

Keramik

vom grch.: keramos Trinkhorn/Gefäß

Definition der Keramik als Technologie nach dem Nomenklaturausschuss der Deutschen Keramischen Gesellschaft:

Keramik ist ein Zweig der chemischen Technologie oder Hüttenkunde, der sich mit der Herstellung keramischer Werkstoffe und Weiterverarbeitung bis zum keramischen Erzeugnis befasst.

Keramische Werkstoffe sind anorganisch, nichtmetallisch, in Wasser schwer löslich und zu wenigstens 30 % kristallin [...] werden bei Raumtemperatur aus einer Rohmasse geformt und erhalten ihre typischen Werkstoffeigenschaften durch eine Temperaturbehandlung meist über 800°C.

umfasst alle anorganischen, nicht metallischen Werkstoffe, bei denen die Formgebung vor der Vermittlung der Materialeigenschaft (brennen) entsteht.

Beispiele für keramische Werkstoffe: (keram. Werkst. sind Ergebnisse des keramischen Prozesses!)

Ziegel, Geschirr, dentale Einsatzbereiche (Härte, formbar), Baukeramik, Hausrat, Schmuck, Isolatoren/Sicherungen/thermische Geräte, feuerfeste keram. Werkst., Glas-, Metallindustrie/Hochtemperaturisolierung, Medizin – Implantate ...

Zur Klassifizierung wird der „Scherben“ (Körper/tragender Teil) betrachtet: durch normierte Probe zur Feststellung der H₂O – Aufnahme

Probe wird erhitzt (120°C), darrtrocken

sofort gewogen

danach 2h in H₂O gekocht

kühlt dann im H₂O aus

Oberflächenwasser wird abgewischt (vileda!)

Stück wird gewogen (Differenz - H₂O Aufnahme!)

Unterteilung nach der H₂O – Aufnahme des Scherbens in:

porös - **nicht porös** (< 3 od. 4%)

	porös	nicht porös
farbig	Ziegel, Terrakotta, Irdenware, Ofenkachel Feuertonerzeugnis	Steinzeug (Klinker...), Feinsteinzeug Vitrous China
weiß	Steingut, Ofenkachel, Feuerfestmaterial	Porzellan neue keram. Werkst. nicht aus Silikatkeramik

Wichtig! Das Material ist durch das Ergebnis definiert!

z.B.: **Porzellan** Sintertemp. 1320°-1460°C max.
 Farbe: weiß, lichtdurchscheinend
 „verglast“, keine H₂O – Aufnahme (dicht)

wird Ton zu lange bearbeitet (warm), kann er „müde“ werden – hat kein Stehvermögen mehr!

Schamotte: ist ein gebrannter Scherben aus feuerfestem Ton (hell od. farbig durch Reduktion)

Diese Körner erweichen beim Brand nicht!

Übliche Korngrößen sind:

0-0,5; 0,5-2,0; 0,2-1,0; 0,02-1,0 ...mm (die Angaben entsprechen der kleineren Kornseite!)

Siebgröße 2mm!

40% Schamotte bedeutet 40% der Trockenmasse!

häufige Elemente

Element	Bezeichnung	Anteil in d. Lithosphäre (%)	zum Vgl. ein Ziegel (%)	
O	Sauerstoff	46,6	48,8	häufigstes! oft in Bindung
Si	Silizium	27,7	30,3	z.B.: SiO ₂
Al	Aluminium	8,1	11,3	
Fe	Eisen	5,0	2,1	
Ca	Calzium	3,6	3,3	
K	Kalium	2,6	2,0	
Mg	Magnesium	2,1	1,1	
H	Wasserstoff	0,?	0,?	
Ti	Titanium	0,?	0,6	

