

GUV-SI 8036 (bisher GUV 57.1.30.1)

GUV-Informationen

Sicherheit im Unterricht



Keramik

Ein Handbuch für Lehrkräfte



Gesetzliche
Unfallversicherung

Herausgeber

Bundesverband der Unfallkassen
Fockensteinstraße 1, 81539 München
www.unfallkassen.de

Ausgabe Juni 2005

Illustrationen:
RUF & SPREIGL, München

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit
vorheriger Genehmigung des Herausgebers.
Printed in Germany

Zu beziehen unter Bestell-Nr. GUV-SI 8036 vom zuständigen
Unfallversicherungsträger, siehe vorletzte Umschlagseite.

GUV-SI 8036 (bisher GUV 57.1.30.1)

GUV-Informationen

Sicherheit im Unterricht

K E R A M I K

Ein Handbuch für Lehrkräfte



Gesetzliche
Unfallversicherung

	Seite
Vorwort	4
Begriffe, Produkte, Sicherheitshinweise	5
Der Werkstoff	7
Die Formgebung	11
Das Engobieren	15
Das Trocknen	16
Der Rohbrand (Schrühbrand)	17
Das Glasieren	18
Der Glattbrand	19
Die Nacharbeit	20
Literaturverzeichnis	21
Stichwortverzeichnis	22

Keramik bietet unerschöpfliche Gestaltungsmöglichkeiten, die jede individuelle Ausdrucksform zulassen. Mit einfachen Mitteln und Techniken haben Menschen während Jahrtausenden einen außergewöhnlichen Reichtum großartiger Formen von Gefäßen und Skulpturen geschaffen.

Ziegel, Krüge, Fliesen und Schmuck legen Zeugnis über die lange Tradition dieses Materials ab.

Viele dieser Gegenstände wurden noch ohne technische Hilfsmittel ausschließlich mit der Hand geformt, wobei die Formgebung im Lauf der Zeit immer mehr verfeinert wurde. Heute werden keramische Produkte auch von Maschinen in Massenprodukten hergestellt.

Ton ist ein idealer und lebendiger Werkstoff zugleich. Seine leichte Formbarkeit und das zunehmende Bedürfnis, sich selbst gestalterisch zu betätigen, ist wohl auch die Ursache für den hohen Grad der Beliebtheit des Töpfers sowohl im Schul- als auch im Freizeitbereich. Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass beim Bearbeiten von Ton auch gesundheitsschädliche Stoffe entstehen und frei werden können.

Die vorliegende Broschüre soll Lehrkräften in allgemein bildenden Schulen für den Werk- und Technikunterricht als Hilfestellung dienen, um mit dem Werkstoff Ton im Unterricht erfolgreich und sicher arbeiten zu können. Die Kapitel geben einen Überblick über Fachbegriffe, Produkte und über die Eigenschaften des Materials sowie über Herstellung, Lagerung und Verarbeitung.

Die Verformbarkeit des Tons und sein Verhalten beim Trocknen und Brennen werden, ausgehend von der Erklärung der Feinstruktur, erläutert. Außerdem werden Sicherheitshinweise gegeben, die bei Keramikarbeiten im Unterricht zu beachten sind.

Im Weiteren werden Formmethoden und Oberflächengestaltungsmöglichkeiten behandelt, wobei auch die im Unterricht einsetzbaren, industriell genutzten Formgebungsverfahren erläutert werden.

Die darauf folgenden Kapitel beschäftigen sich mit dem Vorgang des Brennens und den Methoden des Glasierens von Tonrohlingen.

Am Ende werden Hinweise bezüglich der Materialbeschaffung gegeben sowie Werkzeuge und Geräte aufgeführt, welche für die Anwendung im Unterricht notwendig sind.

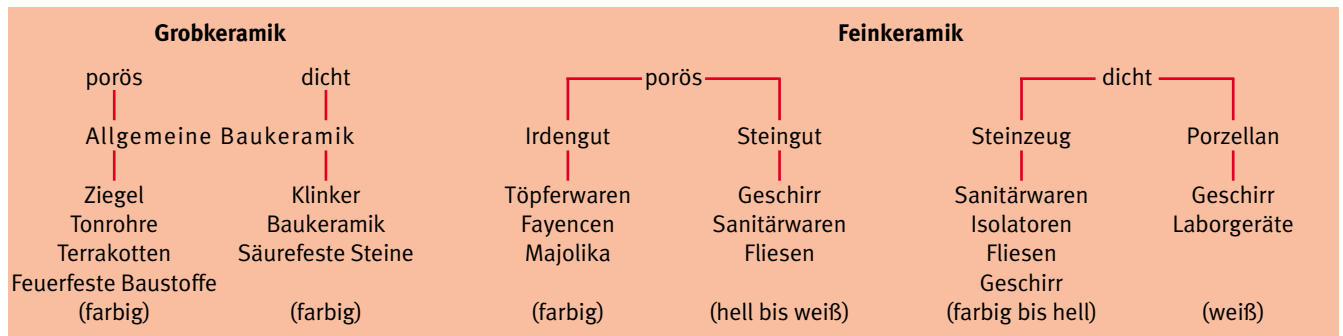
Der Text dieser Broschüre basiert auf einem Manuskript von Herrn Hans-Berend Mammes, Akademischer Oberrat der Universität Münster, Institut für Technik und ihre Didaktik.

Begriffe, Produkte, Sicherheitshinweise

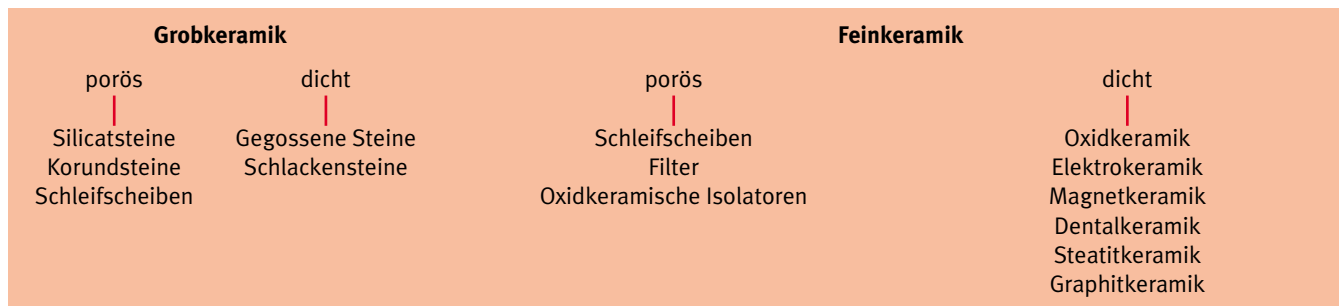
Tonerde mit bloßen Händen in gewünschte Formen zu treiben und durch Feuer dauerhaft zu verfestigen, gehört zu den ältesten Techniken des Menschen. Rohre, Ziegelsteine, Gefäße, Geschirr und vieles mehr wurden so geschaffen. Sie unterscheiden sich zwar nach der Fundstätte des Materials und der angewandten Technik, doch alle sind fassbar unter dem Begriff Keramik, der seine jüngste Ausweitung erfährt aus Produktgruppen wie elektrische Bauteile, Schneidwerkstoffe und Hitzeschilde. Umgangssprachlich versteht man vorrangig unter Keramik immer noch jene langlebigen Produkte, die bei schonender Behandlung als Tafelgeschirr und Gefäß- oder Baukeramik unsere

