mit der Luft durch die Oberfläche ausgetrieben.

Formling löst sich von Form und kann sofort entnommen werden.

Formen asymmetrische und runde Gegenstände Platten, Schüsseln, Schalen,

Teller

Brennhilfsmittel

Vorteile - es liegt angesteifter manipulierbarer Formling vor

- Entformung erfolgt sofort

- es können weniger bildsame Massen verarbeitet werden

- die Herstellung komplizierter, nichtrotationssymmetrischer Körper ist möglich

- geringer Wassergehalt, geringe Schwindung

- wenig Gipsformen notwendig

- mit geringem Zeitaufwand viel Produktion (ca. 1500 Stück pro Form)

- keine Fachkräfte notwendig

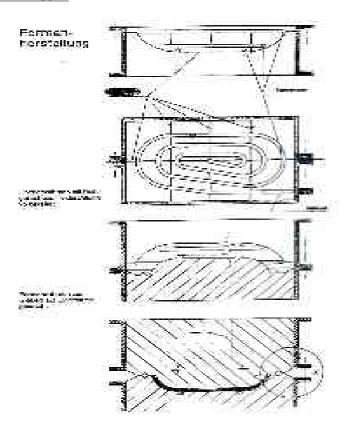
Sicherung - sichere Werkzeuge

- bewegliche Abschirmung

- Zweihandschaltung

- Berührungslos wirkende Schutzeinrichtung

RAM™-Pressen

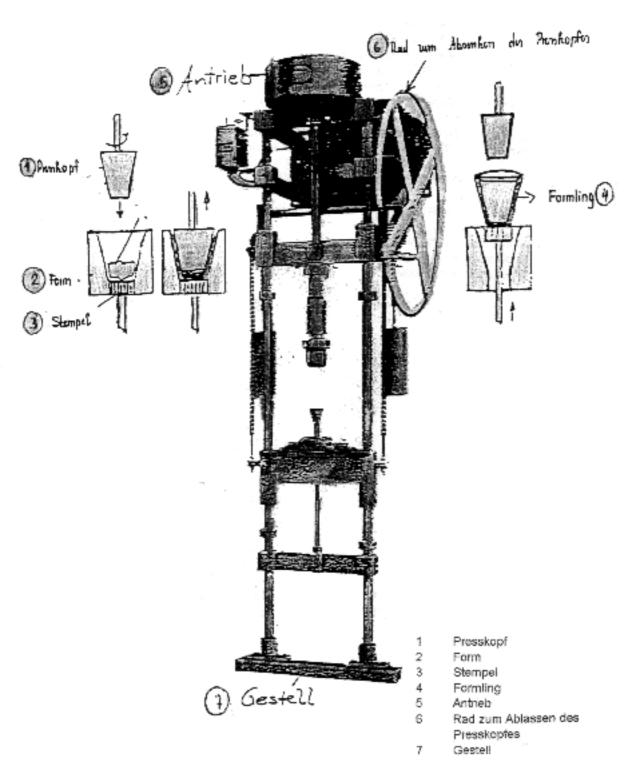


Topfpressen / Stanzen

Zum Stanzen von Blumentöpfen und Brennhilfsmitteln. Im lederharten Zustand / kann sofort entnommen werden / plast. Dekoration.

Nachteil: Metall-/Stahlformen anfertigen lassen.

Anlage sehr teuer.



Gießen

Masse

Flüssige Suspension (Flüssigkeits-Feststoff-Gemisch) aus fester Betriebsmasse

- + Wasser 30 37 %
- + Elektrolyte 0,1 0,3 % wie Soda, Formsil und Wasserglas.

Evtl. auch Natronlauge oder Pottasche

Vorsicht! Thixotropie!!!!!! Begünstigt durch zu viel Verflüssigungsmittel.

- Sie muß aus einem Gemisch unterschiedlicher Korngrößen zusammengesetzt sein.
- Sie muß auf der Grundlage der festen Betriebsmasse aufgebaut sein
- Sie muß eine möglichst konstante Zusammensetzung haben
- Sie muß gut aufbereitet sein Homogenitätsprinzip
- Viskosität möglichst gering, um komplizierte Formlinge gut ausgießen zu können
- Möglichst kurze Scherbenbildungszeit und standfesten Scherben nach dem Ausnehmen aus der Form
- Gießmasse soll leicht trocknen und dabei Festigkeit erreichen, damit der Formling, ohne zu deformieren, leicht weiterverarbeitet werden kann.

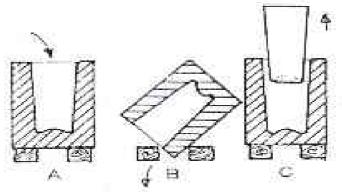
Formen

komplizierte, asymmetrische und dünnwandige Formen

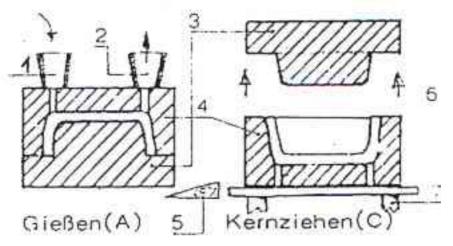
Hohlguß

für Kannen, Vasen, Enghals, techn. Artikel Gipsformen, die die Außenseite der Hohlware wiedergeben. Nach der gewünschten Scherbenbildung wird der restliche Schlicker ausgegossen.

Der Formling trocknet weiter und kann lederhart entnommen werden.



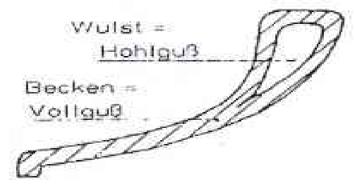
Vollguß Kernguß für Platten, Henkel, Teller, techn. Artikel Formen, die beide Seiten des Formlings wiedergeben.



Der Raum zwischen den Gipsteilen (M;antel und Kern) ist ganz mit Schlicker ausgefüllt.

kombiniert

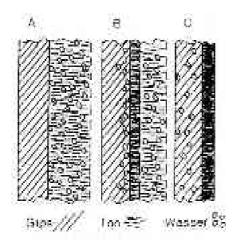
für Sanitärerzeugnisse, Saucieren, Kannen mit Henkel, techn. Artikel Die Scherbenbildung erfolgt gleichzeitig durch Hohl- und Vollguß.



Fehler

- untersch. Scherbendicke

- Nichtbeachten der erforderlichen Standzeit
- Formen ungenügend oder einseitig getrocknetNeue + ältere Formen gleichzeitig verwendet
- Deformation Ankleben der Formlinge an der Form
 - Zu frühes Ausnehmen
 - Thixotropieerscheinungen der Masse
 - Unsanftes Ausnehmen
 - Ungleichmäßige Trocknung, oft durch Zugluft
 - Spannringe nicht aufgesetzt
- Risse Zu langes Verweilen der Formlinge in der Form
 - Zu schnelle / einseitige Trocknung
 - Entmischung der Gießmasse
 - Zu frühes Öffnen der Form, vor selbständ. Ablösen
- Flecken unsaubere oder entmischte Gießmasse
 - Auskristallisieren der Elektrolyte (sog. Sodaränder)
 - Formling mit feuchten Händen ausgenommen
 - Gießfleck entsteht, wo Schlicker als erstes auf die Gießform trifft
 - Textur durch inhomogene Masse es entstehen Strukturrisse
 - Ausblühungen ("Schimmel", da Elektrolyte und Verschmutzungen mit der Zeit die Poren verstopfen. Entfernung durch Abwaschen mit Elektrolytwasser
- Lufteinschlüsse
- zu schnelles Eingießen
- Luft im Gießschlicker



benötigt werden

- trockene Gießformen
- Pinsel
- Gummiringe
- gut aufgerührte und abgesiebte Gießmasse
- Messer

Die Gießform wird geöffnet und mit einem Pinsel gesäubert – niemals mit scharfen Gegenständen wie z. B. Messern!

Gesäuberte Form zusammensetzen und mit der Einfüllöffnung nach oben aufstellen. Form mit einem Gummiring zusammenhalten.

Die gut aufgerührte und abgesiebte Gießmasse langsam in die Form gießen und diese ohne abzusetzen bis zum oberen Rand füllen.

Bei <u>Kerngüssen</u>, wie z.B. Tellern wird nur in eine Einfüllöffnung eingegossen, welche immer vollgehalten werden muß, bis die Gießmasse in der zweiten Öffnung wieder emporsteigt. Dann beide Öffnungen nachfüllen und vollhalten.

Die Gießform saugt nun Wasser aus der Gießmasse, damit bildet sich an der Formwand eine Tonschicht, die allmählich stärker wird.

Bei <u>Kerngüssen</u> wachsen die Tonschichten von zwei Seiten zu einem Stück zusammen. Durch den Entzug des Wassers sinkt der Massespiegel in den Einfüllöffnungen und muß laufend ergänzt werden.

ACHTUNG: Die Einfüllöffnungen müssen unbedingt während des gesamten Gießvorganges und der Standzeit mindestens zur Hälfte gefüllt sein. Sinkt der Massespiegel während des Gießvorganges auch nur für wenige Sekunden soweit, daß eine Einfüllöffnung leer ist, entstehen unweigerlich Luftblasen im Formling und dieser ist fehlerhaft.

Beim <u>Kernguß</u> bleibt die Form nun stehen, bis der Formling herausgenommen werden kann. Nach längerer Standzeit, ca. 3 Std., ist der Teller fest genug und kann vorsichtig aus der Form genommen werden.

Beim Ausformen werden zunächst die Tonkegel in den Einfüllöffnungen vorsichtig mit einem Messer herausgehoben, dann die obere Gießformhälfte entfernt und der Tellerfuß an den Einfüllstellen ausgebessert. So kann der Teller noch einige Zeit stehen, um fester zu werden. Zum völligen Ausformen hebt man die Unterform hoch und schlägt mit dem Handballen auf den Formenrand, damit sich der Formling löst. Dann wird eine Gipsplatte auf den Tellerfuß gelegt, beide Teile um 180° gedreht, so daß die Gipsplatte unten liegt und die zweite Formhälfte abgehoben. Das Verputzen des Tellers erfolgt in der Regel am nächsten Tag.

Bei den <u>Hohlgefäßen</u> sollte die Tonwand je nach Größe des Gegenstandes 2 – 5 mm betragen. Dazu ist eine Standzeit von ca. 30 – 60 Minuten erforderlich. Dies hängt auch davon ab, wie trocken die Form ist. Zur Ermittlung der gebildeten Wandstärke kann ein Keil aus der Tonschicht in der Einfüllöffnung (Schonung) herausgeschnitten werden.

Wenn die gewünschte Wandstärke erreicht ist, Gipsform langsam ausgießen und einige Zeit mit der Öffnung nach unten stehenlassen. Die flüssige Gießmasse kann wieder verwendet werden. Nach restlosem Auslaufen wird die Form wieder mit der Öffnung nach oben gestellt und bleibt so lange stehen, bis die Tonwandung eine ausreichende Härte erreicht hat. Diese Trockenzeit kann mehrere Stunden betragen und hängt von der Größe des Formlings ab.

Dann wird die Tonmasse in der Einfüllöffnung vorsichtig mit einem Messer herausgeschnitten und die Form langsam geöffnet. Sollte sich der Ton noch nicht von der Gipswand lösen, muß die Form noch einige Zeit stehenbleiben. Entnehmen Sie den Formling erst dann aus der zweiten Formenhälfte, wenn er durch sein Eigengewicht nicht mehr deformiert wird.

Sollten noch Teile angarniert oder ausgeschnitten werden, so ist dies möglichst bald nach dem Ausformen im lederharten Zustand zu machen. Das Verputzen erfolgt auch hier in der Regel am nächsten Tag.

Aufbauen

Masse WG 19 - 24 %, baukeram. Masse, weichplastisch

Technik – mit Wülsten Ring für Ring oder schneckenförmig und verstreichen

- mit Platten Platten Platten lederhart mit Hilfe von Schablonen ausgeschnitten,

Garnieren

- Überschlagtechnik Aufschlickern auf Holzrahmen (mit Garnieren), Form

modellieren, lederhart zerschneiden

Ausformen / Einformen

Masse WG 19 - 24 %, baukeramische Masse, weichplastisch

Technik Masse mit Hand in die Negativgipsform drücken

Fehler - Masse klebt an Form Masse zu feucht / unterschiedlich feucht

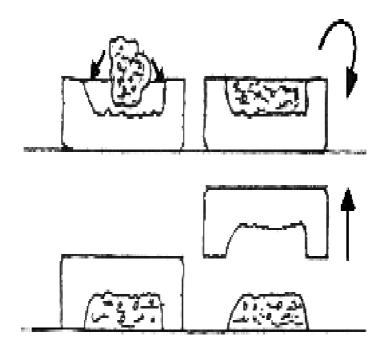
Gipsform unterschiedlich getrocknet

- Formoberfläche hat Flecken Form wurde mit feuchten Händen angefaßt

- Formlingoberfläche hat Kugeln Gipsform ist nicht glatt

- Formling ungleichm. dicht unterschiedlicher Formgebungsdruck

- Formlingoberfl. hat Texturen Masse nicht homogen



<u>Modellieren</u>

Masse WG verschieden, baukeramische Masse, weichplastisch

Formen Plastiken und Baukeramiken

Technik - Gestaltung von Einzelstücken mit Händen und Modellierhölzern

- Modelleur fertigt maßgerechte Modelle und gießt sie ab zur Vervielfältigung

Formen Statuen, Halbplastiken, Reliefs

8. Dekoration

8.1 Definitionen

Aufglasur- Schmelzfarbe aus Farbkörpern oder Oxiden, oder Gold mit Öl, Glycerin, Wasser oder

anderen im Brand flüchtigen Stoffen als Auftragsmedium

malerei Keramische Farbe, die auf bereits glattgebrannte Glasur aufgetragen wird und bei

niedriger Glattbrandtemperatur auf-/eingebrannt wird (600 - 1000°C) oxidierend. Es ergibt ein breites Farbspektrum durch niedrige Temperatur, da sich Oxide noch

nicht verflüchtigen.

Nachteile: 2. Brand, evtl. giftig, geringe Widerstandsfähigkeit

Behautmasse dick eingestellte feine Tonschicht über gröberen, ähnlich dem Engobieren zur

Oberflächendekoration.

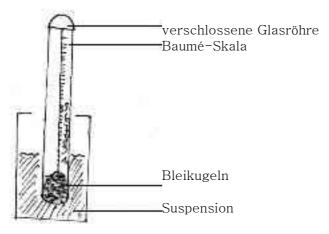
Dünne Schicht Behautmasse in Gipsform geben und Arbeitsmasse hinterformen.

Engobe tonartiger, dem Scherben angepasster Masseüberzug als Suspension

besteht aus feinem Ton, Wasser, meist Farbstoffen und weiteren Mineralien

Messung der Dichte mit Hilfe von Aräometer / Litergewicht

der Viskosität mit Auslaufviskosimeter Aräometer



Zweck Dekoration der Oberfläche, Verdecken der Oberfläche, evtl.

Verdichtung (Sinterengobe)

Anforderungen- soll gut auf dem Scherben haften

- Geringe Schwindung (Zugabe von unplast. Rohstoffen oder

Elektrolyten)

- Möglichst fein (höchstens 0,25 mm)

Inglasur niedriggeschrühter Scherben mit Zinnglasur, auf dessen ungebrannter

Glasuroberfläche mit Schmelzfarben, Farbkörpern oder Metalloxiden gemalt wird.

Knibis wie Red, jedoch mit 1 - 3 cm breitem, keilförmigem Holz

Red vertieft gearbeitetes Dekor in lederharte Oberfläche – im Rheinland auf

salzglasiertem Steinzeug. Vergleichbar mit Knibis

Schneiden von Ornamenten mit hölzernem Messer - erhöhte Kanten stellen

Begrenzungslinie für Smalte dar.

Sgraffito geritzte und geschabte Dekore - insbesondere, um darunterliegende, andersfarbige

Schicht freizulegen.

Sinterengobe Engobe mit Flussmittel oder Fritte

Man erhält dadurch dichte Erzeugnisse und evtl. Glanz und Glätte

Smalte Unterglasurfarbe aus Farboxiden und/oder Farbfritten für salzglasiertes Steinzeug -

meist blau oder braun.

Nachteil: durch hohe Brenntemperatur nur begrenztes Farbspektrum

Unterglasur-Malerei Mit Öl, Glycerin oder anderen im Brand flüchtigen Stoffen als Auftragsmedium. Keramische Farben / Farbkörper auf geschrühtem Scherben und transparente Glasur darüber.

So dauerhaft, haltbar und resistent wie deckende Glasuren und hohe Farbintensität, da sich optimale Farbentwicklung dieser modifizierten Oxide erst durch Glasur ergibt.

8.2 Dekorationstechniken

a) feucht

durch Drehrillen

Deformation mit der Hand

Schüsselkacheln in Holzform setzen

Mit Modellierholz, Messer, Hand etc rillen

Kämmen (mit Kamm Rillen ziehen, lederhart verputzen)

Marmorieren (mind. 2 farbige Tone)

Wellrand, doppelter Wellrand, Wulst, Fahne, Weidlingsränder nach innen

Neriage (Zusammenlegen zweier Tone)

Rädeln (Schiene flattern lassen)

Einlegen (Ausschneiden und Einlegen eines zweiten Tones - eher lederhart)

b) lederhart

durch Ausschneiden / Ausstechen

Schneiden (nicht ganz durch)

Auflegen / Stanzen / Henkeln / Garnieren

Ritzen

Aufmodellieren

Engobe engobieren (beschütten, bepinseln, tauchen, spritzen, behauten,

aufschleudern, malen mit Pinsel / Malbällchen)

Farbunterschiede mit Ton und Engobe oder zwei Engoben

durch Ritzen, Schaben, Ausschneiden, Abdecken (Papier,

Latex, Wachs)

Ritzen, Engobieren, Abwischen (Engobe bleibt in Ritzen erhalten) Naß-in-Naß-Technik, z. B. Federzug, Marmorieren (auch zum

Üborformon)

Verschobene Linien (nasse Platte engobieren, Linien ziehen,

dagegenschlagen)

Verblasen mit Strohhalm

Zerfließtechnik (Essig auf Scherben)

Schwämmeln

Sgraffito (Mischung aus nicht blätterndem Wachs, über Engobe,

einritzen, mit Engobe in Ritzen)

Terra Siggilata

Kerben

Knibis (Eindrücken mit Hölzchen)

Red (Blumenranken mit Holz)

Facettieren (dick drehen, wegschneiden oder drehen, runde Rillen schneiden)

Stempeln (konkave Reliefe aufstempeln, konvexe werden eingedrückt)

Polieren

Rädeln (hüpfendes Abdrehen durch große Geschwindigkeit, Eisen locker und senkrecht in Hand)

Auswaschen (Muster mit dickem Schellack auf trockenem Stück auftragen, 24 h trocknen, mit Schwamm auswaschen, mehrmals wiederholen)

Choisonné (Felder werden ausgehoben, mit Stegen)

Champlevé (Kombination aus Schneid- und Schabetechnik, typ. für chin. Seladone)

c) trocken

durch Bemalen (Pinsel)

Engobenmalerei (Bällchen)

Evtl. Rohglasieren

Bedrucken

d) geschrüht

durch Schaben (v.a. bei Porzellan)

Perforieren

Glasieren Glasurstege auflegen

Schlangenhautglasur (zwei Glasuren übereinander, obere mit MgO)

Tauchen (mehrmals in verschiedene Richtungen)

Beschütten Ausgießen Aufstreuen

Abdecktechnik (Schablone, Wachs, Flüssigkunststoff) Spritzen (2 Glasuren verlaufenlasssen, mit Schablone)

Schleudern (mit Pinsel)

Glasur-in-Glasur (ähnlich wie Engobe)

Malen Unterglasur (mit Farbkörper oder Glasur mit Glycerin) Inglasur (auf Glasur malen mit Farben, Glattbrand)

Aufglasur (nach Glattbrand einbrennen von Farbkörpern

oder Gold)

e) während des Brandes

Schmauchbrand (Brennen mit Sägespänen)

Reduzieren, Oxidieren Anflugglasur (Salz, Asche)

Raku

Dekor- oder Goldbrand Lüsterglasur, u. v. m.

f) in der Industrie Stahl- und Siebdruck

Abziehbilder

9. Trocknen

9.1 Definitionen

Temperatur Zustand eines Körpers, gemessen in °C, °K, F.

