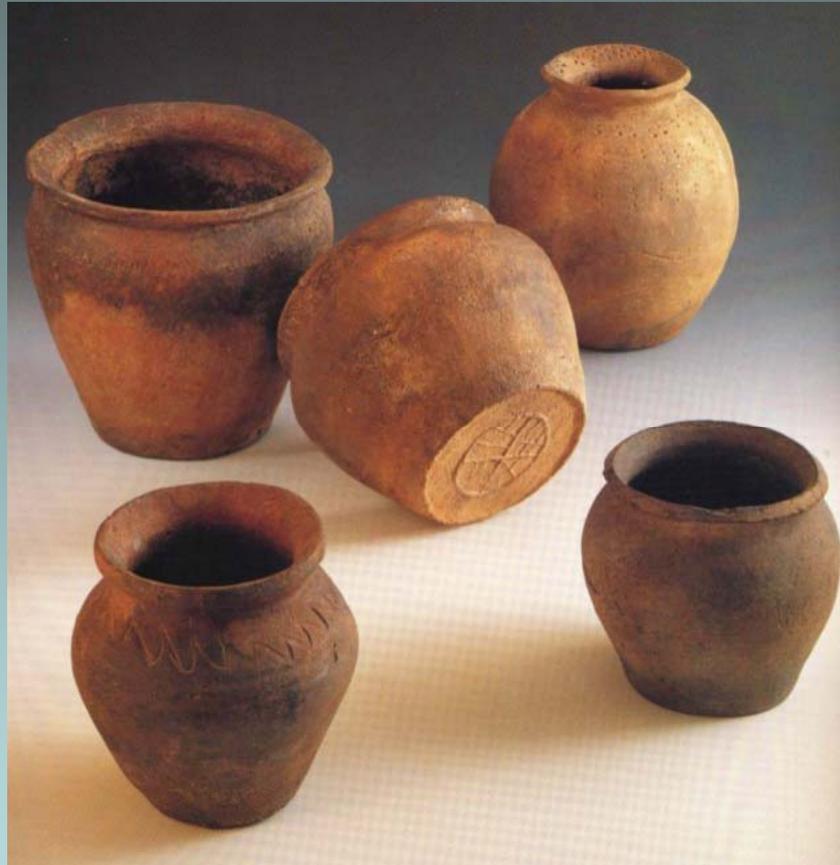


# Herstellung der klassischen Keramik



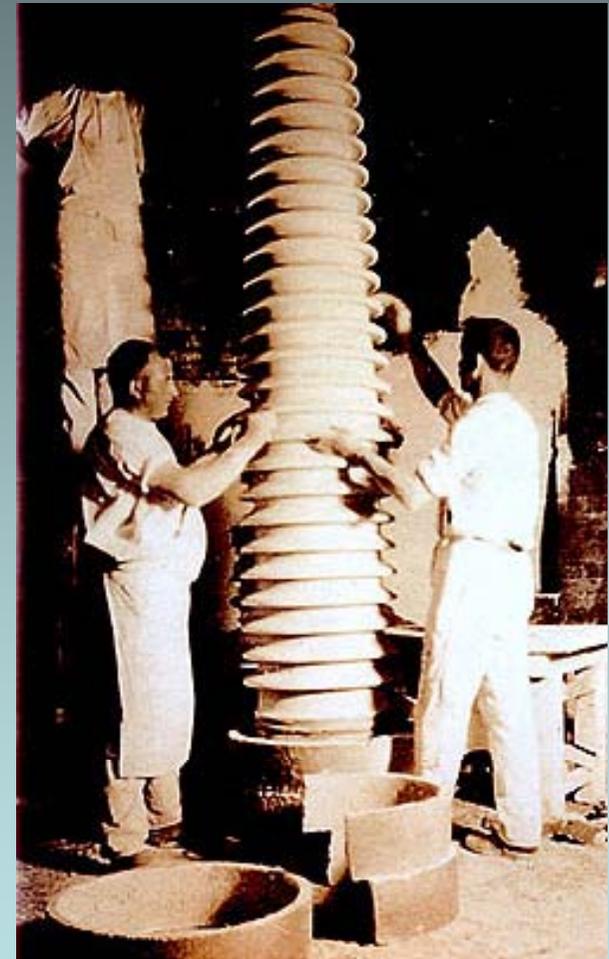
Sebastian Godehardt  
Philipp Pastoors

# Gliederung

- 1. Geschichtliche Fakten
- 2. Rohstoffe der klassischen Keramik
- 3. Formgebung
- 4. Trocknungsprozess
- 5. Brennvorgang
- 6. Glasierung
- 7. Eigenschaften
- 8. Quellen

# 1. Geschichtliche Fakten

- es wird vermutet, dass vor ca. 10 000 Jahren bereits erste keramische Erzeugnisse zur Verfügung standen
- in der sich entwickelnden Industrie waren keramische Werkstoffe ein stetiger Begleiter in der Anwendungstechnologie
- Grundlage der industriellen Revolution im 16. Jhd.
- keramische Isolatoren lösten erste Probleme der entstehenden Elektrotechnik



## 2. Rohstoffe der klassischen Keramik

- **Gewinnung der Rohstoffe**
- Durchführung mehrerer Bohrungen
- Abbau im Tagebau und Tiefbau
- Abspritzen mit Wasserstrahl und Aufschlänmen zu „Schlicker“, welcher gereinigt und gesiebt wird
- Abbau von Hand oder mit einem Presslufthammer
- Sprengungen



# Chemische Zusammensetzung / Eigenschaften

- **Tonminerale und deren Gemische**
- wasserhaltige Aluminiumsilikate

Hauptbestandteile :

- Illit ( $K_{0,65}Al_2Al_{0,65}Si_{3,35}O_{10}(OH)_2$  )  
Montmorillonit ( $Al_2[(OH)_2/Si_4O_{10}] \cdot nH_2O$ )  
Kaolonit ( $Al_4[(OH)_8|Si_4O_{10}]$ )

