



STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN

PLASTISCHE MASSEN

im LehrplanPLUS der Realschule in Bayern



Werken 9





Plastische Massen im LehrplanPLUS der Realschule in Bayern

Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

Leitung des Arbeitskreises:

Simone Eder, ISB

Mitglieder des Arbeitskreises:

Silvia Rauß, Staatliche Realschule Marktoberdorf

Thomas Reche, Staatliche Realschule Neumarkt in der Oberpfalz

Martin Hornung, Staatliche Realschule Neusäß

Günter Trager, Staatliche Realschule Altötting

auf der Grundlage des Arbeitshefts für das Fach Werken an Realschulen in Bayern, Ton, Jahrgangsstufe 9, Jens Knautd, 2011

Bildrechte:

Titelbild (links): STAEDTLER Mars GmbH & Co. KG, Industrial Products

Titelbild (mittig): Caroline Düsterhöft, Düsterhöft Design, Leipzig und Karl Raupach, Manufaktur Raupach, Peritz

Titelbild (rechts): Birgit Buchner

Abb. 1, 2, 4, 26, 28, 47, 55: © istockphoto

Abb. 3, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 21, 22, 23, 25, 46, 67, 68, 69:
© ClipDealer

Abb. 6, 7, 8, 9, 20, 27, 29, 30, 31, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 60:

Caroline Düsterhöft, Düsterhöft Design, Leipzig und Karl Raupach,
Manufaktur Raupach, Peritz

Abb. 16, 17, 18, 24, 48, 49: Silvia Rauß, Abb. 32, 39, 54: Jens Knautd

Abb. 33: Kolb Design Technology GmbH & Co. KG

Abb. 34: STAEDTLER Mars GmbH & Co. KG, Industrial Products

Abb. 35: BMW AG, Abb. 36: Simone Eder, Abb. 37: Günter Trager

Abb. 38, 50: Martin Hornung, Abb. 51, 53, 63: Angelika Luidl

Abb. 52, 57: Elisabeth Mehrl, Abb. 56: Ursula Bonner

Abb. 58, 59, 61, 62, 64, 65, 66: Thomas Reche

Herausgeber:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
München 2021, 2. Fassung

Anschrift:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
Abteilung Realschule
Schellingstr. 155
80797 München
Telefon: 089 21 70-24 46
Telefax: 089 21 70-28 13
Internet: www.isb.bayern.de

Hinweise zum Einsatz im Unterricht

Die Gliederung im Heft entspricht dem LehrplanPLUS im Fach Werken und deckt alle prüfungsrelevanten Inhalte zu den Kompetenzen des Profulfaches ab. Um Wissen zu vernetzen, werden wichtige Hintergründe und Zusammenhänge ggf. auch vertieft erläutert. **Für die Erhebung von Leistungsnachweisen gilt grundsätzlich der LehrplanPLUS.**

Mit dem Infoheft kann im Unterricht gearbeitet werden, es eignet sich aber auch zum Nachholen, Wiederholen und Lernen zu Hause.



Dieses Zeichen ist bei einigen Schemazeichnungen zu finden. Es bedeutet, dass die Zeichnung prüfungsrelevant ist. Diese Zeichnung muss selbständig angefertigt werden können. **Darüber hinaus gibt es selbstverständlich weitere Sachverhalte, deren zeichnerische Darstellung verlangt werden kann.**



Dieses Zeichen kennzeichnet größere inhaltliche Blöcke, die über den LehrplanPLUS hinausgehen und der weiteren Information dienen.

Es empfiehlt sich, zusätzlich zum vorliegenden Infoheft, die umfassenden illustrierenden Aufgaben sowie Materialien zum LehrplanPLUS für den Unterricht zu nutzen: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/realschule/9/werken>

Zur intensiveren Vernetzung und Strukturierung der **Kenntnisse über Werkstoffe und Werkstoffeigenschaften** trägt insbesondere die folgende Aufgabenstellung bei: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/zusatzinformationen/aufgabe/kapitel/67618/fachlehrplaene/realschule/9/werken>

Die Auswahl der dort angeführten **Werkstoffeigenschaften** orientiert sich dabei an den Kompetenzerwartungen und Inhalten der verschiedenen Lernbereiche in der Wahlpflichtfächergruppe IIIb; unter anderem verdeutlicht eine tabellarische Übersicht deren Relevanz über die Jahrgangsstufen hinweg.

Inhaltsverzeichnis

PLASTISCHE MASSEN | Kultureller Kontext

Kleine Geschichte der Keramik	3
Gebrauchskeramik heute	4
Technische Keramik	5

PLASTISCHE MASSEN | Werkstoff

Plastische Massen – eine Begriffsklärung	7
Einteilung keramischer Massen	7
Keramische Erzeugnisse	8
Gips	9
Clay	10

PLASTISCHE MASSEN | Werkverfahren

Handwerkliche und industrielle Formungsverfahren	11
Massenproduktion – Handwerkserzeugnis – selbstgefertigtes Produkt	13
Farbiges Dekor (Engobe und Glasur)	14
Gesundheitsschutz	15

PLASTISCHE MASSEN | Funktion, Gestaltung

Design eines Gebrauchsgegenstandes (Form-Funktionszusammenhang, Ergonomie, Farbgestaltung)	16
-----------------------------------------------------------------------------------------------	----

PLASTISCHE MASSEN | Ökologie

Nachhaltigkeit im keramischen Handwerk	19
Schwermetalle in Glasuren	19

Kleine Geschichte der Keramik

Die Bezeichnung **Keramik** stammt aus dem Altgriechischen: „Keramos“ war die Bezeichnung für Ton und die formbeständigen Erzeugnisse, die aus ihm durch Brennen des Materials hergestellt wurden. Die Herstellung von Keramik gehört zu den ältesten Kulturtechniken der Menschheit. Kaum ein Land der Welt ist ohne Tonvorkommen. Meist findet man diesen Ton dicht unter der Erdoberfläche und besonders in der Nähe von natürlichen Wasserreservoirs, wie z. B. an Seeufern oder in Fluss- und Bachufern. Manchmal kann man ihn jedoch sogar direkt in seinem eigenen Garten entdecken: Er ist glatt und kompakt im Vergleich zu umliegenden Gesteinsschichten, geschmeidig und plastisch (= formbar). Das besondere Potential dieses Materials erkannten die Menschen schon vor etwa 30 000 Jahren. So wundert es also nicht, dass archäologische Funde aus vielen Jahrtausenden die Verwendung von vielfältigen Keramikerzeugnissen überall in der Welt belegen können.



Auch wenn sich über die Jahrtausende die Verarbeitung von keramischen Massen stetig weiterentwickelt hat, kamen **ab dem frühen Mittelalter zahlreiche Neuerungen** hinzu.

Um 700 n. Chr. wurde in **China** das **erste Mal Porzellan** hergestellt. Die Rezepturen und das Verfahren der Porzellanherstellung wurden jedoch noch viele folgende Jahrhunderte von ihren „Erfindern“ geheim gehalten. Während der Ming-Dynastie zwischen dem **14. und 17. Jahrhundert** produzierten die Chinesen das „**weiße Gold**“ mit der höchsten Qualität.

Porzellan wurde **ab dem 15. Jahrhundert in Europa** zum beliebten Luxusgut. Grund dafür war u. a. der Abenteurer Marco Polo, der es um 1300 auf seinen Fernreisen durch China kennenlernte und das edle Porzellan mit nach Europa brachte. Die europäischen Fürstenhäuser ließen sich über Jahrhunderte Porzellan aus dem fernen Osten Unsummen kosten, weswegen von „weißem Gold“ die Rede war.