Trocknung der Zustand der Masse geht von feucht in trocken über, indem das Wasser in Form

von Wasserdampf abgegeben wird.

Die Trocknung des mechanischen Wassers zur Veränderung der

Verarbeitungseigenschaft ist ein physikalischer Vorgang, bei dem keine stofflichen

Veränderungen eintreten

Mechanisches Wasser / Anmachwasser ist physikalisch an die Masseteilchen

angelagert und nicht chemisch gebunden.

Die Wassermenge ist abhängig von der Formgebungsart und dem Mineralbestand der

Masse.

Wärme Bewegungsenergie der Moleküle

chemisch gebunden: Wärme die beim Verbrennen eines Stoffes entsteht

messbare, fühlbare Wärme physikalische:

9.2 Trocknungsvorgang

Zweck - um erforderliche Vollendungsarbeiten wie Garnieren (Aufrauhen, Schlickern,

Kleben) und Putzen am Formling ausführen zu können

- einwandfreien Brennprozess

- Stabilität

Prinzip Das in flüssigem Zustand vorliegende Anmachwasser muss im Scherben so erwärmt

werden, dass es verdampfen kann

Der entstandene Wasserdampf muss aus dem Trocknungsraum ungehindert

entweichen können

Wasser Wasser dringt zwischen die Tonteilchen. Je kleiner die Porenwasser

Teilchen, desto mehr Zwischenräume, desto mehr

Wasserbedarf. Der Gesamtporenraum wird größer, wodurch der Wasserverbrauch erhöht wird. Bei plastischen und

unplastischen Stoffen.

Hüllenwasser Durch das Porenwasser werden die Teilchen benetzt. Es bildet

sich auf ihrer Oberfläche ein Wasserfilm, eine Wasserhülle.

Bei plastischen und unplastischen Stoffen.

Porenwasser / Hüllenwasser dringt in die Tonteilchen ein, Quellungswasser

welche aufguellen, bzw. deren obere Schicht "erweicht". Diese

so entstandene Gelschicht bewirkt die Bildsamkeit der

Tonmineralien.

Nur bei plastischen Stoffen.

Verfahren

- Heiß- und Feuchtlufttrocknung

- Raum- und Freilufttrocknung

- Sprühtrocknung

- Indirekte Trocknung für feinkeramische Erzeugnisse durch

Wärmestrahlung beheizter Platten (jedoch hoher Energieverbrauch) Ab- und Kühlwärme von gasbefeuerten Tunnel- und Gaskammertrocknern

(ökonomischer)

- Direkte Trocknung für grobkeramische Erzeugnisse durch direkte Einwirkung von heißer Trockenluft auf das Trocknungsgut

- Infrarottrocknung

Überprüfung Formling lufttrocken – wiegen, warten, wiegen – wenn Gewicht unverändert

- Farbe

- Temperatur des Scherbens

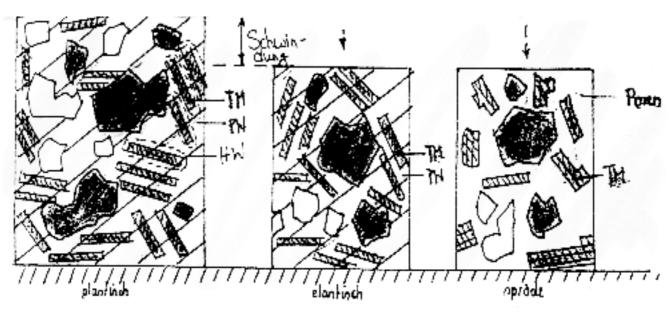
Vorgang

Trocknung erfolgt von der Oberfläche her, d. h., der Trocknungsvorgang vollzieht sich nur an der Oberfläche durch die direkte Berührung des austretenden Wasserdampfes mit der Trocknungsluft. Der Formling muß jedoch von innen nach außen trocknen.

- Porenwasser drängt zur Oberfläche, Schwindung setzt ein Zwischen Scherbenoberfläche und Scherbeninnerem entsteht eine Differenz im Feuchtigkeitsgehalt (= Flüssigkeitsgefälle), das bei der techn. Trocknung schrittweise beseitigt werden muß.
- Mit zunehmender Temperatur entweicht Quellwasser. Es wir erst zu Hüllenwasser, dann zu Porenwasser und verdampft an der Oberfläche
- A) Die Temperatur der Trocknungsluft muß immer höher sein als die des Trocknungsgut.
- B) Massen mit höherem Feuchtigkeitsgehalt benötigen längere Trocknungszeiten.
- C) Die Trocknungsgeschwindigkeit muß gleichmäßig sein nicht unterbrechen! Zu schnelle Trocknung führt zu Spannungen im Scherben, wenn der entstehende Wasserdampf nicht vollständig entweichen kann

(Deformation bis zur vollkommenen Zertrümmerung des Scherbens)

- D) Scherbenstärke dickwandiger braucht länger
- 1. Plastischer Zustand feuchter, aufgequollener Ton mit Quellwasser und Hüllenwasser
 - Zwischenräume mit Porenwasser gefüllt
- 2. Elastischer Zustand Ton ohne Hüllen- und Quellwasser verdunstet
 - Teil vom Porenwasser verdunstet über die Oberfläche
 - Tonteile lagern sich eng aneinander Trockenschwindung
 - Wasserdampf berührt an Oberfläche Trocknungsluft
 - Rissgefahr
- 3. Spröder Zustand
- trockener Ton ohne Porenwasser Luftkammern
- Rissbildung geht zurück
- Restfeuchtigkeit verdampft im Ofen



Fehler Deformation und Trockenrisse

Ursache: einseitiges Trocknen

Zu schnelles Trocknen

Unsachgemäßes Setzen und Stapeln

10. Brennen

10.1 Definitionen

Brennablauf Vorwärmen, Aufheizen, Garbrennen, Abkühlen

Aufheizgeschwindigkeit, Glattbrandtemperatur, Haltezeit und Abkühlgeschwindigkeit

Brennhaut Risse durch Quarzsprung (rauh) bei zu schnellem Aufheizen, die mit Glasur

zugelaufen sind.

Brennintervall Spanne zwischen dem erwünschten Punkt beim Brennen und dem Punkt, bei dem die

Eigenschaft der Masse bzw. Glasur nicht mehr erwünscht ist.

Schmelzintervall in der Glasurtechnik, d. h., der Temperaturbereich zwischen dem

Ausschmelzen der Glasur und dem Ablaufen der Glasur.

Sinterintervall bei Ton, bzw. keramischen Arbeitsmasse, d. h., Temperaturbereich

zwischen Dichtbrennen der Masse bis zum Beginn der Deformation.

Brennstoffe notwendig für Verbrennung.

Die gebräuchlichsten in der Keramik sind Holz, Kohle, Öl, Gas

Glühfarbe entsteht durch Übertragung der chemischen Wärme auf die Keramik.

Teilchen bewegen oder reiben aneinander.

Glühverlust ist der beim Schrühen infolge chemischer Umwandlung auftretende Masseverlust

ohne Volumenverlust und setzt sich aus dem chemisch gebunden Wasser, dem aus Karbonaten stammendene Kohlendioxid, Oxiden von Schwefel und verbrennbaren

Substanzen zusammen.

Wärmezustandsmesser

Beträgt ca. 14 %

Molekulargewicht gesamt = 100 %

Molekulargewicht Wasser chemisch gebunden = X

reduktion

Oberflächen-

Pyrometer

Schmelzen

Flüssigwerden eines Rohstoffes / Mischung unter Temperatureinwirkung.

Reduktion der Oberfläche im Elektroofen bei abfallender Temperatur

Schrühbrand auch Rohbrand, Glühbrand oder Biskuitbrand: Bei ~ 900°C

- für gewisse Stabilität bei dünnwandiger Keramik

- damit brennbare Stoffe aus dem Scherben entweichen können, die evtl. zu Glasurfehlern führen könnten

- Effektive Porosität des Scherbens

- Glasurauftrag bei bestimmten Glasuren nur auf geschrühtem Scherben

möglich

Thermische Rohstoff und Molekulargewicht verändern sich unter Temperatureinwirkung

Zersetzung z. B. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

Tempern bei Höchsttemperatur eine bestimmte Zeit brennen - Halten einer Temperatur über

einen bestimmten Zeitraum, meist bei Erreichen der Höchsttemperatur

Verbrennung Brenntechnologie erfordert genaue Einhaltung von Temperatur und Ofenatmosphäre.

Verbrennung ist die chem. Verbindung von Brennstoff (Gas, Holz, Kohle, Öl) mit Sauerstoff, wobei freiwerdende, fühlbare Wärme entwickelt und auf das Brenngut

übertragen wird.

Schrüh-, Glatt- und Dekorbrand

Wärmeleit- Materialkonstante für den Übergang der Molekularbewegung. fähigkeit Wärme von einem zum anderen Körper durch Berühren.

Wärmezustand Brennzustand / Erwärmungsgeschwindigkeit und Wärmeeinwirkdauer

Wärme, die eine Keramik aufnimmt

Messung mit Hilfe von Segerkegeln und Buller's Ringe

WAK / AK Wärmeausdehnungskoeffizient

Ausdehnung beim Brand, geht genau diese Länge beim Abkühlen wieder zurück. Er gibt an, um welches Maß sich eine Glasur (Masse) ausdehnt bei einer Temperaturerhöhung um 1 °C. Er beträgt zwischen 30 - 200.

Soll eine Glasur ohne große Spannungen auf dem Scherben liegen, so müssen WAK von Unterlage und Glasur in etwa zusammenpassen.

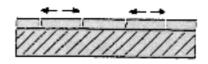
Messung des AK mit Hilfe eines Dilatometers, bzw. Berechnung.

WAK erhöhen: K₂O, Na₂O

WAK verringern: CaO, ZnO, MgO, SnO₂, B₂O₃ und SiO₂

Wenn WAK der Glasur höher als WAK des Scherbens ist, gibt es Haarrisse.





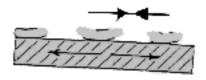
beim Abkühlen

abgekühlt

Ein großer WAK der Glasur bewirkt eine große Dehnung beim Erhitzen und somit auch ein starkes Zusammenziehen beim Abkühlen.

WAK der Glasur kleiner gibt Absprengung der Glasurschicht





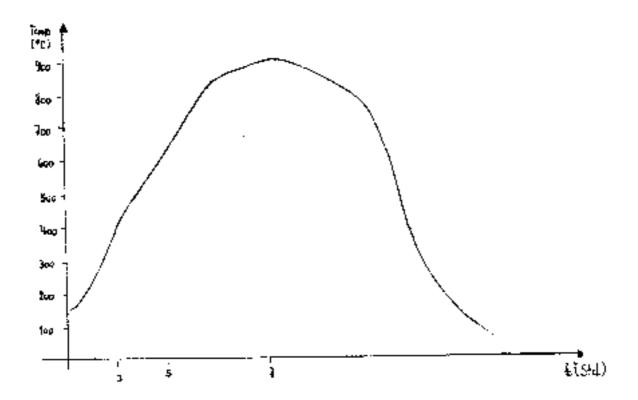
beim Abkühlen

abgekühlt

WAK = $X \cdot 10^{-7}$ X = 30 - 200 (10⁻⁷ wird weggelassen) (Zahl ohne Einheit)

Ausdehnung 1 mm 1000 mm

10.2 Schrühbrand



```
0 - 150 °C
                        Rest von Anmachwasser entweicht - Trockenschwindung
300-450 °C
                        Organische Beimengungen verbrennen
500 - 800 °C
                        Chemisch gebundenes Wasser entweicht (Glühverlust)
                                Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O \rightarrow
                                                                 Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 + 2 H_2O
                                Kaolin
                                                                 Geglühtes Kaolin
573 °C
                        Quarzsprung
                                        Tiefquarz
                                                                 Hochquarz
                                         Tiefcristobalit ≒
                                                                 Hochcristobalit
                                          \alpha - Quarz
                                                         ⇆
                                                                  \beta - Quarz
        - 900 °C
                        CO<sub>2</sub> von Karbonaten entweicht - Zerfall
                        CaCO<sub>3</sub>
                                                         CaO + CO<sub>2</sub> †
                        MgCO_3
                                                         MgO + CO_2 1
                        CaCO<sub>3</sub> • MgCO<sub>3</sub>
                                                         CaO • MgO + 2 CO<sub>2</sub> ↑
                        Verbrennung F - Flusssäure entsteht
                        2 F + \frac{1}{2} O_2
                                                 F_2O
                        F_2O + H_2O
                                                 2 \text{ HF} + O_2
                        4 HF + SiO<sub>2</sub>
                                                 SiF_4 + 2 H_2O
                        Fluor ist in allen Tonen vorhanden - dadurch "Blindwerden" der
                        Glasscheiben
          900 °C
ab
                        Beginn der Sinterung des Scherbens
bis 900°C
                        Scherben wird porös und leichter durch Glühverlust, jedoch keine Schwindung
                        Ton verändert Farbe
                        Quarzsprung
                        Tonmineral verändert sich – sintert
```

10.3 Brennfehler

- Schwachbrand	- Keramik nicht stabil, nicht dicht, Glasur nicht ausgeschmolzen nochmals brennen		
- Überfeuerung	- Scherben ist gesintert, Glasieren wird problematisch		
- Abplatzungen	 durch Luft im Scherben bis 150 °C durch Anmachwasser 300 - 450 °C zu 500 - 800 °C durch chem. geb. Wasser schnell 		
- Brennrisse	- bei 573 °C durch Quarzsprung (sind rauh) aufgeheizt Evtl. Brennhaut beim Glasurbrand		
- Kühlrisse	 wenn zu schnell abgekühlt wird im Bereich des Quarzsprungs sind scharfkantig und passen genau ineinander 		
- Strukturrisse	 durch Texturen / Gefüge / Struktur Flecken auf Formling durch Inhomogenität der Arbeitsmasse beim Ausformen, Gießen, Ein- und Überdrehen. die Folgen von Texturen sind Strukturrisse 		
- Spannungsrisse	 wenn z. B. Ausfahrtemperatur der Ware zu hoch ist entstehen zwischen zwei Teilen, wenn verschiedene Formgebungsmethoden kombiniert werden, z. B. Drehen und Henkeln, Fußring und Wandung, Glasur und Scherben. 		
- Bodenrisse	- durch Texturen, S-förmig oder ringförmig		
- Deformation	- besonders bei hochgebrannter Ware und weiten Gefäßen		
- Befall / Anflug - durch Körnchen, z.B. aus Ofenmaterial, die in Glasur einschme bzw. im Brand flüchtige Stoffe, die mit Keramik Verbindung eingehen			
 Blasenbildung durch Überfeuerung oder Unterfeuerung bei sehr viskosen Glasur dringen können 			

10.4 Verbrennungsluft / Ofenatmosphäre

Für bestimmte Menge Brennstoff ist eine bestimmte Menge Luft erforderlich

Neutral für Verbrennung erforderliche Mindestluftmenge ist vorhanden $C + O_2 \rightarrow CO_2$

Oxidation Wenn ein Element mit Sauerstoff eine Verbindung eingeht mit Ausnahme von Sauerstoff.

 $C + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + O_2$

Verbrennungsvorgang in drei Variatonen möglich

Still Oxidation ohne Flamme

> Fe + $\frac{1}{2}$ O₂ FeO

Offen Oxidation mit Flamme

> $C + O_2$ CO_2

Explosiv Oxidation mit Explosion

 $H_2 + \frac{1}{2} O_2$

Luftüberschuß - Rauchgase enthalten noch Sauerstoff.

Flamme leuchtet hell Primär- und Sekundärluft

Anwendung bei z. B. weißen, porösen Erzeugnissen

Reduktion Verbrennung unter Sauerstoffmangel durch

- Sauerstoffentzug während des Brandes
- Sägespäne nach Brand / bei Brand
- Zuführung von Kohlenstoff beim Brand
- Zufuhr von Gas, Holz oder anderen brennbaren Substanzen
- Drosselung der Sekundärluft (Schließen von Klappen und Öffnungen)

 $2 C + O_2 \rightarrow 2 CO$ $SO_2 + C \rightarrow S + CO_2 \uparrow$

- Luftmangel, Rauchgase enthalten unvollständig verbrannte Teilchen.
- Scherben wird dichter, da gebundener und ungebundener Sauerstoff verbrannt wird z. B. aus Metalloxiden wird gebundener Sauerstoff verbrannt.
- Farben verändern sich Ton wird dunkler (Fe₂O₃ → Fe₃O₄ schwarz-braun) - Seladon- und Chinarotglasuren

Am Ende des Brandes dunkle Flamme

Sekundäre Luft vermindern, Temperatur wird niedriger.

Anwendung bei z. B. Klinker

Glasurveränderung Chinarot oder auch Ochsenblut genannt, aus China, rot

auf Steinzeug

mit 2-3% Kupfer und Feldspat reduzierend

2 CuO + CO $Cu_2O + CO_2 \uparrow$ \rightarrow

Seladon

aus China, grün wie Jade für Steinzeug und

Porzellan

mit Fe < 3% reduzierend gebrannt

 $Fe_2O_3 + CO$ 2 FeO + CO₂ 1

2 Fe + CO₂ † 2 FeO + C

10.5 Temperaturmessungen

Optische Pyrometer

a) Glühgrade mit dem Auge feststellen und mit einer Farbtabelle vergleichen. Nachteil: ungenau, Infrarotstrahlen schädlich

b) Strahlungspyrometer

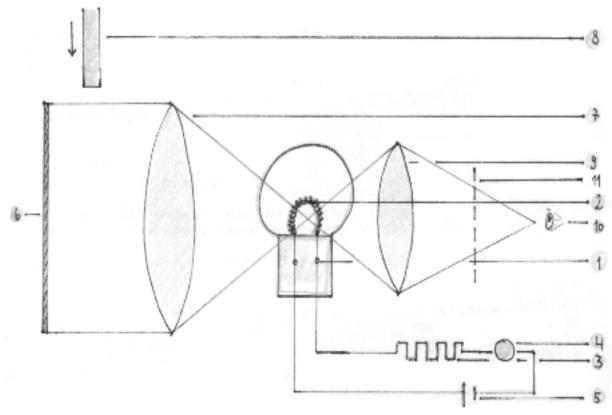
Helligkeit der Ofenglut wird mit einem Glühfaden verglichen.

Glühlampe wird von einer gleichbleibenden Stromquelle gespeist, indem ein

Regulierungswiderstand die Helligkeit des Glühfadens verändert bis diese mit der Ofenglut übereinstimmt.

In diesem Moment schlägt Zeiger durch Milliamperemeter aus und Temperatur kann ermittelt werden.

Nachteil: Temperatur kann erst ab ca. 500°C ermittelt werden, wenn Ware glüht.