häusliche Umwelt bei entsprechender Form- und Farbästhetik dekorativ prägen können. Oft haben sie sogar lange Zeit in der Erde gelegen, ohne Schaden zu nehmen. Wegen der unproblematischen Herstellungsmöglichkeiten, besonders der Formgebung, ist Keramik im Kunstgewerbe und in der Heil- und Werkpädagogik so beliebt. Aus technikdidaktischer Sicht präsentiert sich hier ein Stoff, der wegen seiner beispielhaften Abbildungsmöglichkeiten vieler produktionstechnischer Methoden hochinteressant ist. Zur besseren Orientierung über die Vielzahl der Erzeugnisse und Begriffe dient nachfolgende Übersicht über den Bereich der Tonkeramik.

Tonkeramische Produkte:



Sonderkeramische Produkte:



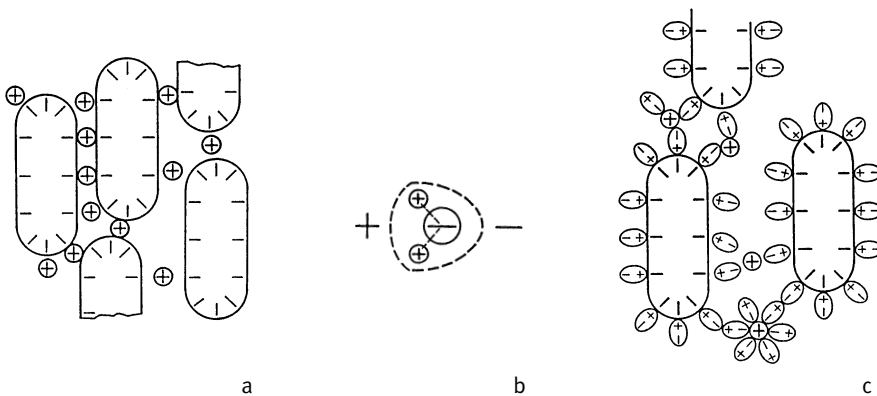
Bei Keramikarbeiten im Unterricht sind aus Gründen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes die folgenden Sicherheitshinweise besonders zu beachten:

- Bei der Beschaffung von Brennöfen sind Sie auf die Beratung durch einen Fachhändler angewiesen, der Ihnen bezüglich der Größe, der Regelbarkeit, der Beschickungsart, der Betriebsart (elektrisch oder mit Gas) und vor allem bezüglich der erforderlichen Anschlusswerte entscheidende Hinweise gibt.
- Der Brennofen muss in einem Raum stehen, der zu belüftet ist (Fensterlüftung). Da beim Brennen von Keramik, sowohl beim Rohbrand als auch beim Glasurbrand, gesundheitsschädliche Stoffe entstehen und frei werden können (Fluorwasserstoff, Schwermetalle), muss bei Aufstellung in Unterrichtsräumen die Abluft ins Freie geleitet werden.
- Bei Beschaffung von Ton, Farbpigmenten und Schamotte auf Gefahrenhinweise der Hersteller achten. Produkte mit dem geringsten Gefährdungspotenzial beschaffen.
- Glasuren können Gefahrstoffe wie z.B. Barium-, Cadmium- und Selenverbindungen enthalten. Markenglasuren haben Hinweise auf Schwermetallverbindungen, wenn diese enthalten sind.
- Beim Einrühren von pulverförmigen, gesundheitsgefährdenden Glasuren in Wasser Staubbildung vermeiden bzw. Glasuren in pastöser Konsistenz bevorzugen.
- In Kindertageseinrichtungen und Schulen sind grundsätzlich keine schwermetallhaltigen Glasuren mit pulverförmigen Glasurbestandteilen von Mangan-, Cadmium-, Cobalt- und Nickelverbindungen zu verwenden.
- Beim Auftragen von Glasuren mit einer Spritzpistole in einem Raum mit ausreichender Lüftung, z.B. Querlüftung, arbeiten. Schutzhandschuhe und Schutzbrille benutzen.
- Essgeschirre und Trinkgefäße dürfen nicht mit Glasuren versehen werden, in denen Schwermetalle enthalten sind.
- Beim Glattbrand Werkstücke im Brennofen so aufstellen, dass beim Ausräumen keine Verletzungsgefahr besteht.
- Bei mechanischer Nacharbeit schnittfeste Handschuhe tragen, da Glasurenüberstände und gebrannter Ton scharfkantig brechen können.

Wie bei allen Werkstoffen sind auch hier die Eigenschaften durch den Feinbau des Materials bedingt und gezielt beeinflussbar, weshalb uns ein Blick durch die Lupe auf den Aufbau der keramischen Grundstoffe ein grundlegendes Verständnis vermitteln soll. Tone gibt es viele. Alle sind sie verschieden, weil sie als kleine Plättchen durch chemische, physikalische und biologische Verwitterung aus verschiedenen Muttergesteinen stammend zum Teil mit verschiedenen Quarzen und Feldspaten in unterschiedlicher Konzentration vermischt und durch geophysikalische Zufälligkeiten an ihren diversen Fundstätten abgelagert worden sind. Lehm ist Ton, der mit Sand oder Kies angereichert ist. Die Plättchengestalt der kleinsten Teile ist entscheidend für das Verhalten des Materials, seine Möglichkeiten, Wasser einzulagern, und seine Bildsamkeit. Die Ursache dafür liegt im Moleküllbau, der sich, bestehend aus den zwei Grundsubstanzen Silikat und Tonerde, in unterschiedlichen Kristallgittern (Tetraeder und Octaeder) in zwei Schichten organisiert. Diese Schichten sind durch Sauerstoffbrücken chemisch miteinander verbunden.

Tonerdeplättchen bestehen aus vielen solcher Schichtpaare, die aber auch je nach Grundsubstanz als Dreischichtsilikat vorkommen. Auf Grund der Eigenart des Kristallbaus sind die Plättchen an ihrer Oberfläche elektrisch negativ geladen, weshalb Wasser sich auf Grund seines Dipolcharakters sehr gern anlagert und diese Plättchen wie eine Haut (Hüllenwasser) umgibt. Dann sind sie sehr leicht gegeneinander verschieblich (plastischer Ton) und doch auch alle zu einem zusammenhängenden Tonklumpen verbunden.