Abb. 1: Antike chinesische Vase
Quelle: © istockphoto



Abb. 2: Fliesenboden aus Delft im typischen Weiß-Blau
Quelle: © istockphoto

Im **niederländischen Delft** wurden **seit dem 16. Jahrhundert** die beliebten „**Delfter Fayencen**“ in zahlreichen Werkstätten produziert: Weiß-blaue Fliesen und Geschirre aus glasiertem Steingut, die stilistisch am chinesischen Porzellan angelehnt sind. Fayence ist ein Teilbereich kunsthandwerklich hergestellter Keramik.

Der Apothekergehilfe und Alchemist **Johann Friedrich Böttger** erfand **1713** das erste europäische **Hartporzellan**.

Es wurden große **Porzellanmanufakturen** gegründet, u. a. in Meißen, Fürstenberg oder Nymphenburg in München, die an die Fürstenhöfe angeschlossen waren.

Der Engländer **Josiah Wedgwood** entwickelte eine billigere Alternative zum Porzellan und erfand **1768** das nach ihm benannte **Steingut**, die Wedgwoodware. Wedgwoods Fabrik versorgte ganz Westeuropa mit Steingutgeschirr.

1849 setzte **Werner von Siemens**, Begründer der modernen elektrischen Energietechnik, **Porzellan als Isolator** ein, zunächst Niederspannungsisolatoren auf Telegrafentelegraphenleitungen, später Hochspannungsisolatoren auf Freileitungen.

1902 erhielt **Robert Bosch** das Patent auf die **Zündkerze** mit einer **keramisch isolierten Mittelelektrode** und verhalf der Zündung, die für den Bau von schnelllaufenden Benzinmotoren entscheidend war, zum wirtschaftlichen Durchbruch.



Abb. 3: Zündkerze
Quelle: © ClipDealer

Gegen Ende des **19. Jahrhunderts** entstand neben der qualitativ auch die quantitativ leistungsfähige **Porzellanindustrie** und das so vielseitig verwendbare Material verlor seinen bisherigen Charakter als reines Luxusgut, um den ständig wachsenden Massenkonsum zu bedienen.

Der erste **Ein-Chip-Mikroprozessor** von Intel kam **1974** auf den Markt: der Intel 4004 mit **Keramikgehäuse**.



Abb. 4: Intel 4004
Quelle: © istockphoto

Im Lauf der Jahrtausende haben Keramikwerkstoffe nichts an Faszination und Nutzbarkeit eingebüßt, sondern sogar an Funktion gewonnen, wie z. B. Produkte der **technischen Keramik** belegen können.

Gebrauchskeramik heute

Keramik ist nach wie vor ein sehr vielseitig einsetzbares Material, das in seiner Zusammensetzung fortlaufend den jeweiligen Verwendungszwecken angepasst werden kann. Diese Weiterentwicklungen der Zusammensetzungen erweitern dabei stetig auch das Spektrum der Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten. Wenngleich diese Weiterentwicklungen vor allem bei der technischen Keramik an Bedeutung gewinnen, so werden heute dennoch viele Produkte des täglichen Gebrauchs, aber auch reine Dekorationsprodukte, aus diesen keramischen Werkstoffen hergestellt. Das liegt vor allem an den besonderen keramischen Eigenschaften, wie beispielsweise ihrer glatten Oberfläche, ihrer Beständigkeit gegen Hitze und Kälte oder ihrem geringen Abrieb.

Dekorationsgegenstände

aus Keramik, wie z. B. Tier- und Menschenfiguren, erfreuen sich besonders bei Sammlern an Beliebtheit und werden daher auch weiterhin in traditionsreichen Manufakturen (z. B. Nymphenburger Porzellanmanufaktur) aufwendig hergestellt. Die Bedeutung des Materials in diesem Kontext hat jedoch stark abgenommen und oft werden solche Figuren heute als minderwertige Massenware produziert.

Gebrauchsgegenstände

wie z. B. Teller, Tassen, Vasen, Schüsseln, Messer-Klingen, Zitruspressen, Mörser, aber auch die meisten Sanitärprodukte werden heute aus keramischen Massen hergestellt, zwar überwiegend industriell in Massenproduktion, aber auch in Handarbeit in Manufakturen.

Gerade Alltagsgegenstände, wie Gebrauchsgeschirr aus Porzellan, müssen und können neuen Anforderungen an Funktion gerecht werden, wie z. B. das Verwenden von Geschirrspülern (Abb. 8) und Mikrowellen. Nicht zuletzt werden keramische Massen und die daraus entstandenen Produkte auch vielen wichtigen Ansprüchen an Langlebigkeit und Aspekten der Nachhaltigkeit gerecht.



Abb. 5: Industriell gefertigte Massenware

Quelle: © ClipDealer



Abb. 6: In einer Manufaktur handgefertigtes Gebrauchsporzellan



Abb. 7: Handgefertigter Gebrauchsgegenstand: Baumlicht



Abb. 8



Abb. 9: Flache Teller aus Porzellan mit Dekor, innen glasiert



Abb. 10: Waschbecken aus Keramik
Quelle: © ClipDealer

Technische Keramik

Einer der leistungsfähigsten Werkstoffe unserer Zeit ist die **Technische Keramik** mit ihren **besonderen Materialeigenschaften**. Zur Technischen Keramik zählen zahlreiche verschiedene, teilweise hochspezialisierte keramische Werkstoffe mit einzigartigen **mechanischen, thermischen** und **biologisch-chemischen** sowie **isolierenden Eigenschaften**. All diese können für den spezifischen Einsatz in technischen Anwendungen aufeinander abgestimmt und miteinander kombiniert werden, so dass sie auch Materialien wie Metall oder Kunststoff in ihrem Einsatzgebiet ersetzen können. Technische Keramik leistet entscheidende Beiträge zur Erhöhung von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Komfort, unter anderem im Fahrzeug- und Automobilbau.

Durch die Entwicklung und Anwendung von **Verbundkeramik** mit verbesserten Eigenschaften konnten und können Anwendungsfelder erweitert oder neue erschlossen werden. Bauteile aus faserverstärkter Keramik werden in der Regel in drei Schritten angefertigt: Zuerst werden die Fasern in die gewünschte Bauteilform gelegt und fixiert (im Wesentlichen Kohlenstoff- und sogenannte Siliciumcarbid-Fasern), dann bringt man das keramische Matrixmaterial zwischen die Fasern. Am Ende können die durch spezielle Verfahren ausgehärteten Produkte mit Diamantwerkzeugen u. a. geschliffen, gebohrt, gefräst oder auch gelasert werden. **Keramische Verbundwerkstoffe (Ceramic Matrix Composites = CMC)** besitzen nicht nur ein geringes Gewicht, sondern können bei hohen Temperaturen eingesetzt werden, z. B. als Bauteil in Gas- und Dampfturbinen oder als Brems Scheiben für Automobile, Schienenfahrzeuge und in Flugzeugen. Auch ein höherer Wirkungsgrad kann durch Verbundkeramik erreicht werden.