Vgl.: Keramik, Metall, Glas, Beton

Keramik	Metall	Glas	Beton
Elemente in oxid. Form, versch. Phasen des kristallinen Zustandes (jedes Atom im Raumgitter angeordn.)	Stoffe liegen in reiner Form vor (bzw. Mischungen davon, z.B.: Bronze = Kupfer/Zinn) besitzen kristalline Gitterstruktur	= zähe (unterkühlte) Flüssigkeit, keine Kristallgitter – sondern Netzstruktur! Elemente kommen wie bei Keramik in oxid. Form vor	(Zementwerkstoff) nimmt H ₂ O auf + erhärtet silikatisch
hoher Al ₂ O ₃ -Gehalt		geringer Al ₂ O ₃ -Gehalt	Zement – bindet Zuschlagsstoffe
hohe Druckfestigkeit geringe Zugfestigkeit	hohe Druckfestigkeit hohe Zugfestigkeit	hohe Druckfestigkeit geringe Zugfestigkeit	hohe Druckfestigkeit geringe Zugfestigkeit =>Armierung = <u>Stahlbeton</u> hohe Druckfestigkeit hohe Zugfestigkeit
	gute Verformbarkeit (plastisch/ elastisch) duktil!		stark temperaturempfindlich (Brand – Gefahr!)

Vorteile -

wärmebeständig (Feuer)
hohe Temperaturwechselbeständigkeit durch hohe Porösität
hohe chem. Beständ. (salzglas. Steinzeug!)
sowohl elektr. leitend als auch isolierend!
Möglichkeiten der Formgebung
Filterwirkung durch Porösität (katodyn)

Nachteile der Keramik

Bruchgefahr (geringe Zugfestigkeit)
Materialversagen kündigt sich nicht an – schlagartig!
Spätschäden möglich
Keine maßgenauen Formteile (Fertigung)
=> Maßtoleranzen

Petalit (Lithiumoxid) kann durch Einführung in Gläser eine negative Ausdehnung bewirken!
Talkum (Magnesiumsilikat) macht Massen elastisch

Die Industrielle Fertigung:

Automatisierung, Fließbandarbeit, Arbeitsteilung, Maschinen
Beginn: Textilindustrie (1799 Webstuhl von Cartwright)
es folgte auch ein gesellschaftlicher Umbruch/ ind. Revolution
Kapital/Maschinen werden wichtig (Gründerzeit 1860-1880)
erste tragende Mauern aus Ziegeln – mit statischen Berechnungen
Bau – industrialisiert (genormt, flexibel einsetzbar)
vom Eigengebrauch, Handwerk – gewerbliche Ausübung (Zunftbildung 13./14.Jh)
einzelne Gewerbetreibende gehen andere Wege – Arbeitsteilung
soziale Umschichtungen (viele Frauen in Manufakturen im Einsatz)

- 1) Rohstoffbeschaffung + Bereitstellung
- 2) Masseaufbereitung
- 3) Formgebung
- 4) Trocknung
- 5) Brennen (Ein- od. Mehrbrandverfahren)
- 6) Glasuren, Engoben / Aufbereiten, glasieren, engobieren
- 7) Dekor
- 8) Sichten, Qualitätskontrolle, Einteilung
- 9) Verpackung, Logistik

Labor:
kontrolliert, überwacht den
gesamten Produktionsablauf
entwickelt

ad 1)

früher war die Standortfrage ein wichtiger Faktor – Vorkommen vorort!
(Masse - Ton + Energie – Holz, Kohle)

heute sind andere Faktoren von Bedeutung:
Straßenanbindung(Transport), Steuern, Lohnkosten, Kapitalveranlagung,
Rohstoffe werden hingegen weltweit gehandelt/ überall verfügbar

Wichtige Firmen/ Hersteller:
ECC english china clays
WBB (u.a gehört Fuchs-Ton dazu....)