Zu erreichende Eigenschaften:

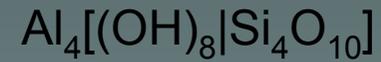
- gute Formbarkeit der Masse
- geringe Schwindung beim Trocknen und Brennen
- hohe Standfestigkeit beim Brennen
- geringe oder keine Verfärbung des Endproduktes

## Kaoline

- Kaolin ist ein Verwitterungsprodukt von Feldspat
- $4 \text{ KAlSi}_3\text{O}_8 \text{ (s)} + 6 \text{ H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 \text{ (s)} + 8 \text{ SiO}_2 \text{ (s)} + 4\text{K(OH) (aq)}$
- besteht aus Kaolinit , Quarzsand, Feldspat und Glimmer
- Entfernung letzterer Bestandteile durch Schlämmen
- Mischung Kaoline unterschiedlicher Herkunft
- Zugabe von Plastifizierungsmittel zum Verbessern des Gießverhaltens

# Kaolinit

Chemische Formel



Mineralklasse

Schichtsilikate (Phyllosilikate)

Farbe

weiß, auch mit rötlichem, braunem  
oder blauem Stich

Mohshärte

2 bis 2,5

Dichte (g/cm<sup>3</sup>)

2,61 bis 2,68

Glanz

erdig

Transparenz

undurchsichtig



## Nichtplastische Rohstoffe

- gute Flussmittel
- Quarz senkt den Trocknungs- und Brennschwund, verschlechtert jedoch die Plastizität
- Kalk wird als geschlämmte Kreide oder als gemahlener Kalkstein eingesetzt
- Schamotte ist ein Magerungsmittel, das die Porosität erhöht und die Trocknungs- und Brennschwundung reduziert
- Magnesiummineralien verleihen eine hohe Temperaturwechselbeständigkeit