Abb. 11: Turbine eines Flugzeugs

Quelle: © ClipDealer

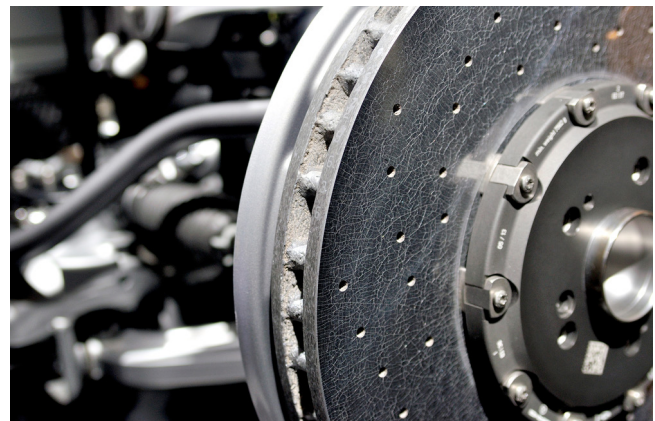


Abb. 12:

Keramik Scheibenbremse aus CMC aus einem hochentwickelten Sportwagen

Quelle: © ClipDealer

Technische Keramik kann folgende Eigenschaften besitzen:

- Hitze- und Hitzeschockbeständigkeit bis weit über 1000 °C
- je nach Zusammensetzung oder Struktur niedrige oder hohe Wärmeleitfähigkeit
- geringe thermische Ausdehnung und Formbeständigkeit unter verschiedenen äußeren Einflüssen
- hohe mechanische Festigkeit
- hohe Bruchfestigkeit und -zähigkeit
- hoher Härtegrad
- Korrosionsfestigkeit und hohe Widerstandsfähigkeit gegen Alterung
- Abrieb- und Verschleißfestigkeit
- Säure- und Laugenbeständigkeit
- gute Biokompatibilität (gute Verträglichkeit mit lebendem Gewebe)
- Langlebigkeit bei gleichbleibender Qualität
- hohes Dichtungsvermögen

Weitere Einsatzbereiche mit Anwendungsbeispielen

Umwelttechnik, z. B.

- Wälzlager für Windkraftanlagen
- Kühlkörper für Leistungselektronik in Photovoltaikanlagen und Windkraftgeneratoren
- Filter zur Wasseraufbereitung

Haushalt, z. B.

- Mahlscheiben in Kaffevollautomaten zum Mahlen von Kaffeebohnen und in Gewürzmühlen
- Schneiden und Messer

Elektrotechnik, z. B.

- keramische Leiterplatten für elektronische Schaltungen in PCs, Handys, Monitoren und Druckern
- Isolatoren für Hochspannungsleitungen
- Kühlkörper in Großrechenanlagen

Fahrzeugbau, z. B.

- für die E-Mobilität zur Kühlung von Elektromotor und Hochvolt-Batterie
- Brems Scheibe, Kupplungsdruckplatte, Zündkerze

Luft- und Raumfahrttechnik, z. B.

- Triebwerkskomponenten
- Hitzeschutzkacheln

Maschinen- und Anlagenbau, z. B.

- Gleitringe, Lager, Lagerschalen, Isolierringe
- Ventile im Maschinenbau und in der Robotik
- Düsen zum Auf-/Einbringen von Chemikalien oder Klebstoffen

Heißenwendungen, z. B.

- Ofenbau, Hezelement in Badheizkörpern
- Glätteisen für Frisuren

Medizin, z. B.

- Knie- und Hüftprothesenelemente
- Dichtscheiben, Ventile, Gleitringe im medizintechnischen Geräte- und Apparatebau (u. a. Beatmungsmaschinen)



Abb. 13: Hochspannungswandler in einem Kraftwerk: Nahaufnahme von Isolatoren
Quelle: © ClipDealer



Abb. 14: Start einer Spaceshuttle auf einer Trägerrakete
Quelle: © ClipDealer



Abb. 15: Hüftprothese mit keramischem Hüftkopf
Quelle: © ClipDealer



Abb. 16: Keramikmahlwerk einer Pfeffermühle



Abb. 17: Keramikplatten eines Glätteisens zum Glätten von Haaren

Plastische Massen – eine Begriffsklärung

Unter Plastischen Massen versteht man Werkstoffe, die zum Formen und Abformen geeignet sind. Sie können aus sehr unterschiedlichen Materialien bestehen und von sehr unterschiedlicher Zusammensetzung sein. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich in einem bildsamen Zustand befinden oder verhältnismäßig leicht in einen solchen gebracht werden können.

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen Massen, deren **Plastizität auf Wasser** beruht, und Massen, deren **Plastizität auf Kunststoff-Polymeren** oder auf **Wachs- bzw. Öl** basiert.

Keramische Massen gehören zur ersten Gruppe, die durch Trocknung hart werden, wie auch Pappmaché. Allerdings können die meisten keramischen Massen durch Brennen irreversibel gehärtet werden. Manche wasserbasierten Massen härten auch durch Abbinden aus, wie z. B. Knetbeton oder Gips. In der zweiten Gruppe, die nur **nichtkeramische Massen** aufweist, gibt es zwar auch Werkstoffe, die im Ofen schon bei Temperaturen um 130 °C unumkehrbar gehärtet werden können, wie z. B. Fimo oder Sculpey, viele dieser Massen sind aber bei bestimmten Temperaturen immer plastisch und nicht härtbar, wie z. B. Wachs, Clay oder Plastilin.

Keramische Erzeugnisse können z. B. wegen ihrer **unterschiedlichen Materialeigenschaften** wie folgt eingeteilt werden:

Einteilung keramischer Massen

Irdenware	Steingut	Sinterzeug	Keramische Sondermassen
<ul style="list-style-type: none"> • feuerfeste Keramik, z. B. Ausmauerung von Kaminen • Baukeramik, z. B. Ziegel, Dachziegel 	<ul style="list-style-type: none"> • Gebrauchsgegenstände, z. B. Teller, Schüsseln, Übertöpfe 	<ul style="list-style-type: none"> • Steinzeug, z. B. Fliesen als Bodenbelag • Porzellan, z. B. im Haushalt oder als Zahnersatz im medizinischen Bereich 	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Keramik, z. B. Bremscheiben im Fahrzeugbau



Abb. 18: Kalziumsilikatstein zur Dämmung und Schamottestein als Wärmespeicher im Ofenbau



Abb. 19: Verschiedene Steingutprodukte
Quelle: © ClipDealer



Abb. 20: Teetasse und Krug aus Porzellan



Abb. 21: Dachziegel aus Ton, durch die Römer in Europa verbreitet
Quelle: © ClipDealer



Abb. 22: Ein Fliesenleger beim Verlegen von Keramikfliesen
Quelle: © ClipDealer



Abb. 23: Zahnersatz aus Keramik
Quelle: © ClipDealer

Keramische Erzeugnisse

Keramische Erzeugnisse werden bei Raumtemperatur aus einer Rohmasse geformt und erhalten weitere **typische Eigenschaften durch den Brennvorgang.**



Abb. 24: Pflanzengefäß aus Terrakotta

Irdenware

ist die ursprünglichste Art der Keramik. Dabei werden Naturtone verschiedener Färbung, evtl. gemischt mit Schamotte als Magerungsmittel, verwendet und meist handwerklich geformt. Nach dem Trocknen werden die Objekte bei 800 bis 900 °C gebrannt. Die Teile können so bleiben, sind dann aber nicht wasserdicht. Dichtigkeit wird durch Auftragen einer Glasur erhöht, die beim Glasur- oder Glattbrand aufgeschmolzen wird. Bis zur Entwicklung von Steinzeug und Porzellan wurde jahrtausendlang ausschließlich Irdenware hergestellt.

Beispiel: Terrakotta-Pflanzentöpfe



Abb. 25: Auflaufformen

Quelle: © ClipDealer

Steingutmassen

sind Gemische, u. a. aus weiß brennenden Tonen, Kaolin, Quarz, Feldspat, Kalkspat, Marmor oder Kreide. Je nach Zusammensetzung der Masse unterscheidet sich die Brenntemperatur (Hartsteingut, Weichsteingut). Der Scherben ist weiß, porös, nicht durchscheinend, wird oft transparent glasiert und erinnert an grobes Porzellan. Durch die niedrigen Herstellungskosten eroberte sich Steingut einen großen Markt.