Das Wasser als Molekül kann aber auch noch zwischen die Schichten eindringen als sog. Zwischenschichtwasser und ist dann durch normale Trocknung nicht mehr zu entfernen. Erst bei höheren Temperaturen von über 80 bis zu 300 °C entweicht es, was beim Brennen durch Lüftung des Brennraumes berücksichtigt werden muss. Bei Temperaturen über 400 bis zu 700 °C entweicht später noch das „Kristallwasser“, das chemisch in die Grundmoleküle eingebaut war.



chemische Bindung

- Schema der elektro-chemischen Bindung in einer trockenen keramischen Masse.
+ = Metallionen
- Strukturschema eines Wassermoleküls
- Schema einer keramischen Masse bei geringer Wasserzugabe

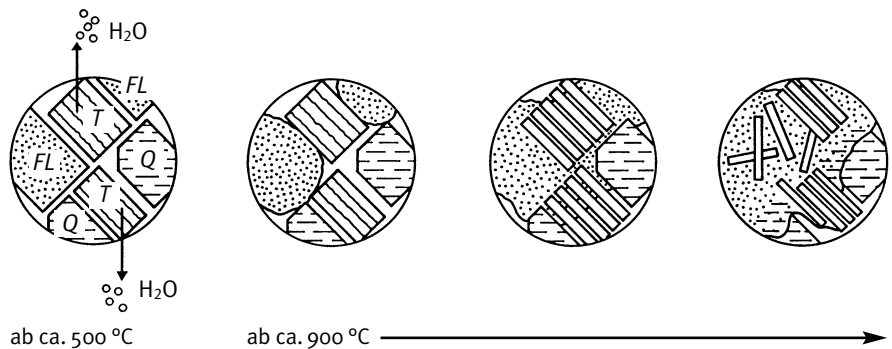
Über die Wassereinlagerungsfähigkeit des Tons kann seine Plastizität sogar zur Gießbarkeit gesteigert werden. Nach der Verdunstung des Wassers, die als Trocknung des Formlings erkennbar wird, ist dieser entsprechend seiner Wasserabgabe leichter und spröder, aber auch in seinen Ausdehnungen nicht unerheblich geschrumpft. Um der Schrumpfung entgegenzuwirken, mischt man der Tongrundsubstanz Sand oder Schamotte (gemahlenes Ziegelmehl) bei. Dies sind sog. Magerungsmittel, die der Schrumpfung entgegenwirken, weil sie kaum Wasser anlagern, ihre Volumina kaum ändern, aber auch die Plastizität mindern, also ein Kompromiss!

Die getrockneten, zusammen lagernden Teilchen bieten noch wenig Widerstand gegen äußere Kräfte und haben etwa die

Festigkeit von Kreide. Ein Zusammenschmelzen dieser Teilchen in einem Glühofen kann so nicht erfolgen, da die erforderliche Schmelztemperatur bei ca. 1700 °C liegen würde, die weder von dem Ofen noch seinen Heizdrähten ausgehalten würde und überdies der Formling ja auch als Flüssigkeit seine Formbeständigkeit verlieren würde. Ein inniger Formschluss der Partikel wird durch Zusatz eines weiteren Stoffes, des sog. Feldspats, erreicht. Er ist Flussmittel, löst sozusagen schmelzflüssig Quarz- und Tonplättchen an den Korngrenzen an und bewirkt ein inniges Zusammenrücken und Verfließen in den Zwischenräumen, was sich in der Makrostruktur als abermalige deutliche Schrumpfung zeigt, aber auch in einer wesentlichen Festigkeitszunahme.

Makrostruktur, Schema einer Scherbenbildung

FL = Feldspat
 T = Ton
 Q = Quarz



Je nach Materialzusammensetzung des Formlings entstehen:

Terracotta, das sind weiche und mit viel Magerungszusätzen stabilisierte Gegenstände (meist Gefäße), die ggf. noch durch Glasuren abgedichtet werden müssen, wie z.B. Vasen,

Steingut, das sind weiche und poröse Gegenstände, z.B. Geschirre, die durch Glasur abgedichtet und gefärbt werden können,

Steinzeug, das sind härtere und dichtere Gegenstände, z.B. Kanalisationsrohre, und

Porzellane, das sind harte und dichte Gegenstände, z.B. marmorartig durchscheinende Figuren und Geschirre.

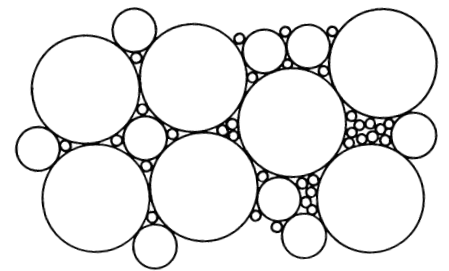
Bei all den Einflussmöglichkeiten auf die Formmasse, betreffend den Aufbau der Einzelstoffe und die Zusammensetzung der Mischung, ist die Schwierigkeit der gleichmäßigen Verteilung zum homogenen Werkstoffaufbau noch nicht erörtert worden. Feinstverteilung bei Beieinanderlagerung der Stoffteilchen ist zwingende Voraussetzung. Dazu bedarf es einer Dichtestpackung der Teilchen, die nur durch eine gezielte Korngrößenabstufung (Fraktionierung) erreicht werden kann. Dadurch schlüpfen Körner kleineren Durchmessers in die Lücken der Körner größeren Durchmessers und bilden die sog. Schlüpfkornfraktion.

Erst wenn alle Voraussetzungen stimmen, lassen sich vergleichbare und gesicherte Ergebnisse erzielen, eine wichtige Voraussetzung industrieller Produktion, aber auch schulischer Arbeit. Die Arbeitsergebnisse dürfen durch unzulängliche Komponenten des Werkstoffes nicht zu Frustrationen der SchülerInnen und Schüler und damit zu einer Gefährdung des Lernerfolges führen. Darum wird hier die Verwendung sog. keramischer Massen empfohlen, die nach Aufbau und Zusammensetzung weitgehend homogenisiert und für den Fertigungsprozess optimiert von der Industrie zu akzeptablen Preisen angeboten werden, wobei die Homogenisierung der Masse eine Wiederholung des Erfolgs auch nach Jahren noch ermöglicht. Geliefert werden keramische Massen als Tonstränge aus der Strangpresse, verpackt in Plastikschräuchen oder als Flüssigkeit in Eimern. Für die Lagerung ist die Feuchthaltung sehr wichtig, weshalb sie nach Möglichkeit in luftdichten Behältern und umwickelt mit feuchten Tüchern verwahrt werden. Das nebenstehende Schema soll die Verfahrensschritte zur Herstellung des Werkstoffes in übersichtlicher Form vor Augen bringen.