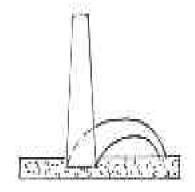
- 1 Glühfadenlampe
- 2 Glühfaden
- 3 regelbares Potentiometer
- 4 Milliamperemesser
- 5 Stromquelle
- 6 Ofenglut (Strahler)
- 7 Objektivlinse
- 8 Rauchglas
- 9 Okularlinse
- 10 Auge
- 11 Filter

Feststoffpyrometer

a) Segerkegel

Pyramidenförmiges keramisches Schmelzpyrometer in Schrägstellung auf einer Unterlage aus schamottiertem Ton. Der Segerkegelfallpunkt, der den Brennzustand angibt, ist erreicht, sobald die Kegelspitze die Unterlage leicht berührt.

Z. B. SK 7 = 1260°C SK 01a = 1105 °C



b) Buller's Ringe

Die Temperaturmessung ist hier von der fortschreitenden Schwindung während des Brandes abhängig.

Ein Satz gleicher Ringe aus keramischem Material wird in den Ofen in der Nähe eines jeden Probeziehloches gesetzt.

In regelmäßigen Abständen wird jeweils einer mit einem Haken herausgezogen.

Er wird rasch abgekühlt und dann mit einer Lehre gemessen.

Messung zwischen 960 - 1400 °C möglich.

Elektrische Pyrometer / Thermoelemente

Messung der genauen Ofentemperatur während des ganzen Brandes von 0 - 2000°C. Sie zeichnen sich durch eine hohe Dauerbeständigkeit und Messgenauigkeit aus.

Wirkungsweise: Metalle besitzen eine unterschiedliche Anzahl freier Elektronen, welche die elektrische Leitfähigkeit von Stoffen bestimmen.

Z. B.	Cu-Draht	sehr guter Stromleiter	viel freie Elektronen
	Fe-Draht	mäßiger Stromleiter	weniger freie Elektronen
	Porzellan	kein Stromleiter	keine freien Elektronen

Metalle unterschiedlicher Leitfähigkeit werden mit einer Lötstelle verbunden. Im Bereich der Lötstelle kommt es zur Erwärmung wodurch die Elektronen angeregt werden.

Sie beginnen in die Richtung des Elektronenmangels zu wandern – bei Cu und Fe zu Fe.

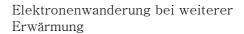
Somit sind bei Fe mehr Elektronen.

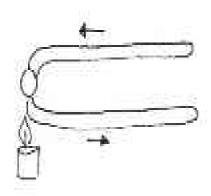
Werden die freien Pol-Enden miteinander verbunden, kann der Elektronenstrom = Thermostrom fließen.

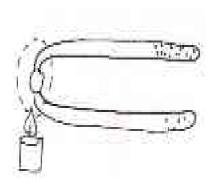
Bei Erhöhung der Temperatur an der Schweißstelle nimmt die Spannung zu, wodurch ein sehr schwacher Strom messbar ist.

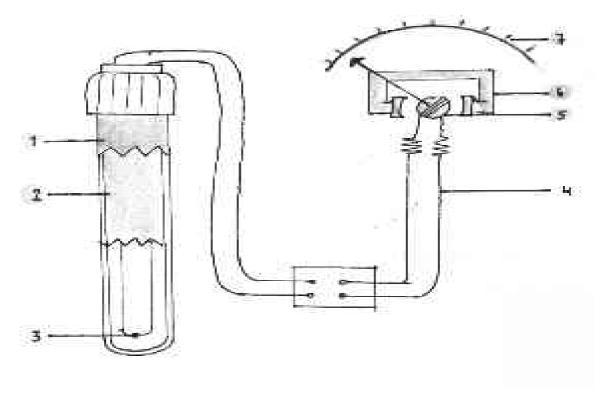
Der Zeigerausschlag in "mV" ist ein Maß für die Temperatur in °C.

Beginn der Erwärmung an der Lötstelle









- 1 Keram. Außenschutzrohr
- 2 Keram. Innenschutzrohr
- 3 Anschlußkopf
- 4 Leitung
- 5 Milliamperemeter
- 6 Hufeisenmagnet
- 7 Temperaturskala

	Vorteile	Nachteile
Segerkegel	Messung Brenn- / Wärmezustand	nur einmal zu benutzen
	überall zu platzieren	begrenzter Temperaturbereich
	selbst herstellbar	Brenntemperatur nicht messbar
	stromunabhängig	Regelung nicht möglich
Buller's Ringe	Brennzustand messbar	nur einmal zu benutzen
	selbst herstellbar	keine Regelung möglich
	Brennatmosphäre messbar	Brenntemperatur nicht messbar
Elektrothermoelement	augenblickliche Ofentemperatur	kein Brennzustand messbar
	Keine Begrenzung des Temperaturbereichs	nicht überall einsetzbar
	automatische Regelung	nicht selbst herstellbar
	Messgenauigkeit	stromabhängig
	hohe Dauerbeständigkeit	

11. Öfen

11.1 Definition

Abkühlen Scherben muß spannungsarm und mit einwandfreiem Gefüge den Ofen verlassen.

Zu hohe Kühlgeschwindigkeit im Bereich der Quarzmodifikationen kann Kühlrisse

geben.

Die Ausfahrtemperatur der Ware soll < 100 °C sein, ansonsten evtl. Spannungsrisse.

Beschicken Setzen, Einsetzen

Vorwärmen Gleichmäßige Aufwärmung ist Voraussetzung für einen guten Ofenbetrieb, sowie für

Erreichung der maximalen Ofenleistung und für eine gute Qualität der Erzeugnisse.

Kieselgur Ablagerung abgestorbener Kieselalgen, Sedimentgestein

Magerungsmittel für Baukeramik Isolierungsmittel bei Ofenbau

Labyrinth Zweck: Heiße und kalte Luft sollen sich nicht austauschen

Muffel Gehäuse aus (hoch-) feuerfestem, gut leitendem Material (Korund) um das Brenngut

zu schützen, z. B. bei Tunnelofen

Sandrinne Zweck: Heiße und kalte Luft sollen sich nicht austauschen

Scharffeuer Reduktion mit Temperaturanstieg, meist im Gasofen

Schwert Führung für Herdwagen

Anforderungen an ein gutes Ofensystem – gleichmäßige Wärmeverteilung

- Wirtschaftlichkeit

- Temperaturregulierung

Nachteile Rund-, Töpfer- und Kasseler Öfen- erfüllen nicht Anforderungen an gute Ofensysteme

- bei größerer Produktion leidet das Material durch Brennen und Abkühlen im ständigen Wechsel

Ofensysteme Konstruktion und Größe richten sich nach Menge und Art der zu brennenden Ware.

- periodisch

Arbeitsgänge Füllen – Brennen – Abkühlen – Entleeren vollziehen sich in zeitlicher Folge nacheinander am gleichen Ort

- Kammerofen (elektrisch, kohle-, gasbeheizt)

- Herdwagen- bzw. Haubenofen

- kontinuierlich

Arbeitsgänge vollziehen sich in zeitlicher Folge nacheinander an verschiedenen Orten im und um den Ofen. Sie bringen durch den

ununterbrochenen Brennbetrieb und der weitgehenden Ausnutzung der eingebrachten Energie eine erhöhte Wirtschaftlichkeit.

Bei flammenbeheizten Öfen unterscheidet man direkte und indirekte Beheizung, d. h. ob die Flamme das Brenngut direkt berührt oder ob sie vor direkter Berührung durch Kapseln, Muffeln o. ä. geschützt sind.

- Ringofen (meist kohlebeheizt)

- Tunnelofen (meist Gas oder Öl)

11.2 Ofenarten

Rundofen

Bau festes Mauerwerk

Heiz- und Brennraum sind voneinander getrennt, Flamme berührt Heizgut

Wirkung periodisch

steigende Flamme

Temperatur 1150°C - 1300°C - durchschnittlich 1200°C

Anforderungen fallen schlecht aus

Brennstoff auf Feuerrost an Feuerstelle – Anzahl der Feuerstellen richtet sich dabei nach der Größe des Ofens

Rauchgase (Feuergase) treten durch die Rauchgasöffnungen der Bodensohle in den Brennraum und durchziehen den Brennraum.

Die Rauchgasöffnungen im Ofengewölbe lassen die Gase aus dem Brennraum in den Schornstein entweichen

Der Aschenraum nimmt die abgebrannte Glut (Asche) auf.

Im Bereich der Bodensohle haben die Rauchgase eine Temperatur von 1250 - 1300°C, während sie am Ofengewölbe unter die durchschnittliche Temperatur auf ca.1150°C abgesunken sind.

Mit Temperaturen um 1100°C treten die Rauchgase in den Schornstein ein.

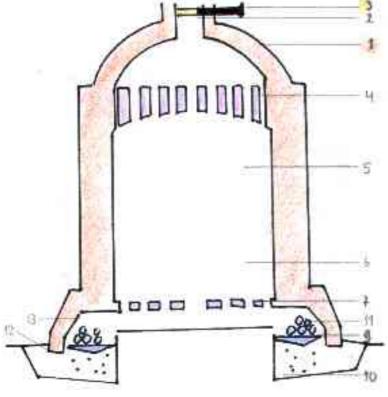
Innerhalb des Brennraumes ergibt sich somit ein Temperaturgefälle von 100 - 150°C.

Die Töpfer verbesserten die Qualität ihrer Ware dadurch, daß sie zwei verschiedene Massen und Glasuren mit unterschiedlichem Sinterungs- und Schmelzbereich verwendeten.

Eine geringfügige Verbesserung der Wärmeverteilung läßt sich durch Betätigung des Rauchgasschiebers erreichen.

Nach Abbrennen aller Feuerstellen wird der Schieber geschlossen. Während dieser mehrmaligen Haltezeit entsteht ein Wärmestau, der die Temperaturen im Brennraum nicht abfallen läßt – sondern geringfügig erhöht.

Eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ergibt sich, wenn die heißen Rauchgase in einen zweiten und dritten, jeweils kleineren Brennraum geleitet werden (= Etagenofen, wenn aufeinandergebaut)



- 1 Mauerwerk
- 2 Abgase
- 3 Rauchgasschieber
- 4 Gewölbe mit Rauchöffnungen
- 5 Brennraum
- 6 Brenngut
- 7 Bodensohle mit Rauchgasöffnungen
- 8 Rost
- 9 Ascheraum
- 10 Brennstoff
- 11 direkte Verbrennungsluft
- 12 indirekte Verbrennungsluft

Töpferofen

Wirkung periodisch

niedergehende Flamme Temperatur 1200 - 1250°C

Anforderung fällt schlecht aus

Vorteile gegenüber Rundofen:

Besserer Temperaturausgleich.

Bodensohle wird temperaturmäßig entlastet

Eine höhere Garbrandtemperatur ist möglich, weil das Temperaturgefälle von

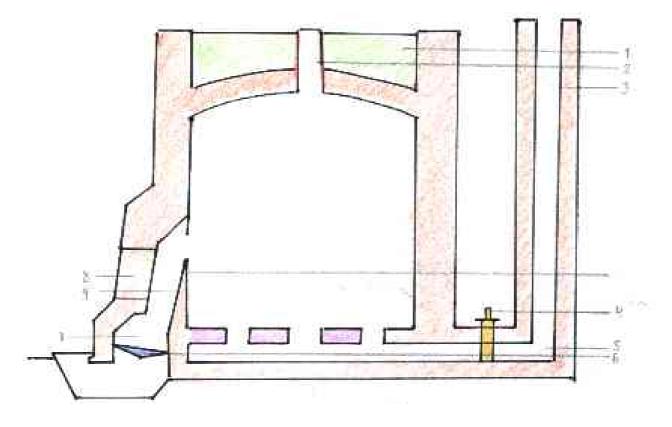
oben nach unten verläuft.

Feuerbrücke veranlaßt heiße Rauchgase, gegen das Ofengewölbe zu schlagen.

Der Ofenzug zieht die Rauchgase nach unten.

Durch die Rauchgasöffnungen in der Bodensohle verlassen die Rauchgase mit niedriger Temperatur den Brennraum, durchziehen den Fuchskanal bis zum Schieber und verlassen als Abgase den Schornstein.

Beim Anwärmen des Ofens ist das Dunstrohr offen, der Rauchgasschieber 2/3 geschlossen.



- 1 Kieselgur-Isolierung
- 2 Dunstabzug
- 3 Schornstein
- 4 Schieber
- 5 Fuchskanal
- 6 Feuerstelle
- 7 indirekte Verbrennungsluft
- 8 direkte Verbrennungsluft
- 9 Feuerbrücke

Kasseler Ofen / Flaschenofen

Heizgut Holz, das mit einer langen Flamme verbrennt.

Wirkung periodisch

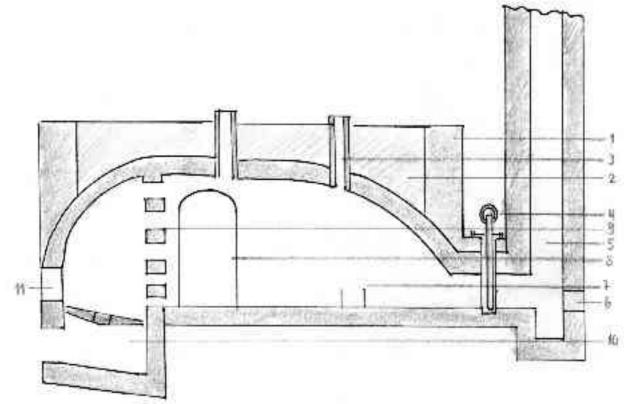
waagerechte Flamme Temperatur 900 - 1000°C

Anforderungenfallen besonders schlecht aus

Verwendung Herstellung von einfacher Töpferware

Das Temperaturgefälle ist in dem langgestreckten Brennraum sehr groß, so dass in seitlich angebrachten Öffnungen zusätzlich Holz eingetragen werden kann.

Dunstabzüge werden beim Glühen geschlossen, wenn alles Anmachwasser verdunstet ist. Bei größerer Produktion bleibt der ständige Temperaturwechsel von Brennen und Abkühlen nicht ohne Folgen für das Material.



- 1 Ziegelstein
- 2 Kieselgur
- 3 Dunstabzüge
- 4 Schieber
- 5 Schornstein
- 6 Putzöffnung
- 7 Nachfüllöffnung
- 8 Einfüllöffnung
- 9 Feuerbrücke
- 10 Aschegrube
- 11 Schüröffnung

Kammerofen

Heizgut elektrisch, Kohle, Gas, Öl

Wirkung überschlagende Abgasführung

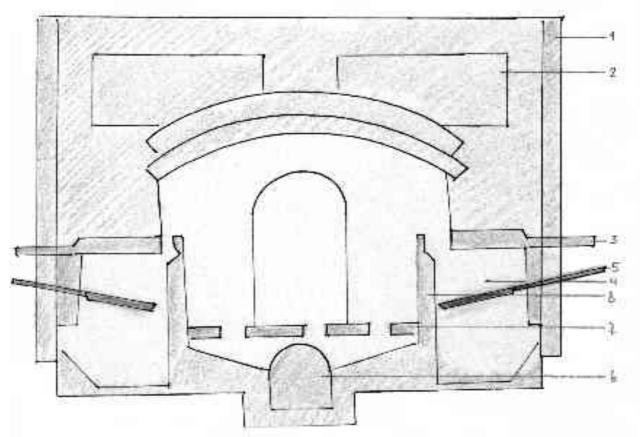
An den beiden Längsseiten des rechteckigen Kammerofens sind die Feuerungen untergebracht. Ihre Anzahl richtet sich nach der Ofengröße und dem Erzeugnis.

Der Weg der Abgase verläuft über die Feuerbrücke unter das Kammergewölbe, überschlägt sich, von dort aus verlaufen sie vertikal nach unten durch den Besatz in die runden Herdabzugslöcher der Herdsohle.

Im Herdsystem unter der Herdsohle werden die Abgase im Hauptsammelkanal zusammengeführt. Über den Schornstein gelangen sie nach draußen.

Die Zugwirkung des Schornsteines erstreckt sich auf alle Feuerungen gleichmäßig. Um dies zu erreichen, werden die Herdabzugslöcher unterschiedlich groß ausgeführt.

Sicherung Bypaß



- 1 Befestigung
- 2 Isolierleichtsteine
- 3 Schieber zur Durchzugsregelung
- 4 Feuerung
- 5 Rost
- 6 Sammelkanal
- 7 Abzugslöcher
- 8 Feuerbrücke

Elektrokammerofen

Die Heizleiter sind in das Ofenfutter und die schwenkbare Ofentür eingebettet und strahlen eine direkte Hitze aus.

Temperaturbereich bis zu 1000°C	Heizspiralen aus Chrom-Nickel	(CrNi)
1300°C	Kanthal-Spiralen	(CrFeAl)
1450°C	Heizstäbe aus siliciumcarbithaltige	n Verbindungen
> 1450°C	Heizstäbe aus Molybdänsilizid	(MoSi)

Für die Ausmauerung der Öfen werden Feuerfest-Leichtsteine und für die Auskleidung Fasermaterial verwendet.

Die Computertechnik ermöglicht das Eingeben eines Brennprogramms nach vorher ermittelter Brennkurve.

Sicherung Der Ofen kann nur bei geschlossener Tür in Betrieb genommen werden.

Herdwagenofen

Wirkung kontinuierlich

Verwendung Dort, wo aus transporttechnologischen Gründen das Einsatzgut nur schwierig in den

Brennraum einzubringen ist - günstige Arbeitsbedingungen

Prinzip Kammerofen, jedoch mit beweglichem Herd und anderer Türkonstruktion.

Vorteil - kann jederzeit gesetzt werden

- auch schwere Sachen können alleine gesetzt werden

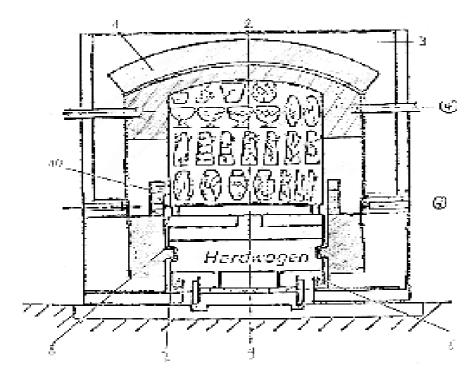
- Brennstoffeinsparung - wenn keram. vertretbar - wenn relativ heiß geöffnet

werden kann

Der Herdwagen wird mittels einer Transporteinrichtung jeweils um eine Herdwagenlänge bewegt. Er steht entweder mit Brenngut besetzt in der Kammer zum Brennen oder zum Besetzen / Entleeren neben, bzw. vor dem Ofen.

Der Wärmeverbrauch ist wie beim Kammerofen, es sei denn, der Wagenwechsel kann bei hohen Temperaturen erfolgen. Dann bliebe Speicherwärme erhalten und es gäbe eine Brennstoffeinsparung.