Beispiele: gröberes Geschirr, Sanitärprodukte und Fliesen



Abb. 26: Bunzlauer Geschirr

Quelle: © istockphoto

Steinzeug

Objekte aus Steinzeug (angefertigt aus Tonerde mit hoher Reinheit und hohem Aluminiumoxidanteil) zählen neben Porzellan zur dicht gesinterten Feinkeramik. Der Ton wird bei hohen Temperaturen von 1200 bis 1300 °C gebrannt. Der Scherben ist hell bis grau und dicht, als Glasuren dienen Feldspat-, Lehm und Salzglasuren. Steinzeug ist seit dem Mittelalter bekannt, als durch das Wachsen der Städte eine neue Ess- und Trinkkultur entstand.

Beispiele: Geschirr, Fliesen und Sanitärwaren, technische Produkte wie Isolatoren oder säurefeste Behälter



Porzellan

ist ein feinkeramisches Erzeugnis mit weißen, dichten, porenfreien, bei dünnen Wandstärken auch durchscheinenden Scherben. Porzellanmasse besteht aus Kaolin (plastischer Ton für die Formgebung), Feldspat (nötig für die Sinterung) und Quarz (stabilisiert beim Brennen). Porzellanwaren können auf der Töpferscheibe gedreht, als Hohl- oder Vollguss in Gipsformen gegossen oder aus Trockenmassen gepresst werden. Nach dem Schrühbrand (900 °C) wird die Glasur bei 1400 bis 1500 °C aufgeschmolzen.

Beispiele: Herstellung von Gebrauchsgegenständen, technischen Erzeugnissen und für künstlerische Zwecke

Abb. 27: Bereits gebranntes Porzellan vor der Glasur

Gips



Gips ist ein in der Natur sehr häufig vorkommendes **Sedimentgestein**. Das Mineral ist in Tonen sowie in Hohlräumen der Salz- und Gipsgebirge enthalten. Gips wird im Tagebau als auch unter Tage gewonnen. Die Gipssteine werden grob zerkleinert, gebrannt und anschließend fein zermahlen. Die heutigen Gipsvorkommen in Deutschland entstanden vor 200 bis 300 Millionen Jahren und finden sich in verschiedenen geologischen Formationen, z. B. im südlichen Mainfranken und im Harz. Im Jahr 2020 wurden weltweit rund 150 Millionen Tonnen Gips gefördert, davon in Deutschland „nur“ 3,2 Millionen Tonnen.



Abb. 28: Gipssteinbruch in Toconao in Chile

Quelle: © istockphoto



Abb. 29



Abb. 30



Abb. 31

Gips hat die Eigenschaft, Wasser aufzunehmen und dabei auszuhärten. Da abgebundener Gips Wasser wie ein Schwamm aufsaugt, ist der Werkstoff als Hilfsmittel z. B. zur Herstellung einer **Gießform** gut geeignet.

Um von ein und demselben Werkstück mehrere identische Stücke anzufertigen (= **Serienfertigung**), wird ein Modell angefertigt. Von diesem wird dann aus **Modellergips** eine **Gipsform** hergestellt, in welche die cremige keramische Masse eingegossen werden kann (Abb. 29). Der Gips entzieht der Masse Wasser (Abb. 30) und das Werkstück kann danach aus der Form entnommen und weiterbearbeitet werden (Abb. 31).

Das Anmachen von Gipsbrei

Bevor man Gips anrührt, ist es wichtig, die passende Gipssorte für das geplante Projekt auszuwählen. Es stehen verschiedene Gipsarten zur Auswahl (z. B. Modellergips oder Flächengips). Der Gipsbrei wird aus Gipsmehl und Wasser angerührt (Mischungsverhältnis entsprechend der Gipspackung). Generell wird das **Gipspulver in das Wasser** gestreut. Man füllt einen entsprechend großen Gummibecher/-eimer zu einem Drittel mit Wasser.

Nun wird der Gips **langsam eingestreut**, bis eine Insel aus dem Wasser herausragt. Der Gips muss „ersaufen“. Man lässt den Gips kurz „anziehen“ (= sumpfen) und verrührt ihn dann zügig mit Hilfe einer Spachtel oder Holzleiste zu einem glatten Brei. Falsches Einrühren kann zu Luftbläschen oder zu sogenannten „Gipsknollen“ (kleine Gipsklumpen) führen. Ab und zu, und vor allem am Ende des Rührens, sollte man das Gefäß kurz am Tisch oder Boden aufstoßen, damit eingeschlossene Luftblasen aufsteigen. Der Gips bindet ab und wird dabei warm.

Dann muss man den Gips zügig weiterverarbeiten, denn er wird stetig fester. Die Zeit, in welcher der Werkstoff abbindet, ist je nach Gipssorte verschieden und kann der Gebrauchsanweisung entnommen werden. Hartgewordene Gipsreste sind im Restmüll zu entsorgen, flüssiger Gips darf nicht in den Abfluss gelangen.



Abb. 32:

Beim Einstreuen in das Wasser bleibt eine „Gipsinsel“ stehen

Clay

Clay ist eine dauerplastische Masse, die vor allem in Designstudios im Automobilbereich, aber auch von Industriedesignern, von Künstlern und Architekten zur **Formentwicklung mit Hilfe des Modellbaus** verwendet wird. Eingefärbt in einem für das menschliche Auge angenehmen Brauntönen, sind der Hauptbestandteil dieser Knetmasse Wachse oder Öl. Als Füllstoff wurde bei den meisten Clay-Sorten Schwefel verwendet, der aber in den letzten Jahren zunehmend durch Beimengung anderer Stoffe ersetzt wird.

Seine Eigenschaften machen ihn zum idealen Werkstoff für den Modellierprozess. Clay hat bei einer normalen Raumtemperatur eine **feste Konsistenz** und kann dann sehr detailliert mit Werkzeugen bearbeitet werden: Per Hand kann man es **raspeln, schaben, schneiden** und **glätten** und eventuell mit maschinellen Arbeitsprozessen **drehen** und **fräsen**, um es in die gewollte Form zu bringen.

Zum Glätten der Oberfläche kann je nach Hersteller beispielsweise Wasser oder ein spezielles Lösemittel verwendet werden. Für eventuelle Änderungen am Modell lässt sich noch einmal Clay auftragen. Dazu raut man die Oberfläche an, erwärmt sie partiell mit einem Föhn und fügt an dieser Stelle warmen Clay an. Das Material **härtet**, aber es **trocknet nicht aus**, es ist immer **wieder verformbar**, was bedeutet, dass Modelle auch nach einer längeren Zeit weiterbearbeitet werden können.

Clay ist **homogen** mit **einheitlicher Dichte** und **Struktur**. Die Masse ist **toxikologisch unbedenklich** und bei der Bearbeitung entsteht **kein Staub**. Durch seine **hohe Plastizität** kann Clay nach Erwärmung, zum Beispiel mit einem Föhn oder im Ofen, wie Karamell gedehnt werden. Es erleichtert somit die Gestaltung von schwierigen Formgebungen und das Abformen von bereits vorhandenen Formen zur späteren Weiterentwicklung. Das Material hat eine **niedrige Schmelztemperatur (ab ca. 60 °C)** und kann dann z. B. zum Gießen in eine Negativform verwendet werden.

Clay ist nicht nur das perfekte Material, um Ideen und Vorstellungen eine Gestalt zu geben, sondern es ist darüber hinaus bestens geeignet, um der Kreativität freien Lauf zu lassen. Modellbauer fertigen mit dem Material keine Endprodukte, sondern eine Art **Zwischenstufe**, eben ein **Designmodell**, das der Funktion und Formgebung wegen entsteht. Dieses Modell kann im Anschluss an die Formgebung in der Weiterbearbeitung durch andere Berufsbilder mittels **Abformung** oder **digitalem Scannen** in ein in Serie hergestelltes Produkt weitergeführt werden.