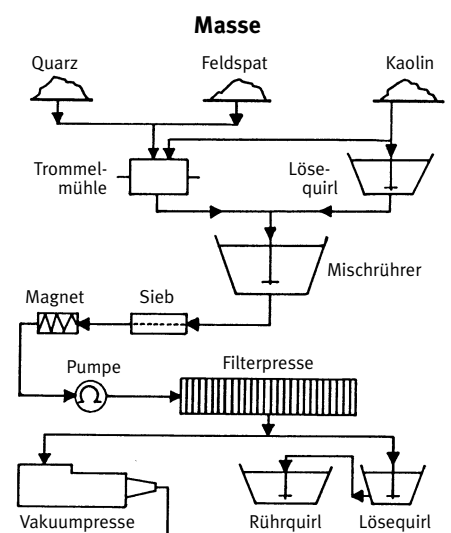
Anders als die durch Wind oder Wasser zufällig zusammengemischten Lehme und Tone liegen Porzellanerden am Ursprungsort des Muttergesteins, das durch Verwitterung seinen inneren Zusammenhalt verloren hat. Sie sind dadurch ohne Beimischungen oder Verunreinigungen.

Porzellane werden erst ab 1250 °C gebrannt und sind härter und verschleißfester und mehr oder weniger durchscheinend (opak). Wegen dieser hohen Brenntemperaturen sind sie für schulische Zwecke weniger gut geeignet. Porzellane können auch nur mit wenigen Farbglassuren hergestellt werden.

Das Abtrennen der Portionen von den Strängen erfolgt unproblematisch durch die Spanndrahtmethode, bei der ein Draht mit ca. 1 mm Durchmesser und 50 cm Länge an seinen Enden mit zwei Holzstückchen verdrillt und dann mit beiden Händen auf Spannung auseinander gezogen wie ein Messer durch den Tonklumpen geführt wird (auch Tonschneider genannt).



Zwischenräume bei Teilchen dreier verschiedener Größen



Verfahrensschritte zur Bereitstellung des Werkstoffes

Die gießkeramische Masse im Eimer sollte vor der Verarbeitung noch einmal mit einem Stock oder Holzlöffel längere Zeit durchgerührt werden, da sie sich bei längeren Standzeiten entmischen kann. Für Eilige sei auf die beschleunigende Hilfe einer Bohrmaschine mit entsprechender Rührstange verwiesen, wobei ein Einschalten nach dem Eintauchen und ein Ausschalten der Maschine vor dem Aus-tauchen aus der Masse zur Vermeidung von Spritzverschmutzungen zu empfehlen ist. Da die Eimer sehr schwer sind, empfiehlt sich das Ausschöpfen mit einer Kelle. Der Weg der Kelle zwischen Form und Eimer sollte wegen der fast unver-

meidlichen Tropfen mit Zeitungen oder Ähnlichem abgedeckt sein, wodurch sich umfangreiche Säuberungsarbeiten vermeiden lassen. Besondere Gefährdungen aus dem Umgang mit keramischen Massen sind zzt. nicht bekannt. Gefahren können aber durch sorglosen Umgang mit dem stark schmutzenden und glitschigen Material entstehen, das bei Werkzeuggriffen und auf Fußböden die Haftreibung verhindert. Möglichkeiten zum Säubern und Trocknen von Händen und Geräten sollten deshalb vorsorglich eingeplant werden. Nach Tonarbeiten und Reinigung ist eine Hautcreme zu verwenden, da Ton die Haut relativ stark entfettet.

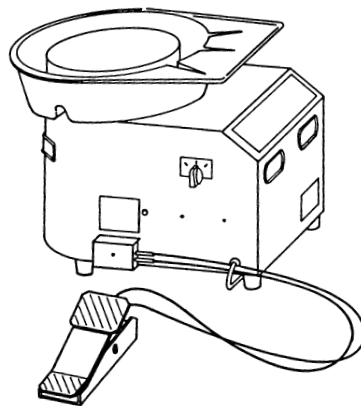
Freiformung

Am einfachsten kann Ton in Form von handlichen Klumpen in der Handfläche vom Daumen eingedrückt und nach und nach durch Wiederholung schalenförmig aufgeweitet werden. Dies sollte in vielen kleinen Schritten geschehen, da bei größeren Umformungsgraden und mit zunehmender Verformung der Werkstoff rissig wird. Es empfiehlt sich auch immer, die Hände etwas feucht zu halten. Nach Abschluss der Formung sollte das Produkt mit nassen Fingern oder Schwämmchen geglättet werden. Jetzt lassen sich Verzierungen freihändig mit Stäbchen oder Formstempeln anbringen.

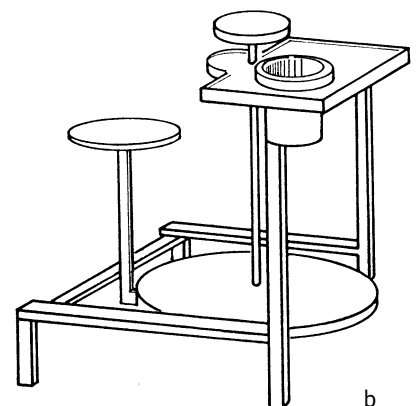
Bei der sog. Aufbaumethode wird Ton zu etwa daumendicken Würsten gerollt und mit einer Bodenscheibe an der Berührungsfläche innig verstrichen. Weitere Würste werden aufgelegt und liegend innig miteinander verstrichen, so dass schließlich ein homogener Körper aufgebaut wird. Die Glättung der Oberfläche kann vor der Trocknung mit dem Druck der nassen Hände bewirkt werden, später nach der Trocknung aber auch noch durch Beschleifen mit einem trockenen Schwamm oder feinem Schleifpapier erfolgen.

Die Töpferscheibe

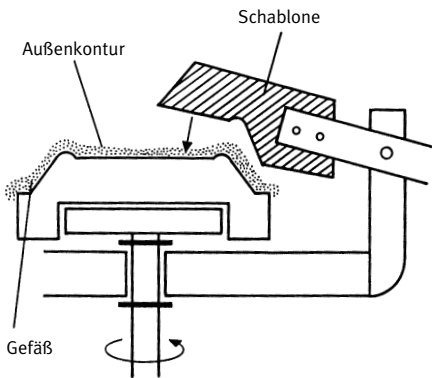
Das freie Formen (Drehen) auf der Töpferscheibe ist eine sehr anspruchsvolle Gestaltungsform. Die Schwierigkeiten beginnen mit der Abschätzung des Tonbedarfs für das jeweilige Projekt. Die Tonmasse wurde früher vor der Bearbeitung kräftig durchgeknetet, um sie zu entlüften und um eine gleichmäßige Verteilung der Feuchtigkeit zu erreichen, was bei Fertigmasse nicht mehr unbedingt nötig ist. Bei der Zentrierung der Masse im Mittelpunkt der rotierenden Scheibe kann leicht der Tonklumpen durch Unwucht abgeschleudert werden. Man sollte die Versuche mit kleineren Klumpen beginnen, die Arme abstützen und den Ton so halten, dass bei beginnender Rotation die nassen Hände am Umfang des Tonklumpens gleiten und die ausmittigen Masseanteile zum Zentrum hin gedrückt werden. Steht der Klumpen zentriert auf der rotierenden Scheibe, kann in stets kleinen Verformungsschritten und unter ständiger Befeuchtung der Umformungszonen der Körper aufgebaut werden. Neues zusätzliches Material ist in handlichen Portionen bereitzulegen (unter Plastikabdeckung) und nach Bedarf zuzugeben.