Gasherdwagenofen



- 1 ff-Leichtschamottsteine
- 2 hoch-ff Leichtschamottsteine
- 3 Kieselgurisolierung
- 4 Schauloch / Salzeinfüllöffnung
- 5 Brenner
- 6 Sandrinne
- 7 Schwert
- 8 Labyrinth
- 9 Herdwagen
- 10 Feuerbrücke / Brenngehäuse

Elektroherdwagenofen

Ausmauerung / Auskleidung ff-Leichtschamottsteine

Aluminiumfasermatte

Sicherung Erdung

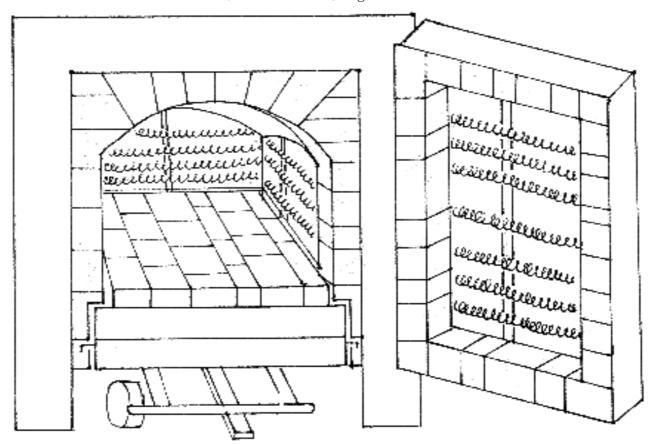
durch Kontakt Betrieb nur bei geschlossener Tür möglich Endschalter - Ofen schaltet bei Höchsttemperatur von selbst ab

Lüftung

Ofen in einem extra Raum

Abluftkamin Absaugung

Mind. Alle 4 Jahre Prüfung durch Elektrofachkraft



- 1 Beweglicher Herd
- 2 Schwert
- 3 Labyrinth
- 4 Sandrinne
- 5 Aluminiumfaserauskleidung
- 6 SiC-Platten
- 7 ff-Leichtsteine

Haubenofen

Heizgut

Elektro, Kohle, Gas

Anwendung

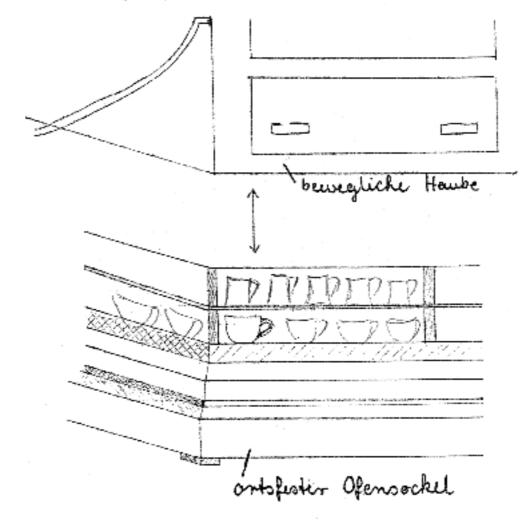
wie Herdwagenofen

Die Setzunterlage steht fest, wordurch Verlust durch Erschütterungen eines beweglichen Wagens vermieden werden.

Die beheizte Haube, die Wände und Deckel bildet, wird bei jedem Brand auf den Sockel gesetzt. Die Ware kann auch hier bequem in der Tagesschicht gesetzt und die Heizhaube wieder benutzt werden, sobald für die Ware vertretbar.

Während bei Elektroöfen die Haube beheizt ist, handelt es sich beim Raku-Ofen meist um einen Gasofen mit

feststehendem Brenner im Sockel.



Tunnelofen

Heizgut Gas, Öl

Anforderungenerfüllt alle Punkte

Prinzip kontinuierlich

nicht das Feuer wandert von Abteilung zu Abteilung, sondern das Brenngut

Verwendung modernster Ofen zur Herstellung von keramischen Massengütern

Vorteil Temperaturen bleiben an allen Stellen des Ofens (Brennkanal) gleich

Durch kleineren Ofenquerschnitt schnellerer Temperaturanstieg

Temperaturausgleich ist leichter erreichbar

Eingebrachte Energie kann bestens ausgenutzt werden

Durch gleichmäßige Aufwärmung – sehr guter Ofenbetrieb

- Erreichung maximaler Leistung

- gute Qualität der Erzeugnisse

Brennkanal besteht aus drei Zonenteilen:

- Vorwärmzone Brenngut wird für den Brennprozeß vorbereitet.

Die von der Feuerzone kommenden Heizgase strömen durch den Besatz der

Vorwärmzone und wärmen das Brenngut auf.

Die physikalisch gebundenen Restwasser und ein kleiner Teil des chem. gebundenen

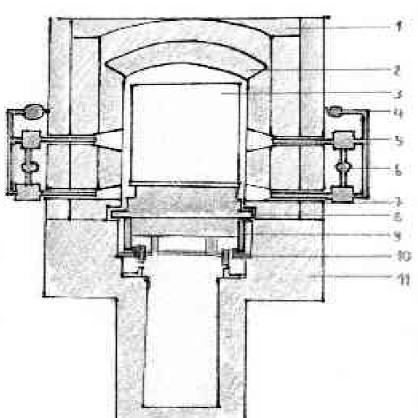
Kristallwassers werden im ersten Bereich der Vorwärmzone abgegeben.

- Feuerzone Vorfeuer und Vollfeuer - chem. Reaktionen

- Kühlzone Abkühlung - Länge der Durchlaufzeit richtet sich nach dem Rohstoff.

Doppelfunktion: Brenngut kühlt und die aufgenommene Wärme wird für eigene

Zwecke oder Fremdverbraucher zurückgewonnen.



- 1 Kieselgurisolierung
- 2 hoch-ff-Leichtschamottsteine
- 3 Besatz
- 4 Verbrennungsluft
- 5 Brenner
- 6 Gas / Ölleitung
- 7 Brennwagen
- 8 Labyrinth
- 9 Schwert
- 10 Sandrinne
- 11 Begehungskanal

Ringofen

Heizgut Kohlenstaub

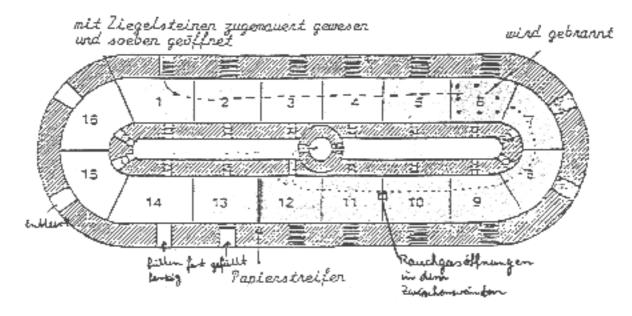
Prinzip kontinuierlich

Verwendung hauptsächlich zum Brennen von unglasierter Baukeramik

Ofen besteht aus 12 bis 20 Abteilungen, die in einem langgestreckten Ring angeordnet sind und somit einen durchgehenden Ofenkanal bilden.

Mittels einer Beschickungsanlage wird der Kohlenstaub in regelmäßigen Zeitabständen durch die Decke auf das Brenngut gerieselt.

Ist die Garbrandtemperatur erreicht, setzt der Brenner die Beschickungstöpfe in die Vorrichtungen der nächsten Abteilung um.



- zu 1 Ziegelsteinmauer soeben geöffnet kalte Frischluft tritt in die Abteilung ein. Auf dem Weg durch die Abteilungen 2 - 5 erwärmt sich die Luft, wobei sich das Brenngut abkühlt.
- zu 6 Brand.

Die heißen Rauchgase gehen von Abteilung 6 durch 7 bis 12. Dabei geben sie ihre Energie an das Brenngut ab, welches vorgebrannt (7 - 9) und angewärmt (10 - 12) wird. Der geöffnete Rauchgasabzug führt die Rauchgase in den Fuchskanal und Schornstein. Ein Papierschirm zwischen 12 und 13 läßt keine Rauchgase in die offenen Abteilungen strömen.

- zu 13 Abteilung gefüllt, Tür wird zugemauert.
- zu 14 Füllen fast beendet
- zu 15 Entleeren gerade beendet
- zu 16 Türe voll geöffnet Entleeren kann beginnen

11.3 Abgase aus dem Elektroofen

Beim Brennen entweicht vor allem Fluor aus Ton, Feldspat oder Cornish Stone.

Es entweicht von 700°C bis mind. 1200°C.

Tone können 0,005 bis 0,05 % Fluor aufweisen.

Wird Fluor im Ton an Kalk gebunden, wird die Gefährdung verringert.

Außerdem entweichen verdampfende Schwermetalloxide aus Glasuren, Engoben, gefärbten Tonen. Manganoxid, Kupferoxid und Salz sind gefährliche Beispiele.

Farbkörper geben als Ausnahme für die Farbgebung keine Schwermetalloxide ab.

Blei entweicht ebenso, z. B. aus Aufglasurfarben.

Es entweicht schon bei unter 500°C bis zum Schluß des Brandes.

Die Verdampfung bei bleireichen Glasuren beträgt 18 mg Blei je cm³ Oberfläche.

Blei setzt sich auch in den Poren des Ofenmauerwerks ab, von wo es dann bei den nächsten Bränden wieder entweichen kann.

Sicherung bei Kammeröfen ist der Bypass, der die Abgase ins Freie leitet.

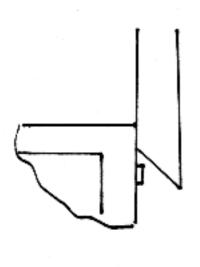
Bei Topladern empfiehlt sich eine Esse über dem Ofen, durch die die heißen Abgase nach oben ins Freie entweichen können.

Am besten stellt man den Brennofen nicht im Arbeitsraum auf, sondern für sich in einen belüftbaren Raum.

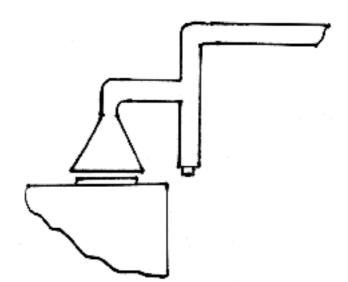
Beim keramischen Brand entweichen gasförmige Zersetzungsprodukte, die die Gesundheit der Menschen schädigen können.

Während des Brandes sollte man sich nicht im Brennraum aufhalten – besser noch extra belüftbarer Brennraum.

Der Brennraum sollte gut durchlüftet werden



Bypans - Studzen bei Ofen mit aeiflichem Ablaß



Abrug bei Öfen mit Ableß am Ofendulie

11.4 Reduzieren mit Gas im Elektroofen (1100°C)

Die Reduktionsphase findet während des Abkühlens statt, im Bereich zwischen ca. 880°C und 790°C. Man sollte nicht weiter als ca. 780°C reduzieren, da sich dann die Glasur kaum mehr verändert, sich jedoch schwarzer Ruß an der Oberfläche bildet.

Die Reduktion erfolgt in mindestens fünf Intervallen in Abständen von 15°C bis 20°C.

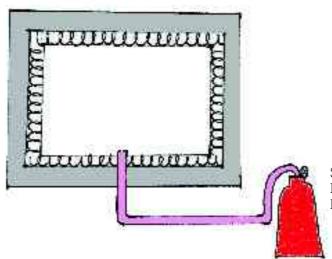
Bei Elektroöfen bestehen die Brennspiralen oft aus Oxiden, welchen während des reduzierenden Brandes der Sauerstoff entzogen würde. Außerdem bildet sich Ruß (Oberflächenreduktion).

Eine Gasflasche ist über einen Gummischlauch mit einem Kupferrohr verbunden, welches in eine Öffnung im unteren Teil des Brennofens führt.

Die Abgasöffnung des Brennofens ist geschlossen, der Gashahn wird ca. 1/3 aufgedreht. Das Gas entzündet sich selbst durch die hohe Ofentemperatur.

Durch den Sauerstoffmangel / reduzierende Atmosphäre wird den Farboxiden der Sauerstoff entzogen.

Durch die unvollständige Verbrennung des Gases tritt schwarzer Rauch durch das Schauloch aus. Ist die Reduktion abgeschossen, wird das Gas am Haupthahn der Flasche abgedreht, damit die Gasreste im Kupferrohr entweichen und verbrennen können.



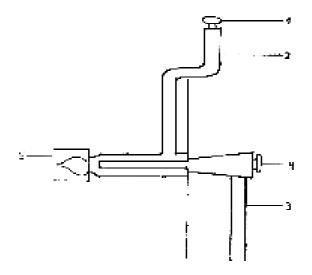
- 1 Ofenwand
- 2 Brennspiralen
- 3 Schamotteplatten (Schutz für Spiralen)
- 4 Gasflasche mit Gummischlauch und Kupferrohr

Schamotteplatten schützen die Spiralen vor Rußablagerungen, da ansonsten ein Kurzschluß entstehen würde.

Möglicher Reduktionsverlauf:

8.57 - 9.02 870 - 864°C 5 Min 9.18 - 9.23 849 - 845°C 5 Min 9.44 - 9.49 825 - 820°C 5 Min 10.07 - 10.12 805 - 802°C 5 Min 10.31 - 10.36 790 - 786°C 5 Min	Uhrzeit	Temperatur	Zeit der Gaszufuhr
	9.18 - 9.23	849 - 845°C	5 Min
	9.44 - 9.49	825 - 820°C	5 Min
	10.07 - 10.12	805 - 802°C	5 Min

11.5 Querschnitt eines Brenngehäuses von einem Gasbrennsystem



- 1 Stellorgan für Verbrennungsluft
- 2 Luftzuführungsleitung
- 3 Brennstoffzuführungsleitung
- 4 Stellorgan für Brennstoff
- 5 Brennkammer

11.6 Unterschiede Elektroofen / Gasofen

Elektroofen	Gasofen
für die betriebliche Atmosphäre sauberer	Aufsicht notwendig (Explosionsgefahr)
umweltunfreundlich	umweltfreundlichster Brennstoff
Strom kann nicht gespeichert werden	Flüssiges Gas kann gespeichert werden
Muffeln sind im Elektroofen unwirtschaftlich wegen höherem Zeitaufwand	indirektes Brennen durch Einsatz von Muffeln
mit Nachtstrom kann automatisch gebrannt werden	Abgase müssen ins Freie geschickt werden, sogar bei kleinen Öfen
es kann reduzierend gebrannt werden ohne Temperaturanstieg	Reduktion mit steigender Temperatur
Computersteuerung	höhere Brenntemperaturen möglich

Sicherung von Gasöfen

- absperrbar
- Gas-Zuleitung absperrbar und rückschlagsicher
- Gasmangelsicherung
- Zündsicherung
- Prüfung mind. 1x jährlich durch Fachkraft
- Abgasrohr
- Abzug
- Installation durch Fachmann

Sicherung von Elektroöfen

- bei offener Tür kein Strom durch Türkontakt
- Schloß
- Abzug / Bypass
- Ofen in extra Raum
- Erdung
- Ofen schaltet bei Höchsttemperatur von selbst ab.

12. Chemie

12.1 Definitionen

Alkalien Elemente der 1. Hauptgruppe im PSE, gute Flußmittel, Leichtmetalle, Monoxid,

einwertig

Analyse Vorgang, bei dem eine Verbindung in einzelnen Bestandteile zerlegt wird.

Keramik: chemische und rationelle Analyse

Atom (griech, atomos = unteilbar) lässt sich chemisch nicht mehr teilen,

Es ist das kleinste Teil eines Elementes, z. B. H

Atomgewicht relative Atommasse (g/mol)

Die Zahl gibt an, wievielmal das Atom eines Elements schwerer ist als 1 Atom

Wasserstoff. Verhältniszahl - kein wirkliches Gewicht

z. B. H = 1 g/mol

Basen Basen bilden sich bei chemischen Reaktionen zwischen Metalloxiden und Wasser

unter Bildung von OH-Gruppen

Chemische Analyse Quantitative oder qualitative Elementaranalyse nach Aufschluss der Substanz

Zerlegung der Stoffe in ihre einzelnen Bestandteile (Oxide, Carbonate,

Sulfate, Fluoride...), ausgedrückt in % zur Beurteilung der Eigenschaft eines Stoffes

und für die Berechnung von Massen und Glasuren.

Wertvolle Einblicke in Zusammensetzung.

Bei Ton läßt ein hoher Tonerdegehalt auf gute Plastizität und bei gleichzeitig

niedrigem Gehalt an Flußmittel - auf Feuerfestigkeit schließen.

Ein hoher Gehalt an Kalk macht einen Ton für Steinzeug unbrauchbar, jedoch für die

Töpferware, Fayencen, Kalksteingut besonders gut geeignet.

Frühzeitig dicht wird ein Ton durch viel Flußmittel, er neigt dann aber zum Blähen. Gehalte an Eisen-, Mangan- und Titanoxid lassen auf die Brennfarbe schließen.

 $\% = \underline{MG_{Oxid} \cdot 100}$ $\underline{MG_{gesamt}}$

Chem. Reaktion Vorgang mit sichtbarer stofflicher Veränderung

Chem.

international gültiges Zeichen für jedes einzelne Element

Symbol

Meist von den Anfangsbuchstaben der lateinischen Bezeichnung abgeleitet

z. B. Wasserstoff = H = Hydrogenium

Chem.

chemische Umsetzung in Form einer Gleichung

Gleichung

z. B. 2 H + 1/2 O₂ \rightarrow H₂O

1 Atom O und 2 Atome H haben sich zu 1 Molekül Wasser verbunden

Chemie

Lehre von den Stoffen und ihren Verbindungen

Element

= Grundstoff

Alle über 100 in der Natur vorkommenden Elemente sind auf einfachem Wege nicht

weiter zerlegbar. Sie kommen meist in Verbindung vor, z. B. H₂

Emulsion

z. B. Milch, bzw. Öl oder Fett in Wasser

Mischungen aus zwei oder mehreren ineinander unlöslichen Flüssigkeiten, die so fein

verteilt sind, daß keine merkliche Entmischung auftritt.

Erdalkalien

Elemente aus der II. Hauptgruppe des PSE, mittlere Flußmittel, Metalle, zweiwertig

Gemenge

Die einzelnen Bestandteile können in jedem beliebigen Verhältnis miteinander vermengt sein. Das Gemenge kann auf mechanischem Wege leicht wiederzerlegt werden

Keram. / oxid. Formel

molekulare Verhältnisse von Großmolekülen werden sichtbar gemacht, indem in Oxide aufgeteilt wird. Somit werden Berechnungen vereinfacht.

Z. B. CaO • CO₂ anstatt CaCO₃

Kolloide

Sol, z. B. Kieselsäure-, Gelatinesol

Lösung

Sind Flüssigkeiten, bei denen die Teilchengröße des schwebenden Stoffs zwischen 0,0001 mm bis 0,000001 mm (0,1 - 0,001 µm) liegt. Diese kleinen Stäubchen sind zwar immer noch Molekülklumpen, aber bereits so fein und leicht, daß sie lange Zeit im Wasser schweben bleiben und nur im Elektronenmikroskop unter ganz starker Vergrößerung sichtbar werden.

Flüssigkeit ist (fast) klar und entmischt sich nicht beim Stehenlassen.

Lösung

z. B. Kochsalz in Wasser löst sich - wird klar.

Dabei teilt es sich bis zu freien Molekülen und diese nochmals in Ionen.

Wenn sich ein fester oder gasförmiger Körper in einer Flüssigkeit so fein verteilt, dass er darin als Ion oder Molekül vorhanden ist, spricht man von einer "echten

Lösung".

Mischung

Die Bestandteile stehen in einem bestimmten Verhältnis zueinander.

Mol

bemisst die Masse einer Substanz nach ihrer oxidischen Formel.

Ein Mol ist immer gleich derjenigen Menge, die das Molekulargewicht des

betreffenden Stoffes angibt, so z B. 1 mol $SiO_2 = 60 g SiO_2$

oder 1 mol $Al_2O_3 = 102 g Al_2O_3$

1 Mol Kalifeldspat ist ein K₂O • Al₂O₃ • 6 SiO₂

Molekül

(lat. Moleculus = kleinst Masse) ist das kleinste Teil einer Verbindung.

mechanisch nicht teilbar

chemisch teilbar in Atome, z. B. H₂O

Molekulargewicht relatives Gewicht der Moleküle (g/mol) - Verhältniszahl

Summe aller im Molekül enthaltenen Atomgewichte, auch H_2O und CO_2

z. B. Von $H_2O = 18$ g/mol

Das Molekulargewicht ist das Gewicht eines Mols der betreffenden Substanz.