Abb. 33: Werkzeuge und Tapes für die Arbeit mit Clay

Quelle: Kolb Design Technology GmbH & Co. KG



Abb. 34: Material wird mit dem Schaber abgetragen

Quelle: STAEDTLER Mars GmbH & Co. KG, Industrial Products



Abb. 35: Modellieren an einem Automobil-Designmodell im Maßstab 1:1

Quelle: BMW AG



Während in Deutschland der **Apotheker Franz Kolb Ende des 19. Jahrhunderts** das **Plastilin** erfand – einen neuen Kunststoff, der unempfindlich gegen Kälte war und sich hervorragend verarbeiten ließ – gilt in England **William Harbutt** als Erfinder der **Modellierknete**. Diese konnte mit einfachen Drahtwerkzeugen problemlos bearbeitet werden, hatte aber den Nachteil, nach und nach an Geschmeidigkeit zu verlieren. **Clay** ist **härter** als das übliche Plastilin und wird deshalb als **Industriplastilin** bezeichnet. **Harley Earl**, dem Gründer der General Motors Art and Color Section, wird die Einführung des Modellierens im **Auto Motive Design Studio** zugeschrieben. Bis heute entwickeln Automobil-designer neue Modelle anhand von Maßstabs- oder 1:1-Modellen von Hand in Clay.

Handwerkliche und industrielle Formungsverfahren

Aufbautechniken

Je nach Form, Funktion, Größe oder der Stückzahl gibt es verschiedene Aufbautechniken zum Anfertigen von keramischen Gegenständen. Die Arbeitsverfahren des Aufbaus mit Bändern oder Streifen (**Bänder-/Streifentechnik**) und mit Platten (**Plattentechnik**) wurden bereits im Infoheft Plastische Massen 7, S. 13 beschrieben.

Beim **Aufbau größerer** (sowohl relativ hoher als auch breiter) **Gefäße** in beiden Techniken ist zu beachten, dass die keramische Masse recht mager sein muss, sie soll also viel und grobe Schamotteanteile besitzen, damit das Gefäß nicht in sich zusammensackt. Beim Aufbau mit **Bändertech-nik** müssen die einzelnen Bänderstücke versetzt (wie die Ziegel beim Mauern) angebracht werden.

Bei der **Plattentechnik** empfiehlt es sich, die vorgefertigten Tonplatten nicht sofort zu verarbeiten, sondern diese je nach Objekt leicht oder lederhart antrocknen zu lassen. In diesem Zusammenhang hat sich bewährt, die Tonplatten auf eine Unterlage, z. B. aus Holz, zu legen und sie regelmäßig zu wenden.

Die Einzelteile beider Arbeitsverfahren müssen, ggf. mit Schlicker, gut zusammengefügt und sauber verstrichen werden, damit keine Luft eingeschlossen wird. Bei beiden Techniken gilt: Die Platten bzw. Bänder dürfen nicht zu dünn ausgerollt werden. Vor dem Ansetzen der höheren Platten bzw. Bänderreihen sollte das Werkstück lederhart getrocknet sein, damit sich die Form durch das Anbringen neuer Platten bzw. Bänder nicht verändert.



Abb. 36, 37: In Bändertech-nik aufgebaute Krüge



Abb. 38: Duftlampe mit Keramikstäbchen: Materialkombination aus Metall und weiß brennendem Ton. Der Tongegenstand wurde mit Hilfe der Plattentechnik gefertigt.

Formen mit Hilfe der Töpferscheibe – Das Drehen

Die **Töpferscheibe** (gibt es sowohl elektrisch als auch mechanisch angetrieben) ermöglicht die Technik des Hochziehens, welche sich für regelmäßige, rotationssymmetrische Formen eignet. Dabei wird das Gefäß aus einem Tonklumpen erzeugt, der in die Mitte der Töpferscheibe zentriert (1), zunächst verdichtet (2), dann mit der Hand ausgehöhlt (3) und zwischen den Fingern in die Höhe gezogen wird (4), so dass eine gleichmäßig starke, glatte Wand entsteht.

Die Gefäßwand wird immer von beiden Händen gleichzeitig geführt – die eine drückend, die andere gegenhaltend. Während der Arbeit wird die Oberfläche ständig mit Wasser benetzt, damit die keramische Masse geschmeidig bleibt und nicht an den Händen klebt. Schließlich wird das Gefäß endgültig ausgeformt (5). Für diese Technik wird eine fette Tonmasse (Drehton) benötigt, die nicht reißt. Mit Hilfe des Schneidedrahts wird das Objekt parallel zur Tischebene abgetrennt. Nach dem Drehen können beispielsweise noch Henkel oder Dekore angebracht werden. Zum Schluss wird das Gefäß zum Trocknen abgestellt (6).



Abb. 39

Gießverfahren

Im Gegensatz zum Drehen können mit dem **Gießverfahren** auch nicht rotationssymmetrische Gegenstände angefertigt werden, Henkel oder plastische Dekore können „in einem Guss“ hergestellt werden.

Die flüssige keramische Gießmasse wird in Hohlformen aus Gips gegossen, welche die Außenform des Werkstücks bestimmen (Abb. 40). Der Gips entzieht der Gießmasse im Randbereich Wasser und die Bestandteile der Masse verfestigen sich an den Formwänden. Es gibt einteilige und mehrteilige Formen, z. B. für Tassen, Vasen und andere hohle Teile. Dabei können auch komplizierte Teilformen gewählt werden. Die Formen werden über Passstifte (Abb. 44) exakt zusammengeführt und durch Gummibänder fest zusammengehalten (Abb. 43). Die flüssige Keramikmasse wird in die Form gegossen.

Je länger die Masse darin verbleibt, um so dicker wird die Wand. Ist die vorgesehene Wandstärke erreicht, wird die restliche flüssige Masse aus der Form ausgegossen. Nach einer gewissen Trocknungszeit, die je nach Wandstärke variiert, kann man das Werkstück – aufgrund der Schwindung – problemlos aus der Form entnehmen. Danach wird es in lederhartem Zustand entgratet. Gussnähte, Überstände und überflüssige Teile werden sorgsam entfernt, kleine Fehler ausgebessert und Teile können mit Schlicker ange-setzt bzw. zusammengefügt werden (Abb. 45).

Nach dem endgültigen Trocknungsprozess erfolgt der Schrühbrand. Mit dem Gießverfahren können Keramikgegenstände in Serie gefertigt werden.



Abb. 40



Abb. 41



Abb. 42



Abb. 43



Abb. 44



Abb. 45

Hohl-guss

Der **Hohl-guss** ist die am häufigsten angewandte Gießtechnik in der keramischen Industrie. Im sogenannten **Spritzgießverfahren** wird flüssige Porzellanmasse unter Druck in Formen eingespritzt, verdichtet und dabei Wasser entzogen. Im Gegensatz zu den sonst gebräuchlichen Gipsformen werden Spezialkunststoff-Formen verwendet.

Pressverfahren

Neben dem Gießen und Drehen gibt es auch noch das Pressen als Herstellungsverfahren. Mit sog. Trockenpressen wird das granuliertes Rohmaterial in Formen aus gehärtetem Stahl gefüllt und je nach herzustellendem Werkstück mit hohem Druck gepresst (die Masse enthält dabei nur etwa 4 % Feuchtigkeit) und anschließend gebrannt.

Die sogenannte Presskeramik ist in den letzten Jahren ein integraler Bestandteil der Arbeit im zahntechnischen Labor geworden, aber auch einfache Produkte wie zum Beispiel Dachziegel sind mit dieser Technik schnell anzufertigen.