a) elektrisch betriebene Töpferscheibe mit Spritzschutzwanne



b) fußbetriebene Töpferscheibe



Überformen (Gipsmodell mit Innenform)

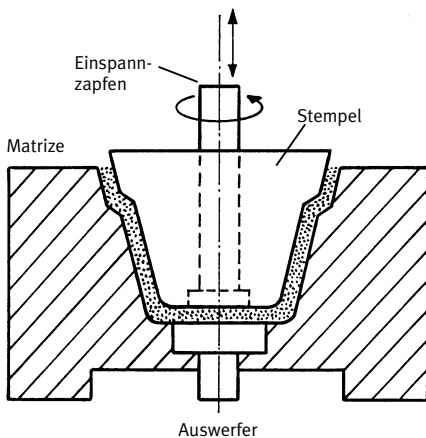
Dabei ist darauf zu achten, dass z.B. beim Aufbau von Gefäßen der Gefäßrand immer von beiden Händen gleichzeitig geführt wird, die eine drückend, die andere gegenhaltend.

Das Trennen der Figur vom Tisch erfolgt durch Ziehen des Spanndrahtes parallel zur Tischebene und Abheben der Figur nach ausreichender Wartezeit für die genügende Aussteifung des Materials.

Das Überformen

Flache Formen, wie z.B. Schalen und Teller werden „übergedreht“ oder „übergeformt“, d.h. aus der im Design entwickelten Form wird die innere und die äußere Begrenzungslinie ermittelt und auf zwei Schablonen übertragen. Mit der ersten Schablone wird im Schablonierverfahren eine Gipsform der Innengestalt der Schale hergestellt. Über die so hergestellte, später dann getrocknete Innenform wird auf einer rotierenden Scheibe durch Aufbringen keramischer Masse übergedreht und nun mit der zweiten Schablone die äußere Begrenzung, die Unterseite der Schale präzisiert (siehe Zeichnung).

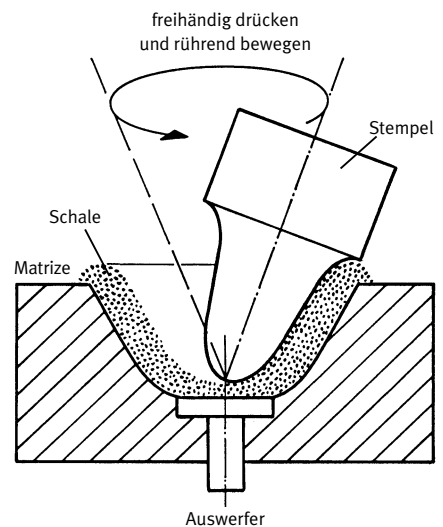
fahren des Stempels ausgeworfen werden. Mit schulischen Mitteln lässt sich auf diese Weise die Herstellung z.B. von Blumentöpfen demonstrieren, wofür prinzipiell nur eine Tisch- oder Standbohrmaschine zur Verfügung stehen muss. Die Mutterform kann aus Gips geformt oder Holz gedreht sein. Sie muss auf dem Maschinentisch durch Schrauben aufgespannt sein. Dabei muss auch Spielraum für die Betätigung des Auswerfers verbleiben. Der Stempel sollte immer aus Holz oder Stahl sein. Eine Schraube, die nach oben herausschaut und mindestens 10 mm Durchmesser besitzt, dient zum Einspannen im Bohrfutter. Die Drehzahl muss der Plastizität der Masse angepasst werden. Stempel und Hohlform sollten vor jedem Arbeitshub mit flüssiger Schmierseife geschmiert werden. Eine Nacharbeit empfiehlt sich nach dem Trocknen auf Abstellplatten aus Gips. Eine vom Produktionsaufwand her simple Form ist in den unten stehenden Abbildungen dargestellt, wobei natürlich die Produkte je nach Kräfteinsatz und Stempelführung kleinere individuelle Unterschiede aufweisen.



Einformen

Das Einformen

Auch dieses Verfahren dient der Herstellung stets gleicher Massenartikel. Prinzipiell wird dabei Ton in einen Topf gegeben und durch einen rotierenden Stempel, der genau der späteren Innenform des Gefäßes entspricht, so lange gedrückt und verteilt, bis das überschüssige Material aus dem Spalt zwischen Stempel und Gefäß herausquillt. Durch die axialbewegliche Bodenplatte kann das Gefäß dann nach Besäumung am Oberrand und Hoch-



Einformen

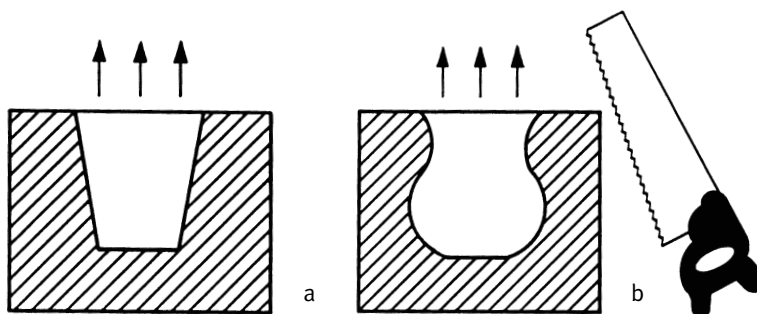
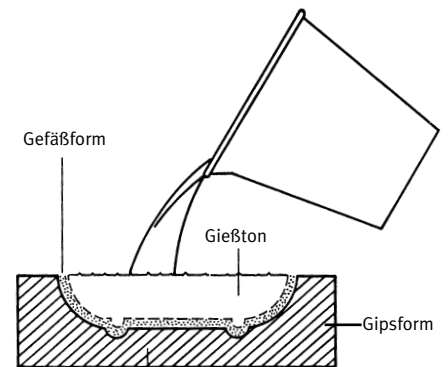
Das Gießen

Auch dies ist ein industriell genutztes Verfahren, das vornehmlich für komplizierte Formen (z.B. Kaffeekannen) gewählt wird. Im Unterricht kann dieses Verfahren auch für die Herstellung einfacherer Gefäße (z.B. Schalen) eingesetzt werden.