Molgewichtteile MGT

Rationelle

Quantitative Analyse

Analyse

Unterscheidung zwischen Tonsubstanz, Quarz und Feldspat bei Rohstoffen und

Massen in % nach Aufspaltung in HCl.

Sie läßt sich annäherungsweise aus der chemischen Analyse berechnen und stammt

von "Seger".

Salze

Wenn bei Säuren der Wasserstoff ganz oder teilweise durch ein Metall ersetzt wird

(Neutralisation), z. B. Bei der Reaktion von Säure und Lauge

Säuren

sind Nichtmetallverbindungen mit Wasserstoff.

Sie enthalten ein oder mehrere Wasserstoffatome, die durch Metallatome ersetzt werden können (z. B. Na, Fe,) und dem Säurerest (Cl, SO₄, CO₃) welcher ein

Nichtmetall ist.

Stoff

Eine noch nicht verarbeitete Grundsubstanz, z. B. Keram, Rohstoff

SummenformelChemische Formel

Sie entsteht durch Addition aller an der Verbindung beteiligten Atome.

Z. B. Al₂Si₂O₅(OH)₄

Suspension z. B. Gießmasse, Glasuren, Engoben

Feinkörniger Sand in Wasser setzt sich ab, jedoch fein zerrieben bleibt er eine zeitlang in Schwebe. Getrübt, kann aufgetrennt werden, z. B. durch Filtrieren. Mischungen, die feste, unlösliche Körper in aufgeschlämmtem Zustand enthalten.

Bestimmung der Dichte durch Aräometer oder Litergewicht.

Verbindungen aus Elementen aufgebaute Stoffe, die auf chemischem Weg wieder zerlegt werden

können.

Es gibt ca. eine halbe Million natürliche und synthethische Verbindungen.

Wertigkeit Eigenschaft eines Elements, eine bestimmte Anzahl von Wasserstoffatomen binden

oder ersetzen zu können,

z. B. K ist einwertig $2 K + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow K_2O$

12.2 Atome

Anzahl der Atome

1	mono		
2	di		
3	tri		
4	tetra		
5	penta		
6	hexa		
7	hepta		
8	okta		
9	nona		
10	deka		

<u>Atomaufbau</u>

Das Atom ist neutral geladen.

Es besteht aus einem positiv geladenen Atomkern, der die Protonen und Neutronen enthält und der Atomhülle, in der sich auf verschiedenen Schalen/Bahnen die Elektronen bewegen.

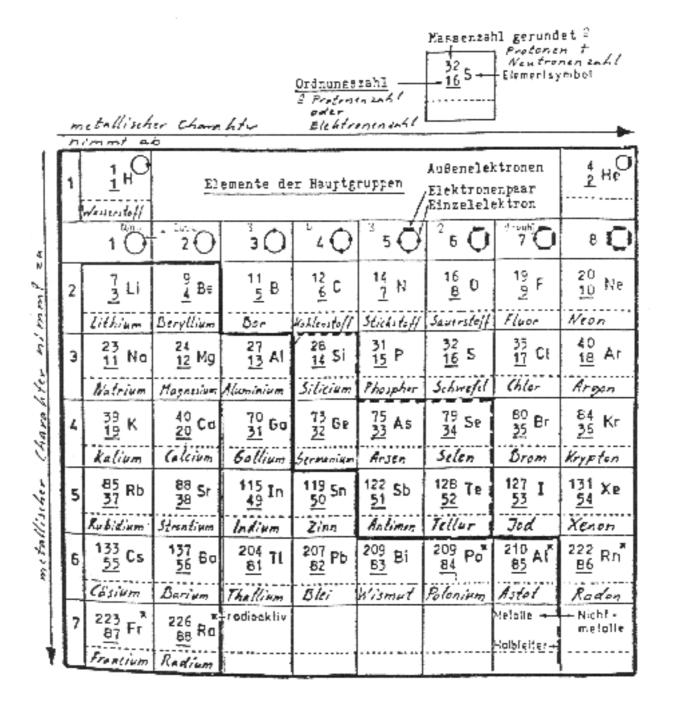
Um den Atomkern sind auf verschiedenen Schalen Elektronen angeordnet.

Wertigkeit	I	II	III	IV	VI
Oxid	Monoxid	Monoxid	Sesquioxid	Dioxid	Trioxid
	Li ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	
	K_2O	CaO	Cr ₂ O ₃		
	Na ₂ O	ВаО			
mehrere		FeO	Fe ₂ O ₃		
mehrere		NiO	Ni ₂ O ₃	NiO ₂	
mehrere		CoO	Co_2O_3		
mehrere			Pb ₂ O ₃	PbO_2	
mehrere		SO		SO_2	SO ₃
mehrere		NO	N_2O_3	NO_2	

12.3 Periodensystem der Elemente

Einteilung nach den chemischen Eigenschaften der Elemente und dem Atomgewicht.

 Hauptgruppe Hauptgruppe Hauptgruppe Bis 7. Hauptgruppe 	Leichtmetalle / Alkalien Leichtmetalle / Erdalkalien	einwertig zweiwertig dreiwertig
8. Hauptgruppe	Edelgase	
AngabeMassezahl / Gewicht Ordnungszahl Elementsymbol	Protonen + Neutronen gerund Protonen- / Elektronenzahl O Wertigkeit	let 16 bei O 8 bei O bei O 2 bei O



12.4 Säuren, Basen, Salze und Oxide

Säuren

sind Nichtmetallverbindungen mit Wasserstoff.

Sie enthalten ein oder mehrere Wasserstoffatome, die durch Metallatome ersetzt werden können (z. B. Na, Fe,) und dem Säurerest (Cl, SO₄, CO,...) welcher ein Nichtmetall ist.

Eigenschaften Säuren schmecken sauer, wirken ätzend, greifen Metalle an und färben blaues Lackmuspapier (Indikatorpapier) rot

Beispiele	Salzsäure	HCl
	Schwefelsäure	H_2SO_4
	Kohlensäure	H_2CO_3
	Kieselsäure	H_4SiO_4

```
2 \text{ HCl} + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ NaCl} + \text{H}_2\text{O}

Säure + Oxid \rightarrow Salz + Wasser
```

<u>Basen</u>

Basen bilden sich bei chemischen Reaktionen zwischen Metalloxiden / Salzen und Wasser unter Bildung von OH-Gruppen (Hydroxide).

Eigenschaften: Basen färben rotes Lackmuspapier blau Basen in wässriger Lösung sind Laugen Laugen fühlen sich seifig an und wirken ätzend

$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2 NaOH$$
 Natriumhydroxid $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ Calciumhydroxid $Oxid + Wasser \rightarrow Hydroxdid$ CaCl $+ 2 H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2 HCl$ NaCl $+ H_2O \rightarrow NaOH + HCl$ Salz $+ Wasser \rightarrow Hydroxid + Säure$

Salze

Wenn bei Säuren der Wasserstoff ganz oder teilweise durch ein Metall ersetzt wird (Neutralisation)

```
Salze der Schwefelsäure Sulfate SO<sub>4</sub> H_2SO_4 + Zn \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow Zinksulfat Säure + Metall\rightarrow Salz + Wasser(-stoff) Silikate SiO<sub>3</sub>
```

 $H_2SiO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSiO_3 + 2 H_2O$ Wollastonit Säure + Base \rightarrow Salz + Wasser

Salze der Kohlensäure Carbonate CO₃ $H_2CO_3 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 + 2 H_2O$ Witherit

 $H_2CO_3 + 2 KOH \rightarrow K_2CO_3 + 2 H_2O$ Pottasche Säure + Metalloxid Salz + Wasser

Salze der Salzsäure Chloride Cl / Cl₂

 $HCl + LiOH \rightarrow LiCl + H2O$ Lithiumchlorid $2 HCl + Ca(OH_2 \rightarrow CaCl_2 + 2 H_2O$ Calciumchlorid Säure + Lauge Salz + Wasser

Rohstoff	Keram. / Oxid. Formel	chem. / Sum- menformel	Verwendung
Bariumsilikat	BaO • SiO₂	BaO • SiO₂ BaSiO₃	
Calciumborat	B ₂ O ₃ • CaO • 2 H ₂ O		
Calcium- / Kalkfeldspat	CaO • Al ₂ O ₃ • 2 SiO ₂	CaAl ₂ Si ₂ O ₃	unplast., FM
Colemanit	2 CaO • 3 B ₂ O ₃ • 5 H ₂ O		einzig natürl. Borat
Dolomit	CaO • MgO • 2 CO₂	CaMgC₂O ₆	unplast., Doppelcarbonat, Mischmineral
Flusssäure	HF		wird beim Brand frei
Gips	CaO • SO ₃ • 2 H ₂ O	CaSO₄. 2 H₂O	
Halloysit	Al ₂ O ₃ • 2 SiO ₂ • 4 H ₂ O		Zweischichtm, TM Firecl.
Illit	K ₂ O • 6 Al ₂ O ₃ • 12 SiO ₂ • 7 H ₂ O		Dreischichtm., TM Illittonen
Kalifeldspat	K ₂ O • Al ₂ O ₃ • 6 SiO ₂	KAISi₃O ₈	unplast., als FM Haarrisse
Kalk, Kalkspat, Kreide, Marmor	CaO • CO ₂	CaCO₃	MM,. FM, Calciumcarbonat,
Kaolinit	Al ₂ O ₃ • 2 SiO ₂ • 2 H ₂ O	Al ₂ Si ₂ O ₇ • 2 H ₂ O	TM von Kaolin
Kieselsäure		H₂SiO ₃	einfache Kieselsäure
Korund		Al ₂ O ₃	unplast., Tonerde, Stabilisat. in Glasuren
Lithiumcarbonat	Li ₂ O • CO ₂	Li ₂ CO ₃	
Lithiumoxid	Li ₂ O	Li ₂ O	FM, gut gegen Haarrisse
Magnesia	MgO	MgO	
Magnesit	MgO • CO ₂	MgCO₃	
Montmorillonit	Al2O ₃ • 4 SiO ₂ • H ₂ O + n H ₂ O		Dreischichtm., TM Bentonit
Natron- / Natriumfeldspat	Na ₂ O • Al2O ₃ • 6 SiO ₂	NaAlSi₃O ₈	unplast., FM
Nephelin-Syenit	Na ₂ O • Al2O ₃ • 4 SiO ₂	NaAlSi ₂ O ₆	unplast., FM
Petalit	Li ₂ O • Al ₂ O ₃ • 8 SiO ₂	Li Al Si ₄ O ₁₀	unplast., FM
Pottasche	K ₂ O • CO ₂	K₂CO₃	FM, entsteht
Quarz	SiO ₂	SiO ₂	
Soda	Na ₂ O • CO ₂	Na ₂ CO ₃	FM, Elektrolyt für Gießm.
Spodumen	Li ₂ O • Al ₂ O ₃ • 4 SiO ₂	LiAlSi ₃ O ₆	unplast., FM
Strontiumcarbonat	SrO • CO ₂	SrCO ₃	
Talkum	3 MgO • 4 SiO₂ • H₂O		unplast.
Titanoxid	TiO ₂		
Wasserglas	Na ₂ O • SiO ₂	Na₂SiO₃	
Witherit	BaO • CO ₂	BaCO₃	
Wollastonit / Calciumsilikat	CaO • SiO ₂	CaSiO₃	
Zinkborat	ZnO • B ₂ O ₃ • 1,5 H ₂ O		
Zinkoxid	ZnO	ZnO	
Zirkonsilikat / Ultrox	ZrO • SiO ₂		

12.5 Segerformel

Zweck Kontrollinstrument für keramische Glasuren

- mit wenig Zeitaufwand kann ein Glasurversatz errechnet werden
- Rohstoffe können ausgetauscht werden
- etwaige Schmelztemperatur kann ermittelt werden
- Vergleich zweier Glasurarten
- Verhältnis der Oxidgruppen untereinander
- Verhältnis innerhalb der Metalloxidgruppe
- Interpretation (Schmelzbarkeit, Viskosität, Oberfläche, Anfälligkeit für Risse,....)

Aufbau

In Glasur vorhandene Oxide werden nach ihrer Wertigkeit in 3 Gruppen geordnet:

- links Monoxide enthält Oxide der 1. und 2. Hauptgruppe Metalle (alkalische / FM-Oxide), deren Summe immer auf "1" gebracht wird.
- 2 Mitte Sesquioxide enthält Oxide der dreiwertigen Elemente (amphotere Oxide)
- 3 rechts Dioxide und B_2O_3 enthält Oxide der vier-/ fünfwertigen Elemente (saure Oxide)

bei einem Verhältnis 1/10 Al₂O₃ zu SiO₂ kann man davon ausgehen, daß die Glasur bei einer bestimmten Temperatur ausschmilzt – und in etwa die Temperatur, natürlich unter Berücksichtigung der Eigenschaft vorhandener FM.

Färbende Oxide werden i. d. R. als prozentualer Anteil zu dem Versatz gerechnet und nicht in der Segerformel angegeben.

CO₂ und H₂O werden bei der Molekulargewichtsbestimmung berücksichtigt. Zahlen auf mind. 2 Stellen nach dem Komma runden, Faktoren noch genauer.

Bei Segerformelberechnung aus der chem. Analyse Zahl auf 3 Stellen nach dem Komma runden.

Bei Talkum (3 MgO) und Colemanit (2 CaO) entweder Faktor einrechnen oder Formel und Molekulargewicht auf 1 mol kürzen.

Feststellen der Schmelztemperatur einer Glasur (These nach "Berdel")

Bleiglasur (Regel gültig bis 1100°C bei Bleiglasuren)

1 mol PbO	• 0,10 mol Al ₂ O	₃·1,0 mol SiO₂	_	900°C
1	. 0,11	. 1,10	_	920°C
1	. 0,12	. 1,20	-	940°C
1	. 0,13	. 1,30	_	960°C
1	. 0,15	. 1,50	-	1000°C
1	. 0,20	. 2,0	-	1100°C

PbO kann in Steinzeugglasuren ersetzt werden durch ein- und zweiwertige Oxide, z. B. Na $_2$ O 1 mol Fritte \sim 1 mol PbO

```
1 mol Fritte • 0,20 mol Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> • 2,0 SiO<sub>2</sub> - 1100°C
1 • 0,28 • 2,75 - 1250°C
```

In der Segerformel ~ 1.8 – 2.2 mol SiO $_2$ für 1100°C – SK 01a ~ 2.5 – 4.5 mol SiO $_2$ für 1260°C – SK 7

Beurteilung der Brenntemperatur

- Verhältnis FM: SiO₂ Verhältnis Al₂O₃: FM: SiO₂
- Verhältnis SiO₂: B₂O₃ Art der vorhandenen FM

Möglichst viele verschiedene Rohstoffe verwenden, damit

- sie besser ersetzt werden können ohne große Nebenerscheinungen
- großes Schmelzintervall erreicht werden kann (bewiesen in der Praxis, nicht in der Theorie)

ANLEITUNG zur Rechnung mit SEGERFORMEL

Aufgabenstellung: Berechnen Sie aus folgender Segerformel den Glasurversatz in %. 0,11 K₂O . 0,25 Al₂O₃ . 2,50 SiO₂ 0,06 Na₂O 0,17 Li₂O 0,45 CaO 0,15 MgO 0,06 ZnO

Oxid / Rohstoff			alisch mol)			amphoter (mol)	Sauer (mol)	Molekular- gewicht (g/mol)	Gewichts- anteil (g)	%
	(Eleme	ente der	1. und	2. Grup	pe)	(Element 3.)	(Element 4.) $+ B_2O_3$		(Oxid x MG)	
K ₂ O	Na ₂ O	Li ₂ O	CaO	MgO	ZnO	Al ₂ O ₃	SiO ₂			
$K_2O \bullet Al_2O_3 \bullet 6 SiO_2 = 0,11$						0,11	0,66	556	61,16	22,87
Na ₂ O • Al ₂ O ₃ • 6	0,06					0,06	0,36	524	31,44	11,75
SiO_2										
$Li_2O \bullet CO_2$		0,17						74	12,58	4,70
CaO • MgO • 2 CO ₂			0,15	0,15				184	27,60	10,32
CaO • 2 CO ₂			0,30					100	30,00	11,22
ZnO					0,06			81	4,86	1,82
$Al_2O_3 \bullet 2 SiO_2 \bullet 2 H_2O$						0,08	0,16	258	20,64	7,72
SiO ₂							1,32	60	79,20	29,61
Summe 0,11	0,06	0,17	0,45	0,15	0,06	0,25	2,50		267,48	100,00

<u>Aufgabenstellung</u>: Berechnen Sie aus folgendem Glasurversatz die Segerformel:

	Rohstoff	Teile	Molekulargewicht
		(g)	(g/mol)
1	Na ₂ O . Al ₂ O ₃ . 6 SiO ₂	40	524
2	CaO . SiO ₂	20	116
3	Li ₂ O . Al ₂ O ₃ . 8 SiO ₂	10	612
4	Al ₂ O ₃ . 2 SiO ₂ . 2 H ₂ O	10	258
5	SiO ₂	20	60

Oxide	Basisch	Neutral	Sauer
	(mol)	(mol)	(mol)
1	0,08 Na ₂ O	$0.08 \text{ Al}_2\text{O}_3$	$0,48 \text{ SiO}_2$
2	0,17 CaO		$0.17 \mathrm{SiO}_2$
3	0,02 Li ₂ O	$0.02 \text{ Al}_2\text{O}_3$	0.16 SiO_2
4		0,04 Al ₂ O ₃	0,08 SiO ₂
5			0.33 SiO_2
Summe	0,27	0,14	1,22

0,30 mol Na₂O . 0,52 mol Al₂O₃ . 4,52 mol SiO₂

0,63 mol CaO

0,07 mol Li₂O

Arbeitsschritte

- Rohstoffteile in g aus Angaben werden durch deren jeweiliges Molekulargewicht geteilt und mit dem Anteil des im Rohstoff enthaltenen Oxids multipliziert.

Z. B. 40:524 = 0.08 mol $1 \times 0.08 \text{ mol Na}_2\text{O}$ $1 \times 0.08 \text{ mol Al}_2\text{O}_3$ $6 \times 0.08 \text{ mol SiO}_2$

und in die Tabelle übertragen

- Für basisches, neutrales und saures Oxid die Summe ermitteln

- Summe der neutralen (0,14) und Summe der sauren (1,22) Oxide, sowie

Jedes einzelne basische Oxid mit der Summe der basischen (0,27) Oxide teilen

Kontrolle: Neue Summe der basischen Oxide muß 1 mol ergeben(z. B. 0.30 + 0.63 + 0.07 = 1 mol) / Neutrale und saure Oxide in etwa im Verhältnis 1 : 10 stehen

13. Glasurtechnik

13.1 Definitionen

Äscher Zinnoxid mit Bleioxid als Glasur - wirkt weißtrübend und war Bestandteil der

spanisch-maurischen Ware und zinnglasierten Keramik

zur Verbesserung der Weißtrübung,

Borschleier Trübung auf Glasur blau-weiß durch Entmischen der Glasur während der

Abkühlphase.

Zinkoxid fördert Borschleier, Strontiumoxid ist gut gegen Borschleier.

Farbkörper sind durch Glühen hergestellte, färbende Pigmente, die der lösenden Wirkung der

Glasurschmelze widerstehen und somit die

Glasur undurchsichtig machen.

Sie erhöhen den Schmelzpunkt und geben als Ausnahme für Farbgebung beim Brand

keine Schwermetalloxide ab.

