



Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde

6.

Struktur der Materie

Keramiken, Polymere, Komposite

Schwerpunkte:

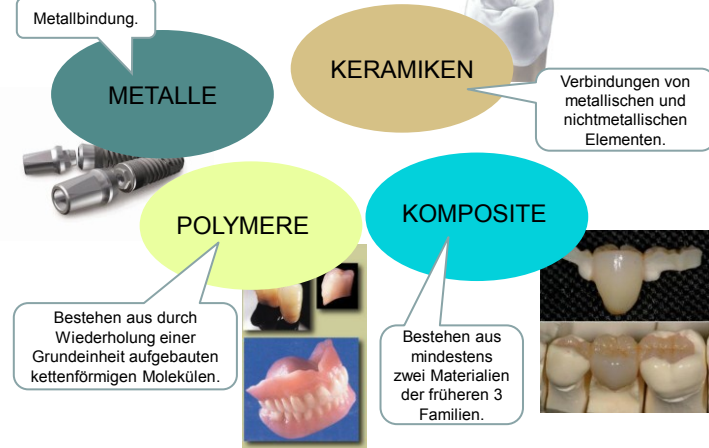
- ❖ Zirkon
- ❖ Statistische Beschreibung eines Polymerpräparates

Kapitel des Lehrbuches:
11-13

Hausaufgaben:
3. Kapitel.:
21, 24, 25, 27

1

Zahnärztliche Materialklassen



2

Keramiken

Definition: Verbindung metallischer und nichtmetallischer Elemente (Es gibt Ausnahmen!)



Allgemeine Eigenschaften:

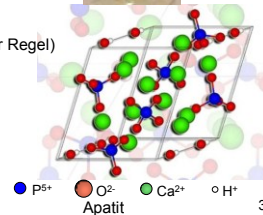
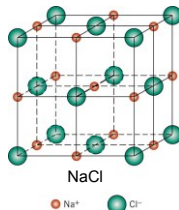
- mittlere Dichte
- fest
- hohe Steifigkeit, Härte, aber Brüchigkeit, schlechte Bearbeitungsfähigkeit
- gute Hitze- und Korrosionsbeständigkeit
- schlechte Hitzeschockbeständigkeit
- schlechte elektrische und Wärmeleitung
- diverse optische Eigenschaften
- Biokompatibilität

Struktur:

- Ionenbindung, kovalente Bindung
- unterschiedlich große Ionen (in der Regel)
- kristallin oder amorph

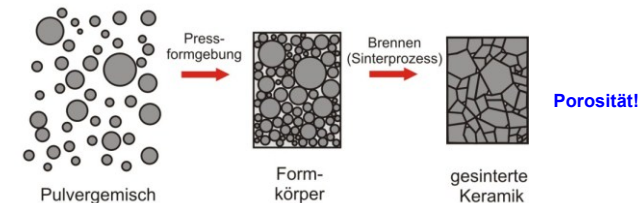
Anwendungsbeispiele:

- Kronen, Brücken
- Wurzelstift
- Zemente
- Polierstoffe



3

Herstellung: Ausbrennen, Sintern

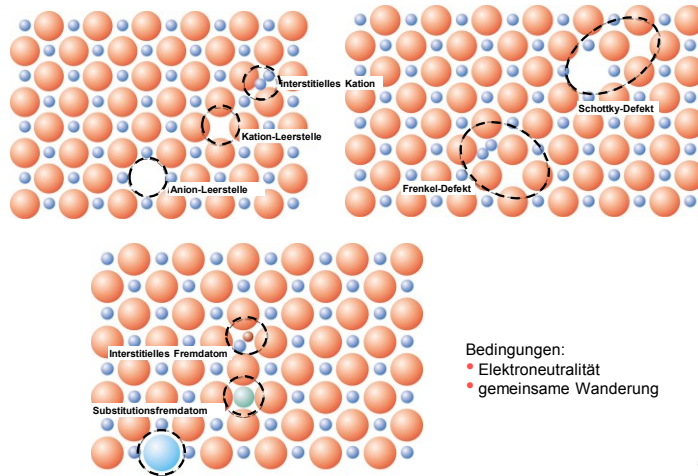


Glaskeramik: Amorphes Glas → Kristall Umwandlung bei hoher Temperatur (ohne Schmelzen)