Wie beim Überformen ist auch hier zunächst die Herstellung einer Gipsform unabdingbar. Sie wird in gut getrocknetem Zustand mit der flüssigen Masse randvoll gegossen. Der Gips entzieht nun nach und nach der Masse das Wasser, und die Tonpartikel wachsen dabei an der Form zu einer immer stärkeren Randschicht, wobei der Flüssigkeitsspiegel absinkt und ggf. durch Nachgießen korrigiert werden muss. Nach Erreichen der gewünschten Randstärke wird das über-

schüssige Material zurückgegossen und die Form mit der verbleibenden Randschicht zur weiteren Verfestigung abgestellt. Nach einiger Zeit löst sich der Rand trockenungsbedingt schrumpfend von der Form ab und kann nun in „lederartigem“ Zustand entnommen und zur Trocknung gegeben werden, wobei nur noch geringe Formkorrekturen von Hand möglich sind.

Mehrteilige Formen, die durch starke Gummibänder für die Dauer des Gusses zusammengehalten werden, sind erforderlich, um Gefäße zu gießen, die am Boden weiter sind als am oberen Rand. Zweiteilige Formen werden mit den eingeschränkten Mitteln der Schule so hergestellt, dass die fertige Form ca. 1 cm tief angesägt und danach durch Eintreiben von Holzkeilen gesprengt wird.

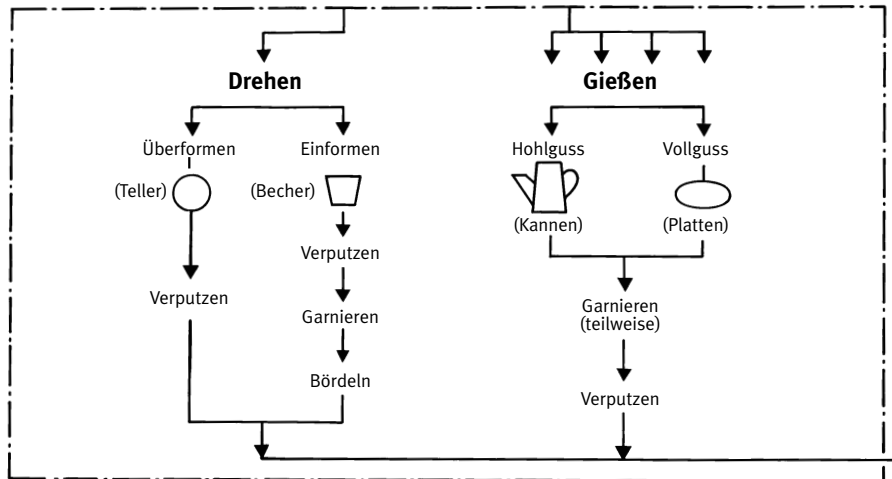


Form a ist aus dem Block leicht lösbar.

Modell b wird zweiteilig abgeformt und die Gipsmatrize anschließend angesägt und aufgebrochen (gesprengt).

Sprengform

Hauptformgebungsverfahren



Die gesprengten Formteile lassen sich in der Regel wieder so dicht zusammenfügen, dass keine „Naht“ sichtbar wird. Ggf. lassen sich kleinere Schönheitsfehler noch nach dem Ausformen „ausputzen“. Bei mehrmaliger Wiederverwendung sollte die Gießform zwischendurch trocknen. In der oben stehenden Übersicht sind die Hauptformgebungsverfahren noch einmal schematisch einander gegenübergestellt.

Das Garnieren

Tassen, Vasen und Kannen werden in aller Regel nicht mit einem Henkel fertig gegossen. Dieser Henkel wird nach der Formgebung des eigentlichen Gefäßes später an den Körper appliziert; man nennt das Garnieren. Dies geschieht so, dass vorher die Fläche, an der der Henkel angebracht werden soll, mit einer Gabel o.Ä. angeritzt wird, ebenso die Vorform des Henkels, die dann als „Wurst“ aufgebracht wird und innig mit dem Grundkörper verstrichen werden muss. In gleicher Weise können natürlich auch Kordeln, Zöpfe u.ä. Bordüren an die Gefäße angarniert werden. Solche Fertigstränge erhält man aus der Handtonpresse, die im einschlägigen Handel zu beziehen ist.

Soll das Gefäß später eine andere als die natürliche Farbe und eine besonders glatte Oberfläche erhalten, so kann der noch lederharte „Rohling“ mit einer Engobe (Gemisch von Tonmehl und Farbkörpern) bedeckt werden. Die Engoben sind ebenfalls verarbeitungsfertig zu beziehen, und prinzipiell gilt hier – wie auch später bei den Fertigglasuren – das bereits über die keramische Fertigmasse Gesagte.

Kleinere Flächen werden mit dem Pinsel bearbeitet, der natürlich auch strukturieren darf, oder mit Engoben-Malhörnern (Klistierbällchen), mit denen sich Punkte und Striche sehr gut aufbringen lassen. Größere Flächen werden übergossen oder getaucht. Vor dem Abstellen zum weiteren Trocknen muss der Stehrand unter den Gefäßen mit einem Messer oder Ähnlichem von der überschüssigen Engobe befreit werden.

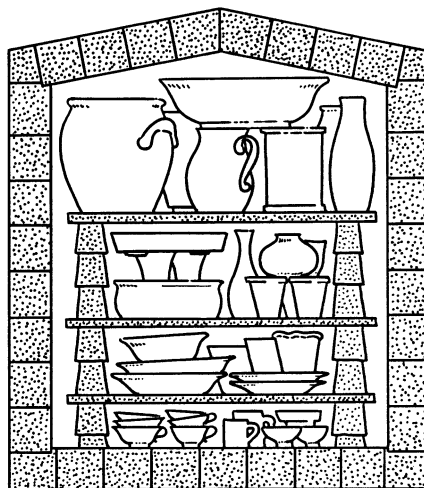
Die ausgeformten, noch lederharten „Grünlinge“ enthalten noch viel Wasser, das sich beim Trocknen verflüchtigen soll. Es umgibt z.T. die Tonplättchen als Hüllwasser, oder es befindet sich in den Kapillaren zwischen den Teilchen als Porenwasser. Die Grünlinge werden auf Gipsplatten gestellt, damit sie an der Standfläche nicht „schwitzen“, und dann in einen warmen Raum gebracht, dessen Luft viel Feuchtigkeit aufnehmen kann. Diese Luft muss deswegen durch ein zugfreies Lüften ständig ausgetauscht werden. Einseitige Zugluft würde die Erzeugnisse unterschiedlich schnell trocknen und Risse verursachen. Bei größeren Aufstandsflächen muss gelegentlich gewendet werden. Der Schwund am Ende dieses mehrtägigen Prozesses kann bis zu 5 % der Masse betragen. Eine Nachbearbeitung, z.B. das Putzen mit Schleifpapier, Gravieren mit Linolschnittfedern, Bohren o.Ä., ist nun immer noch möglich.