Für Glasur, Masse, Auf- und Unterglasur z.B. Gelb durch Zr, Si, V

Hellbraun durch Zn, Cr, Fe

Farboxide lösen sich in der Glasur und färben je nach Ofenatmosphäre.

Sie werden prozentual zur Glasur gegeben, jedoch nicht in Segerformel eingerechnet.

Bei Reduktion geben sie Sauerstoff ab Farbveränderung

Kobalt blau

Mangan violett bis schwarz Kupfer grün bei ox, rot bei red

Eisen gelb bis braun bei ox, grün bei red

Selen rot bis braunrot

Werden prozentual zur Glasur dazugerechnet, nicht in Segerformel eingerechnet.

Transparente Alkalien als FM - R₂O Trüb bis matt Erdalkalien als FM - RO

Fritte vorgeschmolzener Glasurversatz / Halbfertigglasur z. B. Bleifritte

Stoffe sind vorgeschmolzen (im Fritteofen), abgeschreckt, pulverisiert und können

alleine eine Glasur bilden.

Es sollte jedoch Stellmittel (etwa 10 % Kaolin oder plastischer Ton oder etwa 3 %

Bentonit) zugesetzt werden, da sie sich schnell absetzen.

Stellmittel (ausser organischen wie CMC) jedoch machen das Gemisch schwerer

schmelzbar.

Vorteile

- wasserlösliche Stofffe werden in unlösliche Produkte überführt.

Das ist wichtig, wenn man reichlich Alkalien oder Borsäure in einer Glasur braucht. Wenn Stoff wasserlöslich, dann dringt er in Scherben ein.

- giftige Stoffe werden in arbeitshygienisch weniger bedenkliche Stoffe verwandelt. Das gilt vor allem für Bleiverbindungen

- Mischungen werden durch das Vorschmelzen leichter und früher schmelzbar und homogener

Glasbildner z. B. Quarz mit alkalischen Flußmitteloxiden

B₂O₃ unterstützt Glasbildung

Glasur der Scherbenunterlage angepasstes Glas oder glasartiger Überzug

Aufgabe Scherben abzudichten

glätten härten

Farbe verleihen und Dekoration

Bestandteile Flußmittel basische Oxide

Glasbildner SiO₂

Zwischenschichtbildner z. B. Kalk- und Borverbindungen

Tone und Kaoline

Stellmittel z. B. Bentonit

Stabilisator Al₃O₂

Farboxide / Farbkörper

Rohglasur setzt sich aus ungefritteten Glasurrohstoffen zusammen (Gegenteil ist die

Fritteglasur).

Sie ist billiger, traditioneller und besteht aus leicht beschaffbaren Materialien, die

wenig Aufbereitung erfordern.

Transformation Transformationsbereich / Transformationstemperatur / Transformationspunkt

Der Übergangsbereich beim Entstehen einer Glasur von starr bis flüssig (Erweichen).

Trockengewicht $TG = (G - V) * \rho$ ρ (Dichte der Glasur) in g / cm^3

V der feuchten Glasur in ml G der feuchten Glasur in g

wird benötigt, wenn Rohstoff später z.B. zugegeben werden soll und die Menge der

Glasur nicht mehr bekannt ist zum Einrechnen in die Segerformel.

Versatz Rezept, Mischung ohne Anleitung

Zwischen- Übergangsschicht zwischen Glasur und Scherben.

schicht Jede Glasur verbindet sich beim Brennen mehr oder weniger mit ihrer Unterlage (Verzahnung). Beim Glasurbrand soll sich zwischen Scherben und Glasur eine

Zwischen- oder Übergangsschicht bilden, welche vorhandene Spannungen bis zu

einem gewissen Grad ausgleichen kann.

Je stärker die Zwischenschicht ausgebildet ist, desto besser ist die Glasur mit dem

Scherben vereinigt.

Zwischen- Die Bildung der Zwischenschicht wird hauptsächlich durch die Zusammensetzung schichtbildner von Glasur und Scherben, die Höhe und Dauer des Brandes und die Porosität des

Scherbens beeinflußt.

Gute Zwischenschichtbildner sind Kalkverbindungen wie z.B. Wollastonit und Dolomit, sowie Borverbindungen wie B₂O₃ - Verbindungen, ebenso hohes Brennen.

13.2 Entstehung der Glasur

Durch Schmelzen eines Silikatgemisches bei der hierzu erforderlichen Temperatur.

Die Erweichung geht allmählich vor sich, so dass erst ein Zusammensintern des Silikatgemisches erfolgt.

Mit steigender Temperatur geht die Sinterung immer mehr in den Glaszustand über.

Übergang von starr in flüssig, wogegen bei der Abkühlung ein umgekehrter Verlauf vor sich geht (Transformationsbereich).

13.3 Anforderungen an eine Gebrauchsgeschirrglasur

- gutes und dauerhaftes Glas
- homogen
- glatt keine Löcher, Blasen und Haarrisse
- Glasur und Scherben müssen fest zusammenschmelzen

Glasur darf nicht abspringen und muß sich bei Temperaturwechsel dem Scherben angepasst verhalten

- Glasur soll bei der erwünschten Schmelztemperatur vollständig und glatt ausfließen
- Glasur darf bei der Garbrandtemperatur nicht abfließen und muss die Oberfläche des Scherbens gleichmäßig bedecken
- bei der Arbeit und beim praktischen Gebrauch völlig giftfrei sein
- geeignete Härte und chemische Widerstandsfähigkeit besitzen
- mikrowellen- und spülmaschinengeeignet
- backofenfest

13.4 Glasurfehler

- Blasenbildung C	Gasen von Glasur ode	er Scherben / Glasur zi	zu viskos / Brenntemperatur	.
-------------------	----------------------	-------------------------	-----------------------------	----------

zu niedrig oder zu hoch, Temperzeit zu kurz

- Abrollen Glasur mit hoher Oberflächenspannung / Scherben beim Glasurauftrag

schmutzig

- Haarrissigkeit WAK der Glasur zu groß / zu wenig Quarz im Scherben / schlechte

Zwischenschicht / zu dick glasiert / zu niedrig gebrannt

Entglasung
 Anflug
 Kristallbildung während des Abkühlens durch langsames Abkühlen
 Durch flüchtige Stoffe die im Brand mit Stücken keram. Verbindung

eingehen

- Über- / Unterbrennen Viskosität verändern, bzw. Brenntemperatur

- Nadelstiche Viskosität verringern, bzw. Brenntemperatur erhöhen, CO₂-

abspaltende Stofe ersetzen

- Absplittern / Absprengung WAK der Glasur zu gering

- Streuen

- Ablaufen Viskosität erhöhen, z. B. durch SiO₂, Al₂O₃, MgO, Temperatur

verringern, dünner auftragen

- Abblättern Glasur hat zu hohe Trockenschwindung / zu viel quellfähige Stoffe

- Eierschaleneffekt Viskosität verringern

Allgemein

Kontrollieren – wurden die richtigen Rohstoffe benutzt

- kann sich die Zusammensetzung der Rohstoffe geändert haben
- kann sich die Zusammensetzung des Scherbens geändert haben
- hat sich der Besatz im Glattbrand geändert
- war die Brennkurve die gleiche

a) Fehler im ungebrannten Zustand im Glasurschlicker

Bestandteile des Schlickers setzen sich schnell ab

Da ein oder mehrere Rohstoffe spezifisch schwerer als der Rest des Versatzes sind.

- Zusatz von fettem Ton, Kaolin oder geringer Mengen an Bentonit oder Zellulosekleber

b) Fehler im ungebrannten Zustand, beim Auftragen und Trocknen

1 Glasurschicht wird nicht dick genug

Da zu hoher Wassergehalt des Schlickers oder zu geringe Saugfähigkeit des Scherbens, zu viel quellfähige Stoffe

- Scherben niedriger schrühen oder Glasur dicker einstellen

2 Glasurschicht wird beim Auftragen zu dick

Da Glasurschlicker zu geringen Wassergehalt oder wenig quellfähige Stoffe hat oder Scherben zu starke Saugfähigkeit

 Wassergehalt des Schlickers erhöhen, Scherben vor dem Glasurauftrag anfeuchten oder höher schrühen

3 Glasurschicht blättert ab

Da sie zu große Trockenschwindung wegen zu großem Gehalt an quellfähigen Stoffen hat – einen Teil des Tones / Kaolins geglüht einführen

4 Glasurschicht rollt ab

Da fettige oder staubige Oberfläche des Scherbens

- gründliches Abblasen oder Abschwammen des Scherbens
- Oberflächenspannung der Glasur erhöhen

c) Fehler im schmelzflüssigen Zustand

1 Glasur schmilzt nicht richtig aus

Da zu niedrige Brenntemperatur, zu niedriger Gehalt an Flussmitteln bzw. B₂O₃ oder Glasurrohstoffe sind nicht fein genug gemahlen

 Höher brennen oder länger tempern. Alkalianteil bzw. B₂O₃ erhöhen - Glasurrohstoffe feinmahlen

2 Glasurschmelze läuft ab

Da Viskosität der Schmelze zu niedrig, Brenntemperatur zu hoch oder Glasurschicht zu dick – Rohstoffe mit großem Schmelzintervall einführen, niedriger brennen oder kürzer tempern. Glasur dünner auftragen

3 Glasur zieht sich insel- und tropfenförmig zusammen

Da Glasurrohstoffe zu fein gemahlen, Glasurschmelze hat zu hohe Oberflächenspannung, Glasurschicht haftet schon vor dem Schmelzen schlecht auf dem Scherben

– Glasurrohstoffe nicht fein mahlen, Oberflächenspannung der Glasurschmelze verringern (z. B. weniger Al₂O₃ und oder MgO usw.), auf saubere Scherbenoberfläche auftragen

4 Glasur bildet keine ebene Oberfläche - sichtbar sind Löcher und Blasen in Glasurschicht

Da Glasurschmelze zu hohe Viskosität hat, die Brenntemperatur zu niedrig oder die Temperzeit zu kurz ist, Glasurrohstoffe zu grob

 Viskosität der Schmelze senken (z. B. Mehr Na₂O / K₂O), höher brennen oder länger tempern

d) Fehler nach dem Brand

1 Haarrisse in der Glasur

Da WAK der Glasur höher als der des Scherbens

- Rohstoffe oder Fritten mit niedrigerem WAK einführen (z. B. ZnO, MgO (nicht immer), Li₂O, SiO₂, B₂O₃)

WAK Scherben niedriger als Glasur, da zu kleiner Gehalt an SiO2, Cristobalit im Scherben

- Zusatz von SiO₂, Cristobalit

Da schlechte Zwischenschichtbildung

- Rohstoffe, die Zwischenschicht bilden (z. B. CaO, B₂O₃), einführen

Da zu dick glasiert

- dünner glasieren

Da zu hoch gebrannt, bzw. zu viele Alkalien

- niedriger brennen, bzw. weniger Alkalien

Da zu niedrig gebrannt

- höher brennen

Hinweis:

Es können Haarrisse beim gebrannten Scherben im Gebrauch auftreten, da

Scherben sich durch Feuchtigkeitsaufnahme während des

Gebrauchs (bei porösen Scherben) ausdehnt

- Nach Möglichkeit Scherben dicht brennen oder Massenzusammensetzung

ändern, bzw. CaO- und MgO-haltige Rohstoffe durch Kalkspat, Dolomit und Talkum in die Masse einführen

2 Absprengung der Glasurschicht

Da WAK der Glasur niedriger als der des Scherbens

- Rohstoffe oder Fritte mit höherem WAK verwenden (z. B. Na₂O, K₂O)

Da Glasur zuviel Li₂O, ZnO, MgO, B₂O₃ oder SiO₂ enthält

- Rohstoffe austauschen bzw. niedriger brennen

3 Oberfläche der Glasur zeigt Nadelstiche bzw. Eierschaleneffekt

Da zu niedrige Brenntemperatur oder Glasurschmelze zu hohe Viskosität

– Glasur höher brennen oder Rohstoffe mit niedrigerer Viskosität einführen, mehr Flußmittel / $\rm B_2O_3$

Da zu hohe Brenntemperatur oder zu niedrige Viskosität

- niedriger brennen oder Glasurzusammensetzung ändern

Da Scherben zu niedrig oder gar nicht geschrüht war

- Scherben schrühen oder höher schrühen

13.5 Glasurarten

Unterscheidung nach A) Hauptflussmittel z.B. Blei-, Blei-Bor-, Alkali-, Alkali-Blei-Bor,

bleireich, bleiarm, bleifrei, borhaltig, borfrei

B) Hauptrohstoffe z. B. Lehm-, Feldspatglasuren

C) Farbe z. B. Kobaltblaue, selenrote Glasuren D) Oberfläche z. B. Matt-, Transparentglasuren

E) Produkt z. B. Steingut-, Steinzeug-, Porzellanglasur

F) Entstehung z. B. Salz-, Roh-, Frittenglasur

1 Chinarot / Ochsenblut

Aus China, reduzierend auf Steinzeug bei ~ 1200°C CuO bis 4 %, evtl. Zinnoxid zur Unterstützung des Reduktionsvorgangs normaler Brand zartgrün, durch Reduktion intensivrot

2 CuO + CO \rightarrow $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

2 Seladon

Aus China, reduzierend auf Feinsteinzeug oder Weichporzellan bei 1200 – 1300°C Fe $_2\rm O_3$ 2 % / < 1 % bei Reduktion zartgrün

$$Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2 FeO + CO_2 \uparrow$$

2 FeO + C \rightarrow 2 Fe[‡] + CO₂ \uparrow

3 Kristallglasuren

Kristalle finden ZnO Tierisch Crazy

Oxidierend / neutral

ZnO, TiO2 (Rutil), FeO, CrO, BaO

Weniger Al₂O₃, SnO₂, CuO, MgO

Kristalle heben sich nach Farbe und Form ganz ausgebildet von der Glasur ab.

Kristalle bilden sich in abkühlender Glasurschmelze

Je niedriger die Viskosität der Glasur, desto leichter die Kristallbildung

4 Lüsterglasur

Lüsterne coole Frauen mögen tierisch Gold und Silber

Reduzierend beim Abkühlen zwischen 800° - 500°C (Oberflächenreduktion) Bleihaltige (niedrigschmelzende) Glasuren mit CuO, Fe₂O₃, TiO₂, MnO₂ oder AuCl₂, AgCO₃ Lüstereffekt, da sich bei Reduktion extrem dünne Schichten von Metall oder Metalloxid auf Glasuroberfläche abscheiden.

5 Anflug / Salzglasuren

Oxidierend / reduzierend auf Steinzeug bei 1280°C

Kochsalz oder Soda (teuer) wird, wenn der Scherben nahezu dicht ist, bei ca. 1280°C in Ofen gestreut, verdampft, bleibt an Ware als Glas haften

FeO im Scherben macht Farbe: bei ox. Braun, bei red. Grau

2 NaCl + Al₂O₃ • 2 SiO₂ • 2 H₂O → Na₂O • Al₂O₃ • 2 SiO₂ + 2 HCl + H₂O Es entsteht auch NaOH, das mit SiO₂ • Al₂O₃ reagiert

6 Laufglasuren

Oxidierend / neutral Durch Leichtflüssigkeit der Glasur - Lauf in zähe Grundglasur

7 Mattglasuren

Matt Caspar mag Bälle

Durch Zusatz von Ton, Kaolin, Bentonit, RO-haltige Rohstoffe wie CaO, MgO, BaO wird Oberfläche nicht glatt, sondern rauh, z. B. rauhmatt, stumpfglatt, glattmatt, Seidenglanz, Speckglanz, usw.

Oberfläche ist rauh durch - unvollständiges Ausschmelzen / niedriges Brennen

- chemische und mechanische Zerstörung der glatten Oberfläche
- Kristallisieren der Glasurschmelze beim Abkühlen

Unebenheiten sollen nicht größer als 0,06 mm sein.

Vorsicht: Oft ist die mechan. Festigkeit nicht ausreichend für alle Zwecke wegen mangelnder Bindung der einzelnen Materialkörnchen in der gesinterten Schicht.

8 Deckglasuren (Blei-Bor- / Bor-Glasuren)

Durch Bor 0.1 - 0.4 mol und PbO 0.2 - 0.6 mol, bzw. Borfritte Farbige, undurchsichtige, glatte, glänzende Glasur Teilchengröße ~ $0.24~\mu m$ für max. Trübungswirkung Deckende Glasuren dicker auftragen = WAK muß gut abgestimmt sein. Farbige Scherben evtl. vorher weiß engobieren, damit Glasur nicht allzu dick aufgetragen werden muß.

9 Aventuringlasur (Eisenaventurin)

Durch Fe_2O_3 (evtl. Natriumboratfritte) 850°C wird beim Abkühlen kristallin Hämatitteilchen sind auffällig

10 Rakuglasur

~ 950 - 1100°C (niedrigschmelzend) Ausnehmen wenn glühend-glänzend, dann reduzieren und evtl. abschrecken

11 Ascheglasur

Oxidierend / neutral bei 1100 - 1250°C

Durch Holz, Stroh, Rebstöcke u. ä., die Mineralien und Alkalien enthalten welche farbig transparente Glasuren ergeben.

12 Krack-/Craquelée-glasur

Durch zu hohen WAK der Glasur

Haarrissnetz entsteht, das abhängig ist von

- Dicke der Glasur
- Höhe WAK
- Alkaliengehalt (je mehr, desto krack)

13 Schrumpfglasur

Schrumpfalgen mögen Zahn Schmerzen

Durch Zugabe von Oxiden die hohe Oberflächenspannung haben, wie Al₂O₃, MgO, ZnO, SnO (Oxide erhöhen)

Glasuren ziehen sich beim Schmelzen zusammen, wodurch Scherben teilweise wieder sichtbar wird.