# Feldspate

- Gruppe häufiger Silicat-Minerale Feldspat
- Form tafeliger oder säuliger, oft verzwilligter Kristalle
- Vorkommen in magmatischen ,metamorphen und Sedimentgesteinen
- Unterteilung in drei Gruppen:
  - **Alkalifeldspate**
  - **Plagioklase**
  - **Ternäre Feldspate**

## Feldspat

Chemische Formel

$(\text{Ba,Ca,Na,K,NH}_4)(\text{Al,B,Si})_4\text{O}_8$

Mineralklasse

Gerüstsilicate (Tektosilicate)

Farbe

farblos, weiß, rosa, grün, blau, braun

Mohshärte

6 bis 6 1/2

Dichte ( $\text{g/cm}^3$ )

2,5 bis 2,8

Glanz

Glasglanz

Transparenz

undurchsichtig



### 3. Formgebung

- Ton wird durch Aufnahme von Wasser formbar
- durch Töpfern wird die gewünschte Form festgelegt



# Techniken:

- Formen aus der Hand
- Wulsttechnik
- Plattentechnik
- Drehpressen
- Gusskeramik

## 4. Das Trocknen

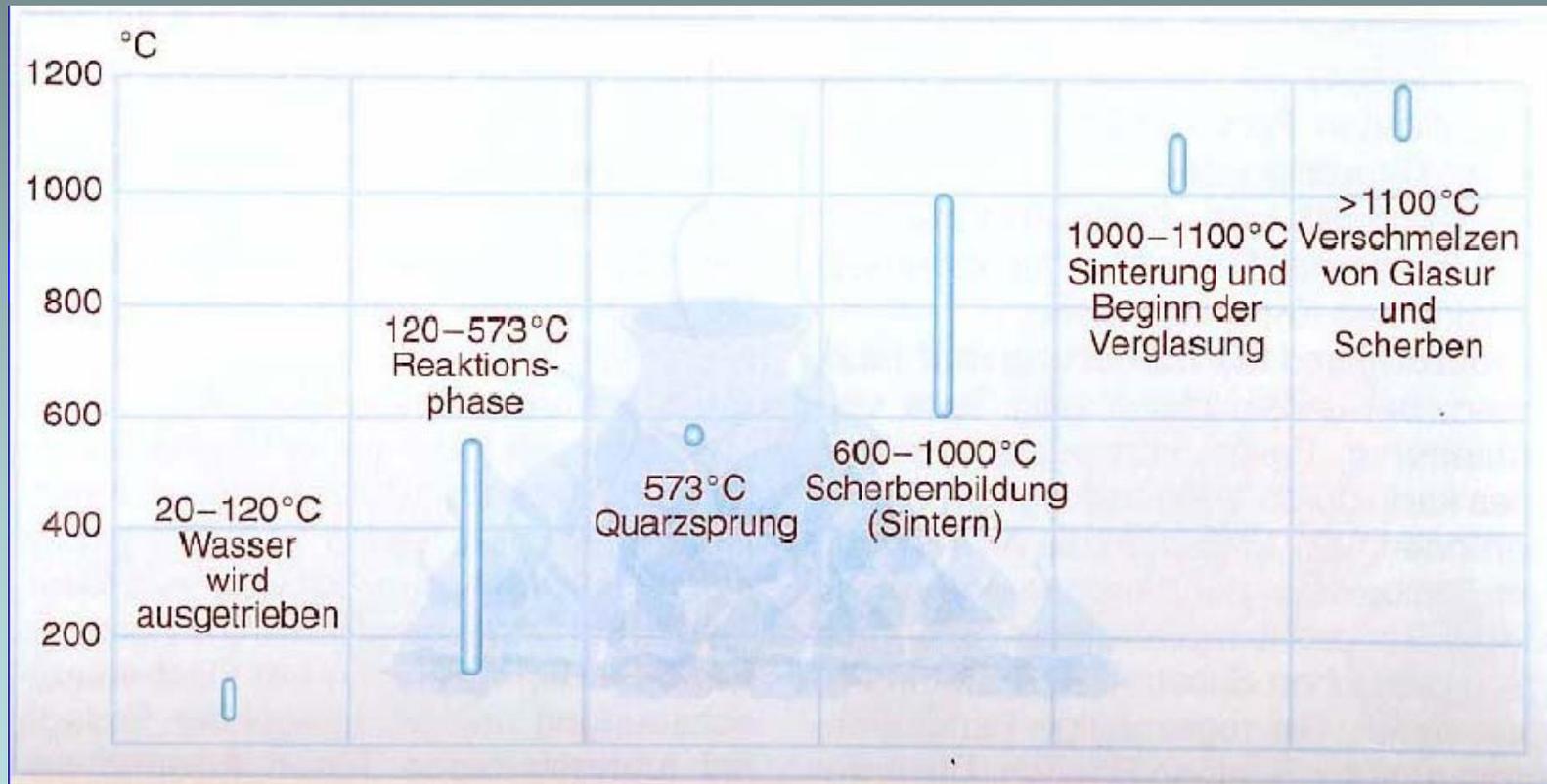
- nach der Formgebung ist der Rohling feucht
- Die Trocknungsgeschwindigkeit ist abhängig von:
  - umgebenden Klima
  - der Rezeptur der Rohmasse
- die Trocknungsgeschwindigkeit wird durch Abdecken niedrig gehalten -> Vermeidung von Rissbildung