⇒ feinkörniges polykristallines Material

4

Defekte:

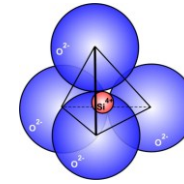


5

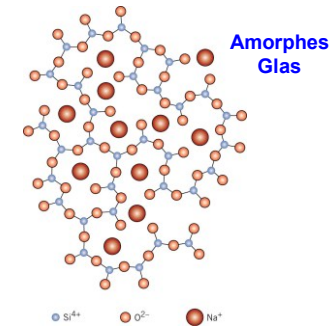
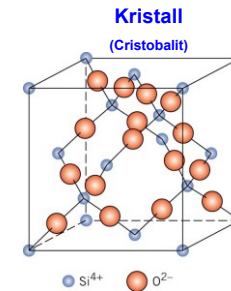
Silikate

Mehrheitselemente: Si és O

Baueinheit:
 SiO_4^{4-}

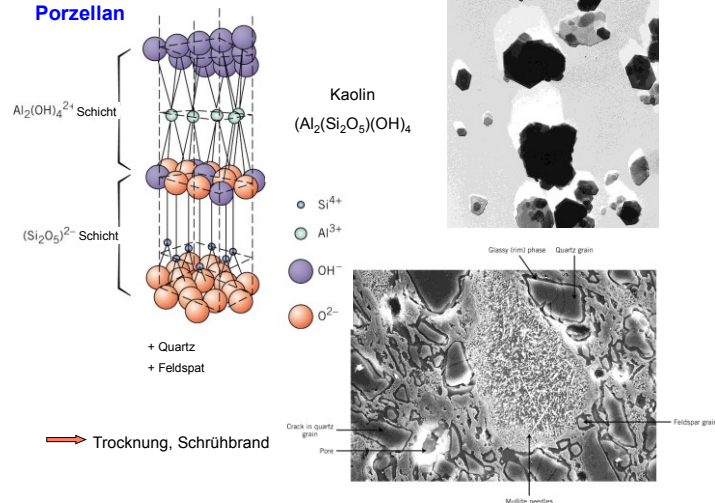


• Siliciumdioxid (SiO_2)



6

Porzellan



Oxidkeramiken

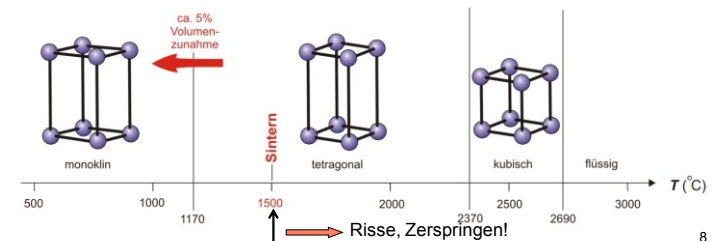
• Zirkoniumdioxid (ZrO_2 , Zirkon)

Eigenschaften (im dichtgesinterten Zustand):

- weiß
- Dichte etwa 6 g/cm^3
- Hohe Festigkeit und Zähigkeit, steif, hart (s. später)

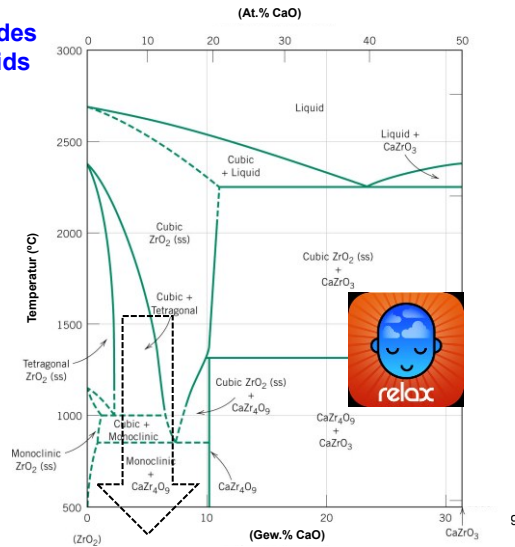
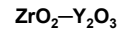
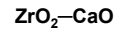
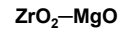
Herstellung:

- Aus Zirkonsand (ZrSiO_4)
- Teure Reinigung, Hafniumoxid bleibt etwa 1% (Radioaktivität $< 1 \text{ Bq/g}$)
- Heißes oder kaltes Pressen, Sinterprozess