Massenproduktion – Handwerkserzeugnis – selbstgefertigtes Produkt



Die Industrialisierung in Europa wirkte sich auch auf die Porzellanherstellung aus und so entwickelten sich Fabriken aus kleinen Porzellan-Malereibetrieben, oder ehemalige Porzellanarbeiter machten sich selbstständig. Damit gelangten die Produkte der keramischen Industrie in den Bereich des Massenkonsums und waren von den Fertigungsmöglichkeiten der Maschinen abhängig. Das vielseitig verwendbare Material Porzellan verlor seinen Charakter als reines Luxusgut der Wohlhabenden. Die Ansprüche an die Produkte wandelten sich: Zeitgemäße Formen für Jung und Alt, in jedem Wohn- und Lebensraum verwendbar, dabei langlebig und gebrauchstüchtig, und es sollte natürlich für den Käufer zu einem erschwinglichen Preis erworben werden können. Im 20. Jahrhundert kämpft die Porzellanbranche mit einem tiefgreifenden Wandel: Gebrauchsgegenstände aus Kunststoffen eroberten die Haushalte. Neue Lebensentwürfe und Familienmodelle bedeuteten die Abwendung vom klassischen gedeckten Tisch. Man geht essen und lässt kochen, was für die klassischen Haushaltsgeschirrhersteller zum Problem wird. Die fragwürdige Haltung, möglichst billig viel zu erwerben, macht leider auch vor der Porzellanindustrie nicht halt. Und heute? Verantwortungsvolle Konsumenten kaufen hochwertiger: Qualität, Tradition, Nachhaltigkeit und ökologische Verantwortung sind hierbei maßgebliche Kaufkriterien.



Abb. 46: Stapelbares Gebrauchsgeschirr: Massenware für Kantinen



Abb. 47: Massenware beim Durchlaufen eines Tunnelofens

Industriell gefertigte Massenware (Abb. 48)

wird stark rationalisiert maschinell in Serie hergestellt. Eine individuelle Ausformung ist nicht vorgesehen. Durch die seriellen Produktionsverfahren soll eine große Menge an identischen Produkten hergestellt werden. Dabei gibt es kaum noch einen persönlichen Bezug zum Produkt. Dafür hat jedes Werkstück exakt gleiches Aussehen und dieselben Eigenschaften. Insbesondere die technische Qualität ist gleichbleibend.

Erzeugnisse einer Manufaktur (Abb. 49)

(ein Betrieb, der zwischen dem traditionellen Handwerk und der modernen Fabrik steht) oder einer Töpferei sind Unikate. Beide haben ihre individuelle Formen- und Farbsprache. Die handwerkliche Verarbeitung ist wesentlich exakter und professioneller, Arbeitsspuren sind kaum sichtbar. Gefäße werden durch das Drehen an der Töpferscheibe oder durch Gussverfahren hergestellt. Dadurch haben sie alle annähernd die gleiche handwerkliche Qualität. Individuelle Abweichungen sind möglich, zum Teil auch gewollt, um die persönliche Handschrift hervorzuheben.

Handgeformtes Werkstück (Abb. 50)

Jedes handgeformte Werkstück ist ein Unikat, das eine individuelle Handschrift trägt. Darin spiegeln sich das handwerkliche Können sowie das sichere Gefühl für Form und Dekor. Im Werkunterricht kommen im Wesentlichen die Bändertechnik und das Aufbauen mit Wülsten oder Platten zum Einsatz, der Zeitaufwand ist dabei verhältnismäßig groß, Arbeitsspuren werden immer sichtbar sein.



Abb. 48



Abb. 49



Abb. 50

Farbiges Dekor

Unter **farbigem Dekor** versteht man Verzierungen, die im Werkunterricht mithilfe von Engoben oder Glasuren auf die Oberfläche eines Tonobjekts aufgebracht werden. Die farbige Gestaltung durch Engobieren oder Glasieren mit entsprechendem Brand wirkt sich auf die Form des Werkstücks nur unwesentlich aus. Dagegen verändert das **plastische Dekor** (siehe Infoheft Plastische Massen 7, S. 12) die Gefäßwand und wird dadurch Bestandteil der äußeren Form des Werkstücks. Formgebende Dekortechniken sind Ritzen, Stempeln, Applizieren und Durchbrechen.

Engobe

Engobieren (auch Beguss- oder Schlickermalerei genannt) geschieht mit **flüssigem, farbigem Ton**, der auf das **lederharte** oder **trockene**, ungebrannte Werkstück aufgetragen wird. Die Engobe verbindet sich dauerhaft beim Brand (**ca. 900 bis 1000 °C**) mit dem Scherben. Dabei muss die Engobe die **gleiche Trocken- und Brennschwindung** aufweisen wie das Werkstück, andernfalls besteht, wie bei zu dickem Auftrag der Engobe, die **Gefahr der Rissbildung** oder des **Abblätterns**. Durch den relativ hohen Tonanteil wirken die Farben eher matt und pastellig. Engobierte Scherben sind nach dem ersten Brand **nicht wasserdicht** und können mit einer transparenten Glasur noch einmal gebrannt werden, um die Farbe der Engobe zu intensivieren und um eine relativ wasserdichte Oberfläche zu erzeugen.

Das Anmachen von Engobe

Im Werkunterricht werden überwiegend fertig angerührte Engoben verwendet. Töpfereien mischen sich ihre Engoben aber oft selbst an. Dazu wird das Mahlgut (z. B. Farboxid und Tonmehl) in einem Mörser fein zerrieben. Anschließend wird das Engobepulver in Wasser eingesiebt und gleichmäßig, klumpenfrei verrührt. Je nachdem, wie die Engobe aufgetragen werden soll, muss sie dünnflüssiger oder dickflüssiger angesetzt werden.

Das Auftragen von Engobe

Die Gestaltungsmöglichkeiten sind vielfältig. Neben **flächigem Auftrag** können auch **feine Linien** oder eine Marmorierung erzielt werden. Zur Gestaltung von Flächen wird das Werkstück **eingetaucht**, **übergossen**, **besprüht** oder mit dem **Pinsel** bemalt. Für das Gestalten mit feinen Linien eignet sich besonders gut das **Malbällchen** (Abb. 54).

In das Malbällchen wird die flüssige Engobe eingefüllt. Durch Druck auf das Bällchen fließt die Engobe durch die lange Tülle auf das Werkstück. Der Fluss der Engobe kann durch die Veränderung des Drucks beeinflusst werden. Bei dieser Technik kommt es vor allem auf die Gleichmäßigkeit der Bewegung an.

Eine besondere Technik ist das Sgraffito. Hierbei wird zunächst Engobe flächig aufgetragen. Dann werden mit einem spitzen Gegenstand Linien und Flächen herausgekratzt, so dass die Farbe des Untergrunds zum Vorschein kommt. Wichtig für das Aufbringen von Engobe ist, dass sie **frisch** und **homogen** ist sowie der Auftrag **zügig** und **gleichmäßig** erfolgt. Nach dem Trocknen der Engobe kann das Werkstück geschrüht werden.



Abb. 54: Ein Malbällchen mit spitzem Ausguss



Abb. 51: Quadratische Fliese – mit Techniken formgebender Oberflächengestaltung als Gesicht ausgestaltet und mit Engobe farblich akzentuiert



Abb. 52: Quadratische Dosen gestaltet mit Engobe und Sgraffito-Technik

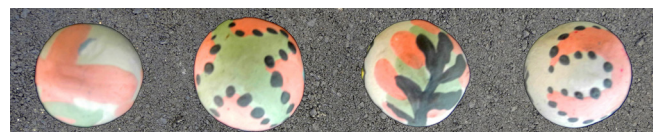


Abb. 53: Eines der ältesten Spielzeuge der Welt: Schusser aus Ton, engobiert

Glasur

Glasuren sind **farblose** oder **farbige glasartige Überzüge**, die auf bereits geschrühte keramische Erzeugnisse aufgetragen werden und bei höherer Temperatur (**ca. 1050 bis 1250 °C**) im Glasurbrand (siehe Infoheft Plastische Massen 7, S. 8) aufschmelzen. Im Unterschied zur Engobe hat die Glasur außer der dekorativen Funktion auch Auswirkungen auf die Materialeigenschaften. Durch die Glasur erhalten die keramischen Erzeugnisse eine **glatte Oberfläche**, werden **härter** und **weniger durchlässig für Flüssigkeit**.