### Die drei Stadien des Trocknens

- *Lederhart*
- *Lufttrocken*
- *Brennreif*

## 5. Der Brennprozess

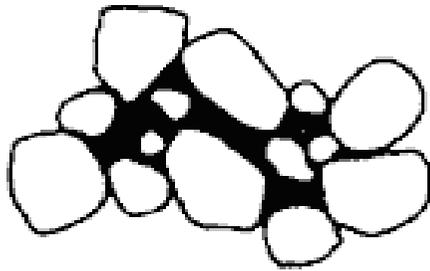
- auch als Sintern bezeichnet
- Austreibung flüchtiger Bestandteile (Wasser, Luft)
- Durchführung unter reduzierender Atmosphäre



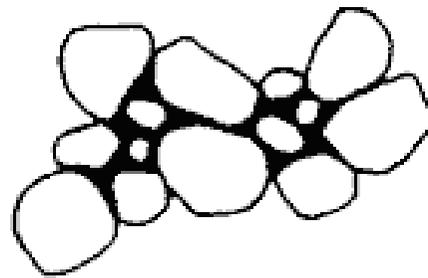
## Der Sintervorgang

- aus der Tonsubstanz entsteht durch Abgabe von Wasser Mullit
- $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$   
-> schuppenförmige (Primär-) Mullit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$ ) bildet sich
- Aufschmelzen des Feldspates bei  $950^\circ\text{C}$
- die Alkalioxide gelangen in die Masse
- hochviskose Schmelze bildet sich -> Zähigkeit nimmt zu