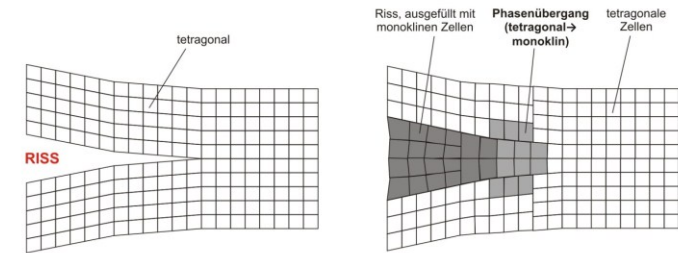
8

Stabilisierung des Zirkoniumdioxids



9

„Selbstreparatur“ von Zirkon:



→ Durch Zugabe von Zirkon können andere Keramiken auch verstärkt werden.

→ s. Umwandlungsverstärkte Keramiken

10

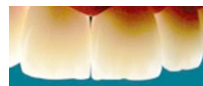
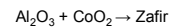
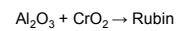
Aluminiumoxid (Al_2O_3)

Eigenschaften:

- durchsichtig, weiß
- Schmelzpunkt 2700°C
- Dichte cca. 4 g/cm^3
- Sehr hart (s. später)



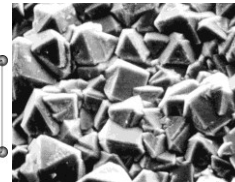
Kristalline Strukturen: Korund



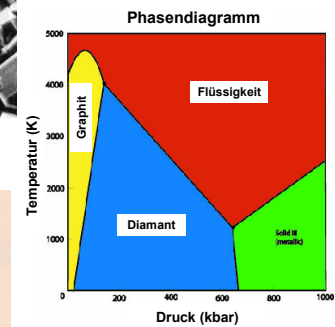
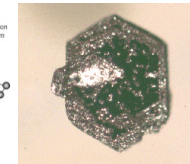
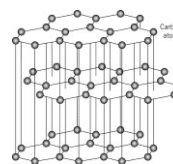
11

Kohlenstoff

Diamant

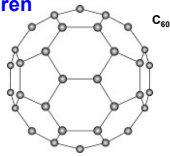


Graphit

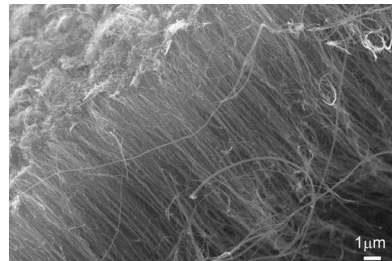
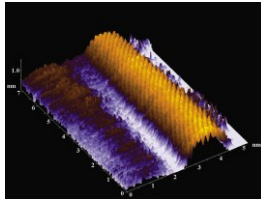
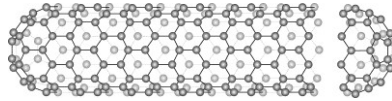


12

Fulleren



Nanoröhre



13

Polymere

Definition des Polymers: aus Basiseinheiten, den sog. Monomeren bestehendes, langes kettenartiges Makromolekül

Eigenschaften:

- Kleine Dichte
- Fest oder flüssig bei Raumtemperatur
- kleine/mittlere Steifigkeit, Härte, gute Bearbeitungsfähigkeit
- Viskoelastizität
- Verhältnismäßig schwache Wärme- und Korrosionsbeständigkeit
- Schlechte elektrische und Wärmeleitung
- Diverse optische Eigenschaften



Struktur:

- innerhalb der Kette kovalente, zwischen den Ketten eher sekundäre Bindungen
- Semikristallin oder amorph

Herstellung:

- ❖ Polyaddition
- ❖ Polykondensation

Anwendungsbeispiele:

- Zahnersatz
- Füllungsmaterial
- Abdruckmaterial

14

Monomer

Bezeichnung des Polymers Struktur des Monomers

Polyethylen (PE)



Anwendung: Industrie



Anwendung: Zahnmedizin



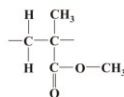
Polyvinylchlorid (PVC)



Polytetrafluorethylen (PTFE, Teflon)