Glasur besteht im Wesentlichen aus glasbildenden Substanzen (z. B. Siliciumdioxid), Härtern (z. B. Aluminiumoxid), reinem Tonmehl (Kaolin), Flussmitteln (z. B. Kali oder Kalk) und Metalloxiden zur Farbgebung. Je nach Zusammensetzung und Auftrag können Glasuren transparent, opal oder opak wirken, sie können matt, seiden- oder hochglänzend sein.

Das Anmachen und Auftragen von Glasuren

Ebenso wie Engobe gibt es auch bei Glasuren bereits fertig angerührte Flüssigglasur. Die meisten Keramiker mischen sich aber auch ihre Glasuren selber an. Dazu wird das Glasurpulver fein zerrieben und in ein Gefäß mit sauberem Wasser gesiebt. Anschließend wird die Glasur gleichmäßig sämig und klumpenfrei aufgerührt. Glasuren werden durch **Eintauchen, Übergießen, Spritzen** oder mit dem **Pinsel** aufgebracht.

Soll ein Gefäß auch innen glasiert werden, wird Glasur in das Gefäß gegossen und dieses sofort solange hin- und hergeschwenkt, bis der gesamte Innenraum gleichmäßig mit einer Glasurschicht überzogen ist. Der Überschuss wird gleich wieder ausgegossen.

Arbeitshinweise zum Glasieren

- Der Scherben muss absolut staub- und fettfrei sein, damit die Glasur anhaftet.
- Die Glasur wird zügig und gleichmäßig aufgetragen.
- Der Gefäßboden muss nach dem Glasurauftrag mit einem feuchten Schwämmchen von Glasurresten gesäubert werden, um das Festkleben an der Schamotteplatte oder den Glasurstützen zu verhindern.
- Bei zu dickem Glasurauftrag entstehen beim Brennen Risse in der Glasur oder sie tropft ab.

Beschicken des Ofens für einen Glasurbrand

- Es werden nur Werkstücke gemeinsam gebrannt, deren Glasuren die gleichen Schmelztemperaturbereiche aufweisen.
- Die Einlegeböden aus Schamotte sind mit Trennmittel (z. B. Kaolinbrei) bestrichen.
- Die Werkstücke werden vorsichtig transportiert.
- Jedes Werkstück wird auf Glasurstützen (Dreiecksfüße oder Dreikantprismen aus Schamotte) gestellt, so dass es keinen direkten Kontakt mit dem Einlegeboden gibt.
- Die Werkstücke werden so eingeräumt, dass sie weder die Heizspiralen, noch die Ofenwand oder sich gegenseitig berühren.
- Der Ofen wird erst dann geöffnet, wenn die Innen- und Außentemperatur annähernd gleich sind, da es durch die Temperaturunterschiede ansonsten zu Spannungsrissen in der Glasur kommen kann.

Beim Eintauchen muss eine große Menge Glasur angerührt werden. Das zu glasierende Gefäß wird zügig einmal mit der Öffnung nach unten in die Glasur getaucht und anschließend auf einem Sieb abgestellt. Zum Greifen des Gefäßes kann eine spezielle Glasurzange verwendet werden. Auch beim Übergießen wird das Gefäß kopfüber auf ein Sieb gestellt und gleichmäßig mit der Glasur überschüttet.

Für den Glasurauftrag mit einem Pinsel verwendet man weiche und unterschiedlich breite Flachpinsel. Um einen gleichmäßigen Auftrag zu erhalten, wechselt man für jede Glasurschicht die Strichrichtung.



Abb. 55:
Auftrag der Glasur durch Gießen
Quelle: © istockphoto



Abb. 56, 57:
Glasierte Stövchen

Gesundheitsschutz

Etliche Unfallgefahren zum Umgang mit Engoben und Glasuren hast du bereits in der 7. Klasse kennengelernt (siehe Infoheft Plastische Massen 7, S. 13). Eine weitere Gefahr bergen **Dämpfe**, die während des Brennvorgangs entstehen können. Hierbei ist wichtig, dass der Ofen in einem separaten Raum mit **Durchlüftung** steht oder ein **Abluftsystem** aufweist.

Grundsätzlich sind die **Verarbeitungshinweise** sowie die **Gefahrstoffkennzeichen** der Engoben und Glasuren zu berücksichtigen.

Design eines Gebrauchsgegenstandes

Wichtige Prinzipien für die Gestaltung und Herstellung

Gewinnbringend für die eigene Arbeit ist der Vergleich von unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten sowohl aus dem handwerklich-künstlerischen als auch aus dem industriellen Bereich. Wichtig ist dabei eine stimmige Formgebung. Denn erst aus dem **Zusammenklang von Materialien, Form und Funktion** ergibt sich ein ansprechendes Design. Beispielsweise erlauben Teetassen aus **Porzellan** dünnere Wandstärken und filigrane (feingliedrige) Henkelformen. Aus **Steinzeug** oder **Steingut** geformt, wirken die Tassen robuster, aber weniger elegant.



Abb. 58

Maschinell hergestellte Teetasse aus Steinzeug: Der Henkel ist **materialbedingt deutlich massiver** als im rechts abgebildeten Bildbeispiel. Da jedoch die Materialstärke der Tasse dem Henkel entspricht, ergibt sich dennoch ein harmonischer Gesamteindruck, der durch die farbige Gestaltung unterstützt wird. Die Tasse wirkt robust und lädt zum Alltagsgebrauch ein.



Abb. 59

Zu dieser historischen Kaffeetasse aus **dünnwandigem Porzellan**, die durch ihr Gold- und Farbdekor einen kostbaren Eindruck vermittelt, passt der feine, verspielte Henkel, der durch seinen Knick einen Kontrast zu den Rundformen der Tasse vermittelt. Die Tasse erweckt einen eher festlichen Eindruck und erfordert behutsamen Umgang.

Ergonomie

ist die Wissenschaft von der menschlichen Arbeit und dem Zusammenhang der Arbeitsbedingungen mit den gesundheitlichen Bedürfnissen des Menschen. Im Bereich des Handwerks und der industriellen Fertigung nennt man Produkte ergonomisch, wenn sie den **menschlichen Proportionen und Gewohnheiten angepasst** sind.

Unter ergonomischen Gesichtspunkten versteht man z. B. die besondere **Anpassung einer Teetasse an die Form der menschlichen Hand und ihrer Finger** (s. Abb. 60). Der Henkel der Tasse sollte so modelliert sein, dass **keine unnötigen Druckpunkte** entstehen, er sowohl von kräftigen, als auch zierlichen Fingern umschlossen werden kann, sich **angenehm anfasst** und **sicheren Halt** gewährleistet, um Verschütten zu vermeiden.



Abb. 60

Form-Funktionszusammenhang

Außerdem ist das schon bekannte Prinzip „**form follows function**“ zu berücksichtigen. Beispielsweise erfüllt ein Henkel für einen Maßkrug andere Anforderungen als der Henkel einer Teetasse, was sich schon aufgrund des unterschiedlichen Gewichts und der abweichenden Füllmenge erklärt. Weil die **Zugkräfte** jeweils im oberen Bereich des Henkels am stärksten wirken, sollte der Henkel an dieser Stelle verdickt sein, um die **Stabilität** zu erhöhen. Weitere Vorüberlegungen, die für den Entwurf eines Werkstücks aus Ton oder einer anderen plastischen Masse eine Rolle spielen, betreffen u. a. die **Standfestigkeit**, das **Volumen des Werkstücks**, seine **Benutzerfreundlichkeit** und die **Reinigungsmöglichkeit**.