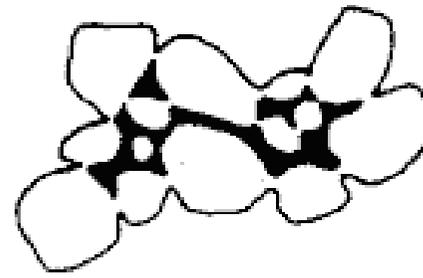
Ausgangs-  
situation



Teilchen-  
umordnung

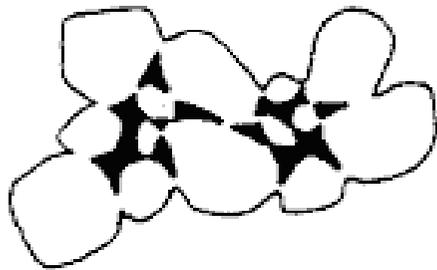


Kontakt-  
bildung

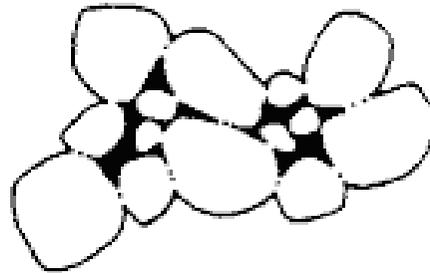


- ..... Korngrenze
  - Korn
  - ▼ Porosität
- Frühstadium

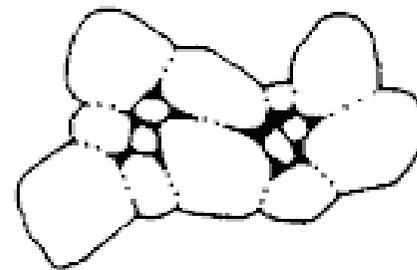
Kontakt-  
wachstum



Korngrenzen-  
ausbildung

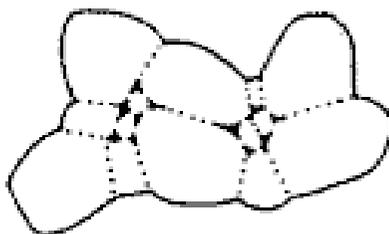


Kontakt-  
wachstum

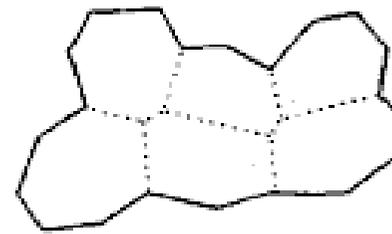
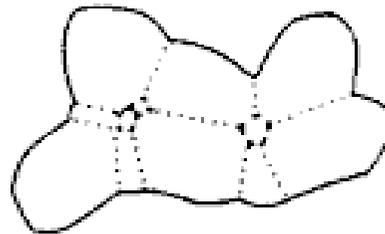


Mittelstadium

Kornwachstum



Porenausheilung und Korn-  
wachstum



Spätstadium

## 6. Glasuren

- Glasüberzüge
- Unterscheidung in:
  - Borosilikat-, Feldspat-, Salz- und bleihaltigen Glasuren unterscheiden
- Hauptbestandteil  $\text{SiO}_2$
- Aufbringen nach Schrühbrand
- Verglasung nach erneutem Brennprozess

### Eigenschaften:

- wasserdicht
- leicht zu reinigende Oberfläche
- dekorative Gestaltung möglich
- Glasuren können farbig oder transparent



- weiß durch Zinnoxid
- blaue durch Kobaltoxid
- grün durch Chromoxid
- Brauntöne durch Mangan
- unter reduzierender Brennatmosfera führt ein Eisenanteil zu graublauen Farbtönen

# 7. Eigenschaften

- Hitzebeständigkeit bis weit über 1000 °C (Heizelemente)
- elektrische Isolation
- Abrieb- und Verschleißfestigkeit
- große Härte
- Korrosionsbeständigkeit
- geringe thermische Ausdehnung
- niedrige Dichte
- hohe mechanische Festigkeit, allerdings verbunden mit niedriger Bruchzähigkeit
- Formstabilität

# 8. Quellen

- Weblinks:
- [www.fh-muenster.de](http://www.fh-muenster.de)
- [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)
- Online Buch Brevier Technische Keramik
- [www.uni-heidelberg.de](http://www.uni-heidelberg.de)
- [www.uni-saarbruecken.de](http://www.uni-saarbruecken.de)
- [www.fh-koblenz.de](http://www.fh-koblenz.de)
- <http://www.keramverband.de/keramik.html>
- [www.old.uni-bayreuth.de/departments/ddchemie/umat/keramik/keramik.htm](http://www.old.uni-bayreuth.de/departments/ddchemie/umat/keramik/keramik.htm)
- Grundlagen der Technologie der Keramik (H. Stern)
- Werkstoffe, Gantner - Verlag