Noch feuchte Rohlinge dürfen auf keinen Fall in den Ofen eingesetzt und erhitzt werden, da sonst abplatzende Materialteile auch Nachbarteile oder gar den Ofen selbst beschädigen können. Massive Teile sind auszuhöhlen bzw. benötigen entsprechende „Entlüftungsbohrungen“.

Der Rohbrand (Schrühbrand)

Die trockenen, spröden Formlinge, deren Hüllen- und Porenwasser verdunstet ist, sollen nun durch Brennen im Ofen verfestigt werden, wozu Temperaturen um 900 °C in speziellen Glühöfen sicher erreicht werden müssen. Es hat sich im Allgemeinen die elektrische Beheizung durchgesetzt, was aber bei der erforderlichen Leistung Drehstromanschluss nötig macht. Die Öfen sollten nicht zu klein sein und eine elektronische Steuerung der Heizung besitzen. Diese ermöglicht durch beständiges kurzzeitiges Ein- und Ausschalten eine allmähliche, aber kontinuierliche Temperaturerhöhung ohne lokale Überhitzungen. Dies ist besonders deshalb wichtig, weil ab 80 °C das Zwischenschichtwasser Zeit haben muss zu entweichen und bei 400 bis 700 °C das Kristallwasser noch langsam ausgetrieben werden muss. Damit der Wasserdampf aus dem Ofen entweichen kann, muss durch eine kleine Öffnung die Ofenkammer gelüftet werden. Diese Abluft ist ins Freie zu leiten, wenn durch den Brennvor-gang Gefahrstoffe entweichen können (z.B. schwermetallhaltige Oxide). Die Formlinge dürfen sich berühren und können vorsichtig aufeinander gestapelt werden. Das Einsatzgut sollte jedoch wegen der Gefahr einer örtlichen Überhitzung ungefähr 2 cm Abstand von den Heizwendeln haben. Es wird auf Schamotteplatten gestellt, wobei die Stücke nach ihrer Höhe sortiert etagenweise eingesetzt werden. Für das Tragen der nächsten Schamotte-plattform müssen mindestens drei Stützen Platz haben.

Die Abkühlung soll bis 80 °C auf jeden Fall im geschlossenen Ofen erfolgen. Der Scherben ist nun fest, weil er an den Korngrenzen zusammengeschmolzen ist. Er ist stark Wasser saugend und deswegen noch nicht wasserdicht. Er erhält in aller Regel zur Abdichtung einen Glasurauftrag, der anschließend erneut durch den Glasurbrand innig mit dem Scherben verbunden werden muss.



Einsortieren für Rohbrand

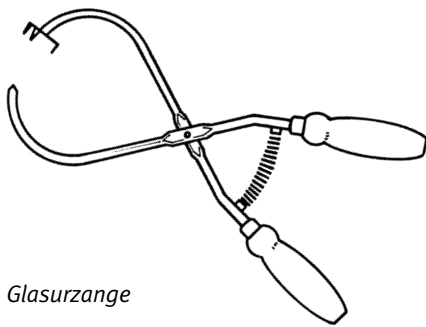
Es dient zum Abdichten und Verschönern des Scherbens. Der Scherben ist zumeist bis ca. 900 °C geschrüht und deshalb unvollkommen verglast und damit wasserundurchlässig. Um ihn optisch über den Grundzustand hinaus aufzubessern, wird Glasurmehl aufgebracht. Es besteht aus Fritte, d.h. gemahlene Glasurbestandteile, die unter Wärmeeinwirkung verschmolzen worden sind, um die sonst giftigen Bestandteile unschädlich in die Glasur einzuführen. Sie schließt die Poren und gibt je nach der Zusammensetzung unterschiedlich farbiges Aussehen. Die Farbigekeit wird zumeist durch Schwermetalloxidzusätze erreicht, wobei Blei-, Barium-, Cadmium- und Selenoxide besonders giftig sind. Scherben, deren Glasuren solche Grundstoffe enthalten, dürfen nicht als Essgeschirre verwendet werden.

In Kindertageseinrichtungen und Schulen sind grundsätzlich keine schwermetallhaltigen Glasuren mit pulverförmigen Glasurbestandteilen von Mangan-, Cadmium-, Cobalt- und Nickelverbindungen zu verwenden.

Glasurmehl wird mit Wasser aufgeschlänmt und sollte immer eine sahnartige Konsistenz haben. Beim Einrühren von pulverförmigen gesundheitsgefährdenden Glasuren in Wasser Staubbildung vermeiden bzw. Glasuren in pastöser Konsistenz bevorzugen. Glasuraufträge können durch Tauchen der Scherben (Werkstücke) in die Glasurschlämme erfolgen oder durch Auftragen mit dem Pinsel, mit dem aber ungleichmäßige Ergebnisse erzielt werden. Gleichmäßiger werden Glasuren durch Aufbringen mittels Spritzpistole, die jedoch eine Feinverteilung in der Atemluft bewirkt. Beim Auftragen von Glasuren mit einer Spritzpistole in einem Raum mit ausreichender Lüftung, z.B. Querlüftung, arbeiten. Schutzhandschuhe und Schutzbrille benutzen.

Die Schmelztemperaturen für den Glattbrand müssen den Angaben auf der Glasurverpackung entnommen werden. Sie liegen zumeist bei mindestens 1140 °C. Mitentscheidend für das Ergebnis ist die Haltezeit der Endtemperatur, die umso großzügiger bemessen sein sollte, je niedriger die Temperatur eingestellt ist. Wichtig ist beim Einordnen der Werkstücke ein ausreichender Abstand der Stücke voneinander, da sonst Verschmelzungsgefahr besteht. Zusammenschmolzene Teile können nach dem Brand nicht mehr ohne Beschädigung und Verletzungsgefahr wegen der scharfkantigen Bruchflächen voneinander getrennt werden. Ein Verschmelzen der Glasuren mit den Ofeneinsatzplatten wird wirksam verhindert durch Aufstellen der Teile auf sog. DreifüÙe oder Dreikantleisten aus Keramik, nachdem man das Einsatzgut an seiner Bodenfläche sorgfältig von Glasurmasse mit dem Messer oder Schwamm befreit hat. Die Aufheizung auf Glasiertemperaturen ist unproblematisch, doch sollte eine Abkühlung unter 60 °C erfolgen, da sonst die Glasur und die Auskleidung Risse erhalten können.

Beim Glattbrand Werkstücke im Brennofen so aufstellen, dass beim Ausräumen keine Verletzungsgefahr besteht.