Daneben ist bei Gefäßen die **Größe der Öffnung** zu bedenken und eine **Ausgießmöglichkeit** (z. B. ein Hals oder eine Schnaupe) vorzusehen. Während Teetassen aufgrund der rascheren Abkühlung eine große Oberfläche besitzen, weisen Flaschen eine kleine Öffnung auf, um Verunreinigungen und Verdunstung zu vermeiden, wie man an dieser historischen Mineralwasserflasche und der daneben stehenden Ölflasche erkennen kann.

Abb. 61

Die Farbgestaltung

Traditionell werden zur farbigen Gestaltung von Keramikerzeugnissen **Engoben** und **Glasuren** verwendet, die sich auch untereinander mischen lassen und flächig oder als Ornament aufgetragen werden. Im Laufe der Zeit entwickelte man unterschiedliche Techniken in der Glasurmalerie. Da die hohe Brenntemperatur des Glasurbrandes nur die Verwendung weniger Farben wie Kobaltblau und Manganviolett erlaubt, entwickelte man die Aufglasurmalerie. Dabei erfolgt der Farbauftrag nach dem Schrü- und Glasurbrand. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass wesentlich mehr Farben verwendet werden können.



Abb. 62

Historisches Vorratsgefäß in kombinierter Technik. Das inzwischen als gesundheitsgefährdend eingestufte Kobaltblau wurde in Unterglasurtechnik gebrannt, die Beschriftung in Schwarz erfolgte in Aufglasurmalerie.



Abb. 63

Die Vielfalt und hohe Leuchtkraft moderner Glasuren zeigt sich auch an diesen Wasserkrügen, die von Schülerinnen und Schülern gefertigt wurden.



Daneben gibt es weitere Möglichkeiten, keramische Erzeugnisse farbig zu gestalten. Hochwertiges Speisegeschirr wurde früher häufig mit **Gold- oder Platinrand** versehen, der mit Pinsel aufgetragen und anschließend poliert wurde. Heute werden Farbverläufe auch in **Airbrushtechnik** hergestellt, d. h. die Glasur wird mittels Sprühpistole aufgetragen. Um bestimmte Effekte zu erzielen, ist es auch möglich, vor dem Glasieren mit **Wachsre-servierungen** zu arbeiten; beim Brand schmilzt das Wachs und die Glasur haftet an diesen Stellen nicht, was reizvolle Effekte gibt. In der Industrieproduktion erfolgt die Farbgebung oftmals mit **Siebdruck** nach dem Glasurbrand und erlaubt vielfarbiges Design.

Abb. 64: Tasse mit farbiger Gestaltung im Siebdruck auf blauer Keramikglasur: Die Verwendung unterschiedlichster Farben bereitet im Druck kein Problem, auch sind die Farben spülmaschinenfest und langlebig.

Handwerkliche und industrielle Herstellung im Vergleich



Abb. 65: In Handarbeit hergestellte Vase



Abb. 66: Industriell gefertigte Vase

Vergleichsaspekt	Handwerkliche Verarbeitung	Industrielle Massenproduktion
Design	Unikatcharakter, jedes Werkstück kann individuell gefertigt werden	rationalisierte Massenproduktion, durch maschinelle Fertigung keine individuellen Abweichungen, meist funktionales Design
Herstellungsweise	unterschiedlichste Formungstechniken möglich, Aufbautechniken wie Platten-, Bänder- oder Wulsttechnik, Drehen, Gießen; oftmals sichtbare Arbeitsspuren	hochpräzise Guss- und CNC-Formungsanlagen, alle Produkte sehen gleich aus
Oberflächengüte	Oberflächenstruktur abhängig von Glasur/Engobe und Brenntemperatur; unterschiedliche Dicken durch Tauchverfahren	hochdichte und -glatte Oberflächen von konstanter Materialstärke möglich und notwendig
Materialstärke	bedingt durch unterschiedliche Formungstechniken tendenziell dickere Werkstücke	aufgrund hochtechnisierter Serienfertigung Produktion dünnwandiger Massenware möglich
Dauer der Fertigung	sehr zeitaufwändig, da in der Regel Herstellung von Einzelstücken	Produktion in kürzesten Zeitintervallen durch computergesteuerte maschinelle Fertigung
Farbige Gestaltung	unterschiedlichste Farbfassungen und Kombination verschiedener Maltechniken durch individuelle Fertigung möglich	Beschränkung auf eine Glasur, häufig farbige Fassung durch Siebdrucktechnik

Nachhaltigkeit im keramischen Handwerk

Ton ist ein **nachhaltiger Werkstoff**, da er aus **natürlichen Ressourcen** mit relativ geringer Umweltbelastung gewonnen wird. Da die Herstellung von Ton und seine Aufbereitung in eine homogene, gut formbare Masse mit hohem Energieaufwand erfolgt und das Vorkommen begrenzt ist, sollte das Material **sparsam verwendet** werden, **Reste gesammelt** und durch **Einsumpfen, Sieben und Durchkneten aufbereitet** werden. Da der Brennvorgang sehr hohe Temperaturen erfordert, sollte nach Möglichkeit klimafreundlich auf **Ökostrom** zurückgegriffen werden. Auch ist bei der Beschickung des Ofens darauf zu achten, dass das Ofenvolumen möglichst optimal genutzt wird und grundsätzlich nur bei voll beschicktem Ofen gebrannt wird. Durch den Einbau von **Abluftsystemen** kann die Emission von Schadstoffen beim Brennvorgang deutlich reduziert werden.



Abb. 67:
Vorsichtiges, platzsparendes Ineinanderstapeln für den Schrühbrand
Quelle: © ClipDealer

Schwermetalle in Glasuren

Bei der Verwendung von Glasuren ist darauf zu achten, dass sie **keine Schwermetallverbindungen** als Fluss- oder Färbemittel enthalten. **Blei-, Cadmiumoxid und Kobalt** können als häufiger Bestandteil von Glasuren in Geschirren und Behältnissen in die Nahrung übergehen und zu **ernsthaften Erkrankungen** führen. Besonders saure Lebensmittel wie Fruchtsäfte und Essig führen zu einer erhöhten Schwermetallaufnahme im Körper, da sie die Schwermetalle aus den Glasuren und Bemalungen lösen.

Generell gilt, dass Glasuren mit einer Brenntemperatur von über 1200 °C auch ohne giftige Zusatzstoffe aufschmelzen. Grundsätzlich sollten nur **gesundheitlich unbedenkliche Glasuren**, die entsprechend gekennzeichnet sind, verwendet werden. Pigmente und Pasten auf der Basis von Cadmium-, Blei- und Kobaltverbindungen sind gesundheitsschädlich. Diese dürfen, ebenso wie sehr giftige Pigmente, im Unterricht nicht verwendet werden. In dieser Hinsicht ist auch Vorsicht bei Dekorfarben geboten.

Glasurabfälle und -reste müssen in jedem Fall sorgfältig gesammelt werden und sollten als **Sondermüll** entsorgt werden, ins Abwasser dürfen sie keinesfalls gelangen.

In ökologischer und gesundheitlicher Hinsicht bedenkliche Glasuren sind mit einem **Gefahrensymbol** gekennzeichnet. Unter anderem sollten keinesfalls Mischungen verwendet werden, die das unten abgebildete Zeichen tragen: Sie sind sehr giftig für Wasserorganismen und können in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben. Übrigens sollte man auch keine bleihaltigen Glasuren mit anderen Glasuren vermischen oder zusammen brennen, da sich Bleidämpfe auch auf andere Werkstücke niederschlagen können.



Abb. 68: Achtung: Umweltgefährlich
Quelle: © ClipDealer



Abb. 69: Vorsicht bei glasierter Ware unbekannter Herkunft
Quelle: © ClipDealer