Vorkommen einiger Rohstoffe:
Zirkonoxid/-silikat – Australien
Nephelinsyenit – Norwegen
Ball Clays – England
CoO - Südamerika

natürliche Tonvorkommen:

z.B. an Flurnamen zu erkennen

finden!
Schichten selektiv abtragen/abbauen
(möglichst ohne organische Beimengungen)

„Kugler- Probe“: zusammendrücken; prüfen von Plastizität/ Bildsamkeit
„Würstel- Probe“: stauchen und ziehen; Stehvermögen!
Es gibt allerdings selten natürliche Vorkommen mit guten Masseeigenschaften
oft enthalten: Eisenhydroxyd = Gagerlgelb
oder hellgraue bis bläuliche Tone (im Rohzustand!!!)
rot, gelb, braun: meist rotbrennend
blau, grau: meist hell brennend

es werden Schollen gestochen (Spaten)
unter Dach getrocknet und in Stücke geschlagen
im klaren Wasser einsumpfen (ev. einstreuen)
nicht rühren (soll klar bleiben)

Wasser abziehen (sollte wiederverwertet werden, enthält auch noch Tonminerale)
zu Schlicker rühren: mit Hand oder extrem langsam laufendem Rührwerk
Schlicker entwässern!
kneten, schlagen (auf Tischkante – Teil abscheren ...)
rasten lassen, mauken
kneten
formen
zu fett oder bröckelig
=> Masserezept
= Ausgleichen von Eigenschaften verschiedener Tone (Massen)
div. Reste sind kein Abfall, sondern kommen als Rücklauf in die Aufbereitung

die Rezepte werden meist nach Gewicht erstellt
kann mit Wasser in Massen (z.B.: bei Pellets) ungenau sein

durch die verschiedenen Rohstoffe erzielt man unterschiedliche Eigenschaften der Massen
solche können sein: bei formbaren Massen:
physikalische: grob/fein; formbar ...
keramische: Brennfarbe (weiss/farbig); Sinterpunkt (Anwendungstemperatur) ...
Eigenschaften des Ergebnis: Werkstoff

Überlagerung der Eigenschaften – voneinander abhängig

Plastische Rohstoffe: enthalten viele Tonpartikel, oder organ., plastische Stoffe (Plastifizierer)

Unplastische Massen besitzen keine plastischen Qualitäten:
Sand, Schamotte, Quarz, Feldspat, Kreide/Kalkspat, Talkum, färbende Oxyde
Scherbenmehl kann auch magern

Molochite – unplastisch!; künstl. hergest.: Mullit
Die Plastizität positiv beeinflussen können z.B.:
Glasfasern, Zellulose, Viskose ...

Strangpressen- Ziegelherstellung:

Rohstoffe: Lehme, Sande, Erden ...

werden unter Dach gelagert – Halle
⇒ kontrollierter - H₂O Gehalt

Das Material wird homogenisiert

Kollergang

Topf mit Siebboden
Mahlbewegungen durch laufende Walzen

Mit nachgeschaltetem Walzwerk (beschränkt Körnung auf ca. 2mm)

Material wird nur zerdrückt (nichts herausgenommen!)

Kalkpartikel sollten nicht größer als 1-1,5mm sein
Quarz 0,5- 1mm

Lagerung: im Sumpfhaus

-in großen Becken eingelagert!

= H₂O-Ausgleich im Material
+ Puffer (Lager)

Vacuumtenschneider – Formgebung mittels Strangpresse

keramische Formgebung mit Massen im
erdfeuchten Zustand: (Stampfmassen)

z.B.: Feuerleichtsteine
Stampflehmtechnik im Lehmabau

Masse wird rel. trocken eingefüllt und verdichtet!
⇒ keine große Trockenspannung (Massen müssen mager sein)

im trockenen Zustand: (Trockenpressen)

-ist schon trocken, kein Verzug (Schwindung)

gepresst meist in Metallwerkzeugen!

wird verwendet für: Wand- und Bodenfliesen, Flachteile bei Geschirr

Schwindungsberechnung:

Trockenschwindung H₂O (physikal. geb.) entweicht
+ Brennschwindung
= Gesamtschwindung

Berechnung:

100 = Modellmaß (Formgebung) in nassem Zustand : Fertigmaß

= 100 : (100 – Schwindung)

$M = F \times 100 : (100 - S)$ (Vergrößerungsfaktor)

Irdenware 6-10%

Steinzeug 10-13%

Porzellan 14-20%

Wenn die Trockenschwindung wegfällt

⇒ große Maßgenauigkeit

(nur bei großen Stückzahlen rentabel!)