Glasurzange

Nach dem Glattbrand können die fertig glasierten Teile dem Ofen entnommen werden und bedürfen normalerweise keiner weiteren Nacharbeit. Die Glasur kann jedoch Lücken enthalten, die durch Aufbringen neuer Glasurmasse und nochmaliges Brennen geschlossen werden können. Aufliegende „Tränen“ oder „Glasurtropfen“ können durch Schleifen auf einer langsam laufenden Schleifscheibe unter Zusatz von Wasser glattgeschliffen werden und müssen danach noch einmal gebrannt werden. Sollte trotz aller Vorsicht ein Teil an einem Nachbarstück oder am Boden festgeschmolzen sein, so muss die Trennung mechanisch erfolgen, wobei zumeist die Stücke zu Bruch gehen. Die entstehenden Kanten können messerscharf sein und erfordern allergrößte Vorsicht. Das Tragen von schnittfesten Handschuhen ist dringend auch beim abschließenden Entschärfen der scharfen Kanten auf der Schleifscheibe zu empfehlen.

Materialbeschaffung

Im Fachhandel für Töpfereibedarf gibt es Tone verschiedener Herkunft, weiß, rot, braun, schwarz und grau, besonders fein, normal und schamottiert, die alle ihre besonderen Vorteile haben und deshalb zweckspezifisch ausgesucht werden sollten. Sie sind in Polyethen-Schläuchen zu je 10 kg verpackt und bei entsprechender Temperatur unter Vermeidung direkten Sonnenlichts sehr lange haltbar. Ähnliches gilt für Gießtone, die als verarbeitungsfertige keramische Masse in Eimern zu 10 kg zu beziehen sind. Man kann aber auch Tonmehle beziehen und sie nach Rezeptur anmischen. Glasuren sollte man nur nach den Farbmustern der verschiedenen Hersteller einkaufen. Zu empfehlen sind Plastikbehälter mit verarbeitungsfertigen Flüssigglasuren, da hier beim Anteigen keine Gefahrstoffe frei werden können. Analog verhält es sich auch mit Engobe.

Werkzeuge und Geräte

Der Ton sollte in einer luftdichten Kunststoffkiste verwahrt werden.

Als Arbeitsunterlage kann eine wasserfeste Spanplatte dienen.

Zum Abschneiden der Portionen vom Strang dienen Tonschneideschlingen oder Tonschneidebügel.

Zum Modellieren sind Modellierhölzer erforderlich, die aber auch selbst angefertigt werden können. In Schulen ist ein Grundset von Modellierhölzern ausreichend.

Zum Glätten der Oberflächen sind sowohl Naturschwämme als auch Kunststoffschwämme geeignet.

Mit einer Handtonpresse lassen sich spezielle Garnierapplikationen pressen.

Für das Engobieren bedarf es eines Klisterbällchens oder sog. Engobenmalhörner. Zum Greifen der Gefäße dienen spezielle Innen- oder Außen-Glasurzangen.

Besondere Bedeutung bei der Entsorgung hat das Tonabscheidebecken unter dem Wasserbecken, ohne das die Abflussleitung mit Sicherheit bald verstopft ist.

Töpferscheiben gibt es mit Fuß-, aber auch mit Elektroantrieb. Der Fußantrieb bedarf einiger Übung. Bei elektrischem Antrieb ist auf eine stufenlose Drehzahlregelungsmöglichkeit (0 bis ca. 200 Umdrehungen pro Minute) zu achten. Zudem muss der Antrieb wegen der bremsenden Umformungsarbeit durchzugstark sein (ca. 300 bis 800 Watt).

Mammes, H. B.:
Klück und Kahlen – Materialien für die Töpferwerkstatt.
Selbstverlag. Münster 1992

Körting, W.:
Glas, Porzellan, Keramik.
Verlag Körting und Meisenbach. Bamberg

Mämpel, Uwe:
Keramik – Von der Handform zum Industrieguss.
Deutsches Museum. rororo Verlag. Hamburg 1985

Rübsam, E. H.:
Keramische Gefäße – gegossen.
Verlag Frech. Stuttgart 1977

Stern, H.:
Grundlagen der Technologie der Keramik.
Verlag Gantzner. Vaduz 1980

	Seite
A Arbeitsschutz	6
Aufbaumethode	11
Abkühlung	17, 19
B Brennen	17, 20
Brennofen	6, 19
D Drehen	11, 14
E Einformen	12, 14
Engobieren	15, 20
F Feinkeramik	5
Feldspat	8, 9
Flussmittel	8
Freiformung	11
Flüssigglasuren	20
G Grobkeramik	5
Gesundheitsschutz	6
Glasieren	18
Glasurbrand	6, 17
Glasuren	9, 18, 19, 20
Gefahrstoffe	6, 17, 20
Glattbrand	6, 19, 20
Gießtone	20
Gießbarkeit	8
Gipsform	12, 13
Gießen	13, 14
Garnieren	14
Glasurzange	20
H Handschuhe	6, 18, 20
Hüllenwasser	7, 16, 17
Handtonpresse	14, 20
K Keramik	4, 6, 19
Kristallwasser	7, 17
Korngrößenabstufung	9
L Lehm	7
M Molekülbau	7
Magerungsmittel	8
Makrostruktur	8
P Porzellane	8, 9
Porenwasser	16, 17
Q Quarz	8, 9

	Seite
R Rohbrand	6, 17
S Sicherheitshinweise	5, 6
Schwermetalloxidzusätze	18
Schrumpfung	8
Steingut	5, 8
Steinzeug	5, 8
Stempel	12
Sprengform	13
T Ton	7, 20
Terracotta	8
Tonschneider	9, 20
Töpferscheibe	11, 20
Tonabscheidebecken	20
U Überformen	12, 14
Z Zwischenschichtwasser	7, 17

Hinweis:

Seit Oktober 2002 ist das BUK-Regelwerk „Sicherheit und Gesundheitsschutz“ neu strukturiert und mit neuen Bezeichnungen und Bestellnummern versehen. In Abstimmung mit dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften wurden sämtliche Veröffentlichungen den Kategorien „Unfallverhütungsvorschriften“, „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz“, „Informationen“ und „Grundsätze“ zugeordnet.

Bei anstehenden Überarbeitungen oder Nachdrucken werden die Veröffentlichungen auf die neuen Bezeichnungen und Bestellnummern umgestellt. Dabei wird zur Erleichterung für einen Übergangszeitraum von ca. 3 bis 5 Jahren den neuen Bestellnummern die bisherige Bestellnummer angefügt.

Des Weiteren kann die Umstellung auf die neue Bezeichnung und Benummerung einer so genannten Transferliste entnommen werden, die u.a. im Druckschriftenverzeichnis und auf der Homepage des Bundesverbandes der Unfallkassen (www.unfallkassen.de) veröffentlicht ist.