13.6 Oxide und ihre Eigenschaften

Li Li₂O Lithiumoxid Li₂CO₃ Lithiumcarbonat $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 8 SiO_2$ Petalit $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4 SiO_2$ Spodumen Κ K_2O Kaliumoxid K_2CO_3 Pottasche $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2$ Kalifeldspat K₂O • 6 Al₂O₃ • 12 SiO₂ • 7 H₂O Illit Na Na_2O Natriumoxid Na₂CO₃ Soda Na₂SiO₃ Wasserglas Na₂O • Al₂O₃ • 6 SiO₂ Natronfeldspat Na₂O • Al₂O₃ • 4 SiO₂ Nephelinsyenit CaO Са Calciumoxid Kalkspat, Kreide, Marmor, Kalkstein, Kalk CaCO₃ $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2$ Calciumfeldspat / Kalkfeldspat 2 CaO • 3 B₂O₃ • 5 H₂O Colemanit CaO • MgO • 2 CO₂ Dolomit CaO • SO₃ • 2 H₂O Gips CaO • SiO₂ Wollastonit Calciumborat $CaO \cdot B_2O_3 \cdot 2 H_2O$ MgO Magnesia Mg $MgCO_3$ Magnesit 3 MgO • 4 SiO₂ • H₂O Talkum Ва BaO Bariumoxid BaCO₃ Witherit BaSiO₃ Bariumsilikat Fe FeO gelb bis rot wenn ox, grün wenn red., Rohfarbe schwarz Wüstit Will Hämatit gelb bis braunrote Farbe, Rohfarbe meist rot Fe_2O_3 Haben Brennfarbe gelb bis rot, Rohfarbe schwarz Fe_3O_4 Magnetit Mehr Zn Zinkoxid ZnO Sn SnO_2 Zinnoxid

Zirkonoxid

Ultrox

Zr

ZrO₂ ZrSiO₃ **↓**WAK ZnO, MgO, SnO₂, B₂O₃, SiO₂, ZrO₂, TiO₂, Li₂O

†WAK Na₂O / K₂O, Cao, SrO

†chem. Widerstandsfähigkeit SiO₂, ZnO, TiO₂, CaO, MgO, Li₂O, SrO

†Ritzhärte SiO₂, CaO, SrO, ZrO₂, MgO, TiO₂

↓RitzhärtePbO, Na₂O, K₂O, ZnO, LiO₂

†Schmelzintervall Al₂O₃, B₂O₃, PbO und CaO

↓Schmelzintervall Na₂O, K₂O

†Schmelztemperatur SiO₂, Al₂O₃, SnO₂, ZrO₂, TiO₂

↓Schmelzpunkt PbO, Na₂O, K₂O, Li₂O, CaCO₃ (Flussmittel über 1040°C)

ightharpoonupViskosität Na₂O , K₂O, Zn > 0,5 mol, PbO, B₂O₃, Li₂O

†Viskosität SiO₂, Al₂O₃, (MgO), ZnO₂, SnO₂

schöne Oberfläche PbO

glatte Oberfläche SrO, SnO₂, Li₂O

†Oberflächenglanz Li₂O, SrO, ZnO

†Oberflächenspannung MgO, Al₂O₃, ZrO₂, ZnO₂, CaO, SnO₂

gute Farbbildung PbO, SnO₂

helle, transparente Glasuren Na₂O, K₂O, PbO

verhindert Bleilässigkeit SiO₂, Al₂O₃

Kristallglasuren BaO, ZnO, TiO₂, Alkalien

verhindert Auskristallisieren Al₂O₃

Trübungsmittel SnO₂, ZrO₂, TiO₂, ZnO

Mattierungsmittel CaO, TiO₂, Tonerde, ZnO, MgO

Glasbildner SiO₂, B₂O₃

erzeugt Borschleier B₂O₃, ZnO

gegen Borschleier SrO

billig Na₂O, K₂O und CaO

giftig PbO, BaO

Totenkopf MnO₂, CoCO₃, NiCO₃, Cr₂O₃, MnCO₃

mindergiftig BaCO₃, Fritte, Li₂CO₃

Wirkung der Oxide in Glasuren und deren Rohstoffe

Oxid	Seite	FM	MG	sonstiges	eingeführt durch
PbO	basisch	bestes		großes Schmelzintervall setzt Schmelzpunkt herab löst besonders gut Farboxide löst Bestandteile aus dem Scherben schöne Oberfläche giftig bei Verarbeitung und Gebrauch Glasuren sind weich leicht reduzierbar (schwarze Kruste) SP ~ 880°C	Fritten z. B. PbO • SiO₂
CaO	basisch	Gut (ab 1100°C	0,4 MGT > gibt Mattglasur	großes Schmelzintervall verbessert Glasurhärte wirkt Haarrissbildung entgegen Glasuroberfläche fließt glatt aus erhöht chem. Widerstandsfähigkeit guter Zwischenschichtbildner billiger Rohstoff SP ~ 1290°C	$\begin{array}{cccc} \text{CaCO}_3 & \text{Kalkspat, Krei} \\ \text{CaSiO}_3 & \text{Wollastonit} \\ \text{CaO} \bullet \text{MgO} \bullet 2 \text{CO}_2 & \text{Dolomit} \\ \text{CaO} \bullet \text{B}_2 \text{O}_3 \bullet 2 \text{H}_2 \text{O} & \text{Calciumborat} \\ \text{CaO} \bullet \text{Al}_2 \text{O}_3 \bullet 2 \text{SiO}_2 & \text{Anorthit} \\ 2 \text{CaO} \bullet 3 \text{ B}_2 \text{O}_3 \bullet 5 \text{ H}_2 \text{O} & \text{Colemanit} \\ \end{array}$
MgO	basisch	schlecht	0,1 MGT > gibt Mattglasur	sehr niedriger WAK - gut gegen Haarrisse guter Glasurglanz bei geringem Zusatz große Oberflächenspannung erhöht Glasurhärte verbessert chem. Widerstandsfähigkeit färbt Transparentglasuren schmutzig SP ~ 2640°C	$3 \text{ MgO} \bullet 4 \text{ SiO}_2 \bullet \text{H}_2\text{O}$ Talkum CaO $\bullet \text{ MgO} \bullet 2 \text{ CO}_2$ Dolomit MgO $\bullet \text{ CO}_2$ Magnesit
ZnO	basisch	gut	0,4 MGT > gibt Mattglasur	Vermindert chem. Widerstandsfähigkeit gut gegen Haarrisse fördert Borschleier Flussmittel ab 1100°C erhöht Oberflächenglanz Hauptbestandteil in Kristallglasuren wirkt mit bei Trübungen SP ~ 1900°C	ZnO ZnO ● B ₂ O ₃ Zinkfritten

Na₂O / K	C₂O basisch	sehr gut	< 0,3 MGT	kann PbO ersetzten und ergibt helle transp. Gläser völlig ungiftig billig löst besonders gut Farboxide hebt Gelbfärbung seiner Bleisilikate auf Glasuren neigen zur Entglasung sehr hoher AK - Haarrisse kleines Schmelzintervall weiche Oberfläche Glasur läuft stark ab und setzt sich sehr schnell hart ab SP ~ 900 / 500°C	Feldspäte Alkalifritten
Li ₂ O	basisch	sehr gut	> 0,2 MGT kristallisiert unter 15°C aus	gut gegen Haarrisse viele gute Eigenschaften von $\mathrm{Na_2O}$ und $\mathrm{K_2O}$ aber nicht die schlechten verbessert Oberflächenglätte und - glanz mindert die chem. Widerstandsfähigkeit Mindert die Glasurhärte löst mehr Kieselsäure (dadurch mehr $\mathrm{SiO_2}$ in SF) kann alleine PbO nicht ersetzen erniedrigt WAK der Glasuren SP ~ 730°C	Li_2CO_3 $Li_2O \bullet Al_2O_3 \bullet 8 SiO_2$ $Li_2O \bullet Al_2O_3 \bullet 4 SiO_2$
ВаО	basisch	gut	> 0,2 MGT matte krustige Ausscheidung	mit ZnO gut für Kristallglasuren giftig bei Verarbeitung SP ~ 1710°C	BACO ₃ , BaSO ₄ , Ba-haltige
SrO	basisch	gut ab 1100°C	> 0,4 MGT gibt Mattglasur	kleine Zusätze verbessern glatte Oberfläche / gegen Nadelstiche gut gegen Borschleier erhöht Oberflächenglanz macht Glasuren ritzhärter verbessert die chem. Widerstandsfähigkeit verringert Haarrissbildung ähnlich wie CaO hebt Farbbrillanz hervor SP ~ 1490°C	SrCO _{3,} Sr-haltige Fritten
SiO ₂	sauer		richtet sich nach der Temperatur	Hauptglasbildner mit basischen FM-Oxiden erhöht Schmelzpunkt niedrigster AK (gegen Haarrisse) bindet PbO, erniedrigt Bleilässigkeit erhöht chem. Widerstandsfähigkeit bringt hohe Ritzhärte	Quarzmehl (Sand, Quarzit, Flint) Silikate Fritte Kaolin Feldspat

sauer	sehr gut	> 1,0 MGT	unterstützt Glasbildung - kann teilweise SiO ₂ ersetzen	Fritte
		Borschleier	großes Schmelzintervall	CaO • B ₂ O ₃ • 2 H ₂ O
			Herabsetzen der Schmelztemperatur	ZnO ● B ₂ O ₃
			wirkt auf den Scherben stark lösend - Zwischenschichtbildner niedriger AK (gegen Haarrisse) vermindert Oberflächenspannung verhindert Absetzen der Glasur (Quellwirkung) Quarz kann in Segerformel um selben Anteil wie Bor erhöht werden SP ~ 900°C	² CaO • 3 B ₂ O ₃ • 5 H ₂ O
sauer	Trübungsmittel	10-30%, in Alkaligl. 30-35%	bestes Trübungsmittel gut gegen Haarrisse schöne glatte Oberfläche Basis für Malerei, besonders für Fayence, da weißdeckend wird bei Reduktion grau sehr teuer erhöht Schmelzpunkt der Glasur	SnO ₂
sauer	Trübungsmittel	max. 10%	guter Ersatz für SnO ₂ , aber keine so schöne Oberfläche	ZrO_2
	, and the second		Farben kommen nicht so schön heraus gut gegen Haarrisse	ZrSiO ₃ / Ultrox
			sehr hohe Ritzhärte der Glasur erhöhen Schmelzpunkt der Glasur	Fritten
sauer	Trübungsmittel	> 9 % Mattglas uren	Gutes Trübungsmittel, aber selten reinweiß - meist gelblich Säurebeständig gut gegen Haarrisse gut in Kristallglasuren erhöht Schmelzpunkt der Glasur	TiO _{2,} Rutil
neutral			erhöht Schmelzpunkt und Schmelzintervall bindet PbO; $AI_2O_3:SiO_2=1:10$ mehr Tonerde: Quarz von 1:10 auf 1:5 gibt Mattigkeit verhindert Auskristallisieren verbessert chem. Beständigkeit erhöht die Haftung der Glasur verhindert das Absetzen der Glasuren, wenn als Ton oder Kaolin eingef hohe Oberflächenspannung und hohe Viskosität $SP \sim 2050^{\circ}C$	Tonerde Kaolin Feldspäte Aluminiumsilikate

Färbende Oxide und Karbonate (stark vereinfacht!)

Oxide	Karbonate	In Pb-Glasuren	In K ₂ O - / Na ₂ O - / Alkali-Glasuren	SnO ₂ - / ZrO ₂ - Zinnglasuren	In Reduzierende Glasuren
Fe ₃ O ₄ schwarz	Fe ₂ O ₃ rot	1 - 4 % gelb Bis 10% gelbbraun-braun >10% braun-schwarz	1 - 4 % gelb 4-6% gelb-braungelb 6-10% braun-schwarz		< 3 % Seladongrün >4 % braun, schwarz, eisenrot, blau
CoO schwarz	CoCO ₃ hellviolett	1 - 4 % blau	1 - 4 % blau	1 - 6 % hellblau	1 - 4 % blau
CuO schwarz	CuCO ₃ hellgrün	1 - 5 % moosgrün 6 - 10 % grün bis metallisch-schwarz	1 - 5 % hellblau (ägyptischblau)	1 - 6 % türkis	< 1 % ochsenblutrot > 1 % braunrot
MnO ₂ / Braunstein schwarz	n MnCO ₃ hellbraun	1 - 10 % braun	1 - 10 % violett	1 - 10 % braun-violett	(MnCO ₃) schwarz
NiO schwarz	NiCO ₃ hellgrün	1-4% gelbbraun bis dunkelbra	auBaO rosa -rot CaO gelb 0,5% grauviolett, grau 4% graubraun bis sch		Blaugrau bis braungrau
Cr ₂ O ₃	Grün	Mit und MgO ZnO braun, mit S In Pb-Glasuren: 0,1-1% gelb,	2	- 2 0	

14. Feuerfestkunde

14.1 Definitionen

Druckfeuer- DFB

beständigkeit Formbeständigkeit beim Brand, selbst unter Belastung durch

Aufeinanderstapeln

Abhängig von Brenntemperatur, Brenndauer, Ofenatmosphäre und

Flussmittelgehalt

Feuerfestigkeit Fähigkeit eines Stoffes, hohe Temperaturen auszuhalten

Feuerfest Segerkegel 17 ab 1500°C Hochfeuerfest Segerkegel 37 ab 1700°C

Temperaturwechsel- TWB

beständigkeit hält starken Temperaturschwankungen stand, die plötzlich auftreten, z. B.

Raku

Wärmeleit- Fähigkeit eines Werkstoffes, Wärme weiterzuleiten fähigkeit Wärmeleitzahl Spezifischer Zahlenwert / Material

14.2 Aufgaben von Brennhilfsmitteln

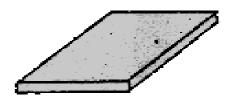
- Bestmögliche Ofenausnutzung

Einsetzplatten Aufbaustützen aus Cordierit oder Silimanit aus Cordierit oder Aluminiumoxid



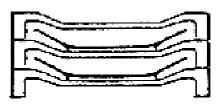






Fliesenkassetten Sparstäbe

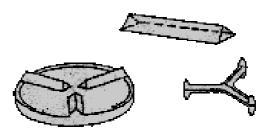
aus Cordierit oder Aluminiumoxid

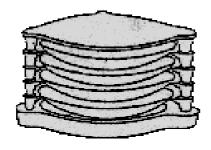




- Verhindern von "Ankleben"

Dreikantleisten Untersetzer Dreispitz Fingerhüte





- Verhindern von Deformation

Stützbomsen

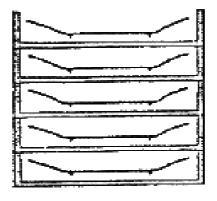
Spannbomsen





- Schutz vor Brenngas und Befall

Kapseln



14.3 Materialeigenschaften von Brennhilfsmitteln

- Hohe mechanische Festigkeit
- Hohe Druckfestigkeit beim Brand
- Gute Temperaturwechselbständigkeit
- Gute Wärmeleitfähigkeit

14.4 Materialien

Cordierit $2 \text{ MgO}_2 \bullet 2 \text{ Al}_2\text{O}_3 \bullet 5 \text{ SiO}_2 + \text{ Ton + Talkum}$

> Feuerfesterzeugnis als Brennhilfsmittel, z. B. Kapseln, Platten und Anwendung

> > Dreispitz

Brenntemperatur bis 1250°C

Hohe Temperaturwechselbständigkeit, hohe Wärmeleitfähigkeit, niedriger AK und

Druckfeuerbeständigkeit

Siliziumkarbid SiC

- SiO₂+ 3 C \rightarrow red. 2000° SiC + 2 CO, bzw. SiO₂ + C \rightarrow SiC + O₂ Herstellung:

- SiC wird mit wenig %igen Feuerfesttonen gebunden und zu

gewünschten Form gepreßt

- Brand bei ca. 1500°C reduzierend

Anwendung Für Brennhilfsmittel und Bodenplatten im Elektroofen

Silika Vorwiegend aus Quarz bestehend.

Fast bis zum Schmelzpunkt reichende Druckfeuerbeständigkeit

Eigenschaften - hohe Temperaturwechselbständigkeit

- hohe Druckfeuerbeständigkeit bis 1700°C

- geringe Wärmeleitfähigkeit

Herstellung im Trockenpressverfahren (4 - 8 % WG)

Brennen bei 1400 - 1500°C oxidierend Verwendung Tunnelöfen und Herdwagenofenbau

Korund Al_2O_3

> aus kalzinierter Tonsubstanz Herstellung

> > In der Natur ist er als Rubin (rot) oder Saphir (blau) bekannt

Der Aluminiumoxidbestandteil der Korunderzeugnisse beträgt 50 - 99 %.

Je höher der Anteil, desto druckfeuerbeständiger (bis 1800°C).

Anwendung Als hochfeuerfestes Produkt für den Ofenbau (hohe Härte, hohe chem.

Beständigkeit, hohe Wärmeleitfähigkeit

Brenntemperatur 1500°C - 2000°C

SiO₂/ Al₂O₃ auf Brennplatten, um Verziehen der Ware zu vermeiden

mit Kaolin und Wasser auf Brennplatten, um Ware von Einsetzplatten zu trennen

- Schutz der Platten vor ablaufender Glasur
- leichtere Schwindung der Ware
- Ware kann nicht anbacken Ausbrechen von Stücken

Kanthal

Anhang

Terra sigillata

Definition "Gesiegelte Erde"

Name für eine spezielle Art römischer Keramik

Eine mit Fabrikantensiegel versehene rotglänzende Irdenware, die als

Massenproduktion durch Eindrehen hergestellt wurde mit integriertem plastischen

Dekor.

Selten ist glatte Drehscheibenware oder Rädchenverzierung (Rollstempel). Lederharte Ware wurde mit einem dünnen Glanztonschlicker überzogen (feine

Engobe oder geschlämmte Tone - linker Topf beim Schlämmen, d. h. Überstand), der

nachher poliert wurde.

Brand im Einbrandverfahren bei oxidierender Ofenatmosphäre.

Geschichte Entwicklung aus den schwarzen megarischen Bechern der hellenistischen Zeit.

Entstehung der roten Terra sigillata im 1. Jh. im Vorderen Orient.

Der Grieche Marcus Perennius Tigranus belieferte aus Arretium (= Arrezzo) um 40 v.

Chr das ganze römische Imperium. Blütezeit vom 1. bis zum 3. Jh.

Ähnlich Terra nigra -Überzug schwarz glänzend

griechische rot- bzw. schwarzfigurige Keramik - glänzender schwarzer Überzug

Unfallverhütungsvorschriften

z. B. Bergen. Unfallstelle absichern Rettungskette 1 Sofortmaßnahmen 2 Notruf 110, Krankenhaus, Arzt 3 Erste Hilfe z. B. Atem kontrollieren 4 Rettungsdienst Krankentransport 5 Krankenhaus Arzt Stromunfall 1 Strom unterbrechen durch Ausschalten, Stecker ziehen, Sicherung herausdrehen 2 Sofortmaßnahmen Persönliche Schutzausrüstung wird vom Unternehmer gestellt Kopf-, Fuß-, Körperschutz Augen- oder Gesichtsschutz Atemschutz Hitzeschutz Gehörschutz Gesundheits-und <u>Gefahren</u> Quarz Silikose Wassergefährdend! Nickel Krebs / giftig Darf nicht in Antimon Arsen - Grundwasser " - Kanalisation Cadmium Chrom - Erdreich Cobalt gelangen Barium Gesundheitsschäden Blei Schwermetalle Akkumulation im Körper Aufnahme gefährlicher Stoffe durch Einatmen, Verschlucken oder indirekt über die Haut Hautschutz Schutzcremes Schutz Handschutz Schutzhandschuhe Schutzbrille Augenschutz Schutzmaske P2 Atemschutz Im Arbeitsraum nicht essen, trinken und rauchen. Keine Lebensmittel aufbewahren Vor Pausen und nach Arbeitsende gründliche Körperreinigung Arbeits- und Straßenkleidung getrennt aufbewahren. Möglichst hoch brennen Lüftungsanlage am Arbeitsplatz Brennöfen mit Abzugskamin Staubentwicklung vermeiden - Umfüllen und Mischen nur bei ausreichender Absaugung Verwendung von Arbeitskleidung Kennzeichnung von Gefahrenstoffen Aufbewahrung gefährlicher Stoffe in ordnungsgemäßen Behältern Verhalten im Verschüttetes Material vorsichtig mit der Schaufel aufnehmen, dabei Staubmaske tragen. <u>Gefahrenfall</u> Reste aufsaugen (nicht fegen). Erste Hilfe Nach Hautkontakt gründlich mit Wasser und Seife reinigen mit viel Wasser ausspülen Nach Augenkontakt Nach Verschlucken Erbrechen auslösen. Arzt hinzuziehen Nach Einatmen Frischluft

Kleidung wechseln

Nach Kleidungskontakt

Entsorgung Bei Pannen den Umweltbeauftragten verständigen

Definitionen MAK Max. Arbeitsplatzkonzentration

= noch nicht die Gesundheit beeinträchtigende Menge

eines Stoffes

BAT Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert

Berufskrankheiten Silikose Berufskrankheit der Töpfer

Erkrankung der Lunge durch Ablagerung von Quarz.

Vorbeugung: Atemschutzmaske, regelmäßige Kontrolle, frische Luft,

gesunde Ernährung, Staubentwicklung vermeiden.

Bleivergiftung über Lunge und Magen

Folgen:- Schwäche

- Müdigkeit

KopfschmerzenSchlafstörungen

- Verdauungsprobleme

- Gedächtnisschwäche

- Sehstörungen

Umweltschutz in keramischen Betrieben

Wasser und Abwasser

In Glasurabfällen Schwermetalle

In Tonabfällen feinste Anteile, die den Sauerstoffgehalt des Abwassers stark beeinträchtigen

Glasurwasserabfälle getrennt vom Tonwassergemisch in jeweils separaten Spülbecken auffangen und wiederverwenden

Luft und Abluft

Glasuren Schwermetalldämpfe

Ton Fluor

Fluor SO

CO

Brand Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoff, Stickoxide

Abhilfe Gefahr
Fluorarme Tone verwenden schwefelarme Brennstoffe Atembeschwerden,

Schleimhautverätzungen gut eingestellte Brenner blockiert Sauerstoffaufnahme

Katalytische Nachverbrennung krebserregend,

krebserzeugend

NO niedrig Brennen sehr giftig

<u>Bleilässigkeit</u>

Sie ist geregelt in der Neufassung der Norm DIN 51031 und DIN 51032 vom Juni 1985. Die Normen enthalten die Prüfmethode und die Grenzwerte für die Schadstoffabgabe keramischer Bedarfsgegenstände.

Bleioxid ist seit Jahrhunderten als wesentlicher Glasbestandteil in vielen Glasuren und in nahezu allen Dekorfarben enthalten. Es ist in vielen Fällen durch andere Oxide nicht zu ersetzen, da es Gläsern mehrere erwünschte oder für den speziellen Verwerdungszweck notwendige Eigenschaften verleiht:

- niedrige Schmelztemperatur
- großes Schmelzintervall
- gute Verträglichkeit mit Farbkörpern, Malfarben und Farboxiden

Nun kann Blei den menschlichen Organismus schädigen, wenn es ständig auch in verhältnismäßig kleinen Mengen aufgenommen wird. Durch seine Akkumulation (Akkumulation = Anreicherung, wird nicht mehr ausgeschieden) im menschlichen Körper stellt es ein besonders heimtückisches Gift dar. Bereits kleine Dosen von 1mg bis 2mg pro Tag sind gefährlich, wenn sie dauernd aufgenommen werden.

Die Giftigkeit des Bleis hatte möglicherweise sogar historische Auswirkungen. So wird angenommen, daß eine fortschreitende Bleivergiftung der Bewohner im alten Rom als eine der Hauptursachen für den Verfall des Römischen Reiches verantwortlich sei.

Blei verursacht nicht nur akute Erkrankungen der Knochen, der Leber, der Nieren, des Blutes und des Zentralnervensystems, sondern löst auch, z.B. durch Sensibilisierung des Organismus gegen Allergene, durch Beeinträchtigung des Fortpflanzungsvermögens, der Intelligenz und der Psyche Schädigungen des Menschen aus, die über Generationen wirken können.

Der Umgang mit Blei enthaltenden Glasuren und Dekorfarben ist jedoch ungefährlich, wenn bestimmte Regeln (Bleifritten verwenden, nur für Ziergegenstände und Baukeramik) und die dafür geschaffenen DIN-Vorschriften beachtet werden.

Gefahren für die Gesundheit in keramischen Betrieben

- 1. Silikose wird verursacht durch Einatmen von feinst verteiltem Siliziumdioxid und Silikaten.

 Gegenmassnahmen: Leistungsfähige Entlüftungseinrichtungen müssen bei verschiedenen Arbeitsgängen angebracht werden, z.B. beim Verputzen von ungebrannter Ware, beim Bürsten von Biscuit, Trockenpressen von Fliesen, Einsetzen von Porzellan und Vitreous China und ganz allgemein beim Arbeiten mit trockenen Stoffen.
- 2. Vergiftungen durch Verbindungen von: Chrom, Cadmium, Kobalt, Blei, Mangan, Quecksilber, Selen, Uran und Vanadium.
- 3. Verätzungen durch Berührung mit Fluorwasserstoffsäure und andere Fluorverbindungen.
- 4. Hautentzündungen a) durch organische Lösungsmittel, z.B. Terpentin
 - b) fortdauerndes Feuchtsein der Hände
 - c) ständige Reibung
- 5. Vergiftung mit Kohlenmonoxid bei Arbeiten mit Gas.
- 6. Überheizte Arbeitsräume wirken belastend auf Herz und Kreislauf.
- 7. Verrenkungen, Bandscheibenschäden etc. durch schweres Heben.

Bethren bevicking (deutschreigkeit)	Kern- buchstabe	Gelatron symbol	R-Sittor (Michiel Arthany A-Q	Bemahanges	Orestange- inflection Bishe Selle 82 ff	Grahestoth Artenol Artenol	defanse- bestehning	Kan- buctszáe	Gearman Springs	R-Salze (Mahe Anhang A-4):	Bereiturgen	Entraformers Station Called
Esplosions- gafálhálch (Esplosive)	ш	W	8 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	Kenzelchung nath kn- lage 4 u. 5 dar 1. SprengV	w	11.2,43	Vordocht auf Krabserseugende Wirkung	ž	×	R40	Entspricht den Stoffender Absolung II Biege WAG- Werte-Late	
Brandtbrdamd (Oxidizing)	0	4 0	не не на		r-	1124.2	-thous	F		7.00 E	falshe auch Amang Asi Essenterandemote Sunte	<u>~</u>
Hochentaindlich (Edmindly Normatie)	走	42	타 참	Flüssigselen der Gefahr- Massen Allund Brach von Sind - abfahrig vom Siede- ont Atte.		U.2.4.8	Metergomo Belm Menachan erwissen)		\$6		and inder NAXAArse-Liste dezet (1907) nati beneme.	
LefolM - entzündlich Origh flammoble(ш	40	RH, P12, R13, R15, R17	zindich (VP 2007) oder de behnemzindich VP >851, die der Celetr- Abress All abentzindich der er beiter		N.S.a.d	Erbgul- verfindernd (beim Menschen verprochelden	Ş	×	100 T	gga.	2 ·
Entednoffeh (Flammable)			R10	rieht die twenderen Fige- sigkelenmt den Flammen- symbol gekontzeichnett	10	112.45	Terversuchen sekr sonstigen informationen)	26 256	de s		neggi	
Sebrgittig (Any toxic)	†	Ů,	н 25, н27, 125, н27,		w.	11248	Varietical orb- privitations	Æ	X	3.5	da	
Giftig (Foxfe)	F		80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 8		Du	1.12.4.7	Wirtung Fracht-	F	5 G	F & F	erispicht den Staffen de	9.
Mindengiffig	Ϋ́	×	820,821,840,822,845,840,83	Dehar gesundheitsichliebbi X. Memoreuz 4.Andreestreuzh		13.2.4.8	Delm Manachan Drivlasen)	-	\$ (Schwangerschaftsgrappa.A. der MAK-Merte-Lista (s. 1969 8.30) 2 Mar 2.1.8. Rethe auch Anhang A.S.	
Azond Kometvel	C	I_{-1}^{ab}	R34.R36		+	11.2.4.9	Proche	Ş	X	B 4.2	entspricht dan Stoffen der Schwangerscheitschaupen	2
Pateand (mttsdrg)	×	×	R89 R37, R35, R41, R43	X: Wardenie (Andenskrauz)	10	112.4.0	Port National Patronial of the Saf Brand Son Development		\$		der MANG-Warsen, beis Briefre auch Anterny Aus	
Schelige Egonschaften	Kenntouchstates II. Gefahrensymbol	hstate u.	R1 R4-R7.		L	112,411	Momentonen)					
-	entsprechand d Hauptgefahren	app doc	88.0 8.8 8.4 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5				Welso	Sohounter "Soholige Dgen- schotten"	E Food	8		2
Krobsorzeugond	<u> </u>	(3)	H45: John Krobe erzei- genfinitässek	Entspricht den Abteilung III. 1 der MAK-Werb	*	E E E	childrand a	aiehe untor "Gilig" bow."Mindengitig	1. 7	8 4 8		
			Bernmant vacadumi Guppe	(Selhe euch Anterig A.5)			Umwelt. pefahrich				derzel (1987) ka no Soffe austranoczy	9

112

• Tabelle:

Gipsarbeiten und Isoliermittel

Zum Thema "Arbeiten mit Ton" gehört als Abrundung auch eine Reihe von Gipstechniken.

Gips wird in der Keramik stets als Modell und Formmaterial (für Matrizen und Patrizen) sowie als Bindemittel für Mosaiken und Putzkeramiken verwendet. Ein beträchtlicher Teil der Unterlagen für Teller, Schalen, Fliesen, Kacheln, Verblender usw. besteht ebenfalls aus Gips.

Beginnen wir mit letzterem, der Anfertigung von Gipsplatten als Modellier- und Trockenunterlagen. Diese Unterlagen verhindern ein Ankleben des Tones beim Modellieren und Aufbauen und geben eine ebene Unterlage bei flachen und großflächigen Stücken. Einzuteilen wäre hier in runde und eckige Formen. Bei der Anfertigung von runden Gipsplatten kann man auf verschiedene Hilfsmittel zurückgreifen, wie alte Töpfe, Pfannen, Kuchenspringformen oder Blech- und Eisenringe, die im Durchmesser den gewünschten Größen entsprechen. Zum Gießen der Gipsplatten müssen die angegebenen Hilfsmittel an den Stellen isoliert werden, an die der flüssige Gips gelangt, also an den Innenseiten. (Isoliermittel am Schluß dieses Kapitels!) Falls Ringe verwandt werden, ist auch die Unterlage zu isolleren. Als Unterlagen eignen sich gut Glas, Blech, Marmor und Kunststoff. Für alle Arbeiten können selbstverständlich auch Tonunterlagen und Tonumrandungen verwendet werden. Sie müssen entsprechend stabil sein (keinen mageren Ton verwenden, weicht auf) und brauchen nicht isoliert zu werden.

Bei den eckigen Formen nimmt man als Umrandung ("Dämme") Holzleisten, Glas-, Blech- oder Kunststoffstreifen, gegebenenfalls wieder Tonstege.

Für unregelmäßige Formen kann man Papp-, Linol- oder Tonstege verwenden. Bei allen Umrandungen, gleichgültig aus weichem Material sie bestehen, sollte stets zur Befestigung der "Dämme" ein fingerdicker, wenn nötig auch dickerer Tonwulst angebracht werden, da der Druck des eingegossenen Gipses sonst die Umrandung wegdrückt.

Der Hauptanwendungsbereich von Gips in der keramischen Industrie ist das Anfertigen von Gipsformen zur Vervielfältigung. Sie sind je nach Reproduktionsverfahren zum Eindrücken (Quetschen), Eindrehen, Überdrehen und Gießen bestimmt.

Der Entwicklungs- und Arbeitsgang geht vom Modelleur, der das Modell entwirft und anfertigt, über den Einrichter, der dieses Modell zur Anfertigung vieler Gipsformen einrichtet, zum Formengießer, der dann die Arbeitsformen für die Produktion gießt.

Material

Gips ist schwefelsaurer Kalk (CaSO₄ · 2 H₂0) und wird als Stein in der Natur gefunden. Dieser Kalkstein wird bei Temperaturen von 120 bis 180° C gebrannt (entwässert), anschließend pulverisiert und abgesackt.

In der Regel beziehen wir den Gips aus Baustoffhandlungen, und zwar als Form-, Modell- oder Alabastergips. Stuckgips ist wegen seiner gröberen Struktur für unsere Zwecke weniger geeignet.

Anmerkung: Fühlt man im Gipspulver Knoten, so ist der Gips zum Teil schon abgebunden und sollte für Form- und Modellierarbeiten nicht mehr verwendet werden.

Anmachen des Gipses

Man nimmt mit der Hand (Löffel oder Schaufel) Gipspulver aus dem Papiersack und läßt dieses durch die Finger in das Anmachwasser rieseln – nicht fallen! Dies wird so lange fortgesetzt, bis der eingestreute Gips mit der Wasseroberfläche gleich ist. Nach 1 bis 2 Minuten hat das Wasser den Gips restlos durchtränkt, und es kann nun mit dem Umrühren begonnen werden. Wenn Gips und Anmachwasser eine einheitliche, leichtflüssige Masse bilden, ist der Gips gießfertig.

Man lasse sich nicht durch die Leichtflüssigkeit des Gipses irritieren, er wird trotzdem in kurzer Zeit sehr hart.

Während der Abbindezeit, die bei jedem Gips verschieden sein kann, wird er bis zu 36° C warm und dampft etwas. Erst nach dem Erkalten hat er die nötige Festigkeit zum Abheben.

Durch den Transport bedingt, sitzt der Gips häufig recht fest in den Papiersäcken. Es ist daher ratsam, den Gips erst einmal aufzulockern, bevor man ihn ins Wasser einstreut

Beschleunigen der Abbindezeit

Die normalen Abbindezeiten handelsüblicher Modell- und Formgipssorten liegen bei 10 bis 25 Minuten. Will man die Abbindezeit verkürzen, so ist dies durch Verwendung von warmem Wasser zu erreichen oder durch Zusatz von ½ bis 1½ Teelöffel Kochsalz auf 1L Anmachwasser. Die Abbindezeit wird dadurch bis auf etwa 3 Minuten verkürzt. Das Kochsalz muß im Wasser gelöst sein, bevor der Gips eingestreut wird!

Verzögern der Abbindezeit

Soll die Abbindezeit verzögert werden, so verwendet man Zusätze von gelöschtem Kalk, Schlämmkreide, Borax oder Leim. Bei Kalk oder Schlämmkreide benötigt man etwa ½ bis 5 Teelöffel auf 1 L Wasser, bei Borax oder Leim genügen ½ bis 2 Teelöffel. In beiden Fällen ist mit einer Verzögerung der Abbindezeit bis zu 3 Stunden zu rechnen.

Anmerkung: Gewöhnlich befinden sich im frisch angemachten Gips Luftblasen, die beim Eingießen mit in die Form oder das Modell gelangen. Durch Schütteln und leichtes Aufstoßen des Anmachgefäßes werden die Luftblasen zur Oberfläche gebracht, wo sie mit der Kelle abgeschöpft oder durch kräftiges Blasen zerstört werden können.

Beim Eingießen des Gipses ist ebenfalls sehr sorgfältig zu verfahren, um weitere Blasenbildungen zu vermeiden. Den Gips vorsichtig an einer Stelle in die "Umdämmung" eingießen und über das Abzugießende (Modell o. ä.) laufen lassen. Es darf nicht plätschern!

Isoliermittel

Gips hat die Eigenschaft, bei der Verarbeitung an den Unterlagen anzukleben. Mit kleinen Einschränkungen sind davon nicht betroffen: Glas, Blech, Gummi, Linoleum, Kunststoffe und feuchter Ton. An trockenem Ton, Gips, Stein, Mörtel und rauhem Holz, überhaupt an allen porösen Materialien, haftet der Gips. Um dieses Haften beim Abgießen zu vermeiden, wird alles isoliert, was mit dem flüssigen Gips in Berührung kommt.

Bei trockenen und stark porösen Materialien ist es ratsam, zuerst eine Schellackisolierung vorzunehmen. Es handelt sich dabei um Naturschellack, der in mehreren Schichten aufgetragen wird.

Ansetzen des Schellacks

Eine Literflasche wird zu zwei Drittel mit Spiritus und dem restlichen Drittel mit Blattschellack gefüllt. Nach einer etwa vierzehntägigen Einweichzeit, während der der Schellack öfter geschüttelt werden muß, ist er gebrauchsfertig. Er kann dann beliebig lange aufbewahrt werden, muß allerdings zeitweilig durch Schütteln am Absetzen gehindert werden.

Das schellackierte Modell (Form o. ä.) hat zwar eine glatte und dichte Oberfläche, die jedoch noch mit einem Fettfilm überzogen werden muß. Wir nennen dieses Isoliermittel "Formschmiere". Mit dieser Formschmiere wird das abzugießende Stück zunächst dick eingepinselt. Danach wird mit dem ausgedrückten Pinsel die dicke Schicht der Formschmiere wieder entfernt. Wenn "Schmiere" und Anstrich gut waren, liegt nach dem "Abseifen" noch ein hauchfeiner Fettfilm auf dem Modell und gibt eine vorzügliche Isolierschicht ab. – Nicht schellackierte Modelle, Formen usw. können ebenfalls mit dieser "Schmiere" isoliert werden, müssen jedoch entweder noch feucht sein oder aus Materialien bestehen, die eine dichte Oberfläche haben.

Trennmittel

Herstellung der Formschmiere (Seife)

Feine Kernseife wird zu Flocken geschabt und mit wenig kochendem Wasser übergossen. Auf ein Stück Kernseife ca. 2 bis 3 Eßlöffel! Nun wird mit einem Ringpinsel solange gequirlt, bis eine steife Paste entsteht. Zu dieser Paste gibt man noch etwas Maschinen-, Motoren-, Salat- oder Rizinusöl und quirlt das ganze nochmals durch. Auf ein Stück Kernseife ca. 1 bis 2 Teelöffel Öl. Kein Leinöl verwenden!

Zum Abgießen großflächiger Modelle und Platten verwendet man zweckmäßig ein anderes Isoliermittel – die "Wachs-Petroleum-Schmiere".

Herstellung: Ca. 0,5 kg Wachs oder Stearin werden durch Erhitzen verflüssigt und unter Zugabe vorn ca. 0,5 I Petroleum so lange gequirlt, bis eine steife Paste entsteht. Ist die Paste zu steif, muß mehr Petroleum, ist sie zu flüssig, muß mehr Wachs zugefügt werden. Das Auftragen der Wachs-Petroleum-Schmiere erfolgt, wie es bei der Seifenschmiere beschrieben wurde.

Für besonders feine Abgüsse, wie Plaketten und scharfe Reliefarbeiten, wird eine Pottaschelösung als Isoliermittel angewendet. Die Modelle sollen in diesem Fall keinen Schellacküberzug haben und müssen vollkommen durchnäßt sein. Am besten legt man diese Stücke ca. 5 Minuten in Wasser, bis keine Luftbläschen mehr aufsteigen.

Herstellung der Pottaschelösung

Auf 0,5 I Wasser werden ca. 3 bis 4 Teelöffel Pottasche gegeben und kräftig umgerührt oder geschüttelt. Die Lösung ist in kürzester Zeit gebrauchsfertig.

Anwendung: Das nasse, mit Pottaschelösung dünn eingestrichene Modell kann sofort abgegossen werden. Wenn nach dem Erhärten der Abguß vom Modell genommen ist, müssen beide Teile sofort mit Wasser und Schwamm von den Resten der Pottaschelösung befreit werden, da diese sonst den Gips angreift.

Anmerkung: Sollte sich ein Abguß nach der normalen Abbindezeit nicht lösen, so lockert man mit einem dünnen Messer vorsichtig die Nahtstelle und läßt eine Zeitlang Wasser hineinlaufen. Durch vorsichtiges und ständiges Bewegen der Formteile (Hälften) dringt das Wasser zwischen diese Teile und löst dieselben. Keinesfalls bei dieser Arbeit Gewalt anwenden!

Wenn ein Abguß auch nach diesem Verfahren nicht vom Modell zu lösen ist, so war die Isolierung nicht sachgemäß oder sie ist gänzlich unterblieben. Eine weitere Ursache könnte sein, daß am Modell Unterschneidungen vorhanden sind, die ein Abheben unmöglich machen. In diesem Fall würde aber der Abguß zumindest etwas zu bewegen sein.

Die letzte Konsequenz in solchen Fällen wäre das stückweise Entfernen des Abgusses oder das "Absprengen".