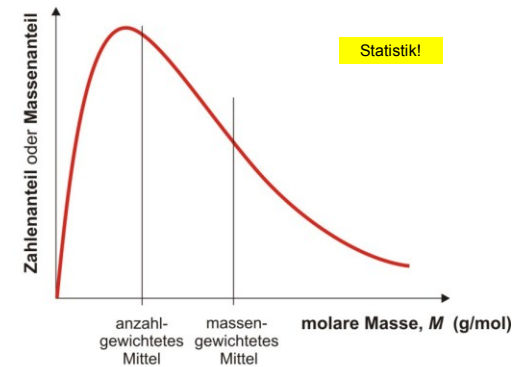
Polymethylmethacrylat (PMMA, Plexiglas)



- **Homopolymer:** Monomere der gleichen Art
- **Copolymer:** Monomere unterschiedlicher Arten

15

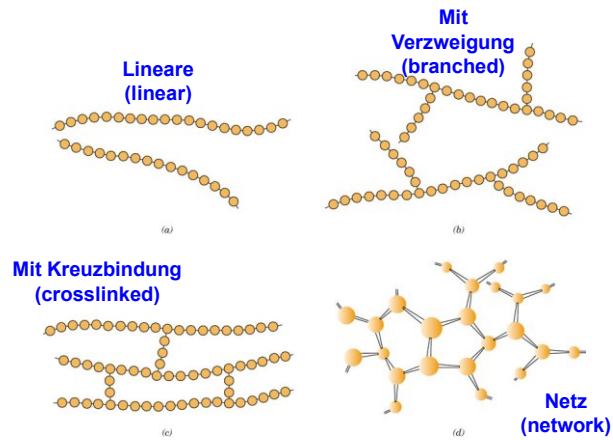
Polymer-Präparat



Polymerisationsgrad : $\frac{\overline{M}_n}{M_{\text{Monomer}}}$

Polydispersionsgrad : $\frac{\overline{M}_m}{\overline{M}_n}$

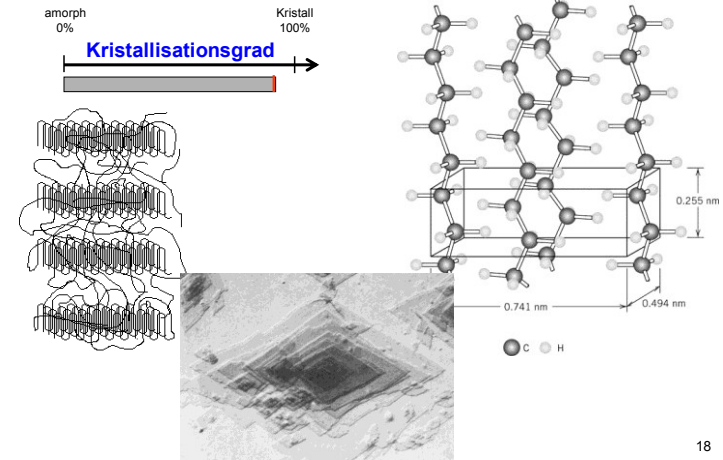
16



Thermoplaste ↔ Duroplaste

17

Semikristalline (teilkristalline) Struktur



18

Komposite (Verbundwerkstoffe)

Eigenschaften:

- Kleine Dichte
- Fest bei Raumtemperatur
- Vorteilhafte Eigenschaften der einzelnen Komponenten werden kombiniert
- Hohe Festigkeit, gleichzeitig hohe Elastizität und Zähigkeit
- Diverse optische Eigenschaften

Anwendungsbeispiele:

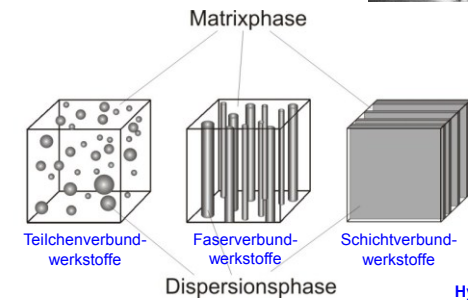
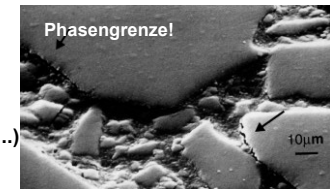
- Füllungsmaterial
- Instrumente



19

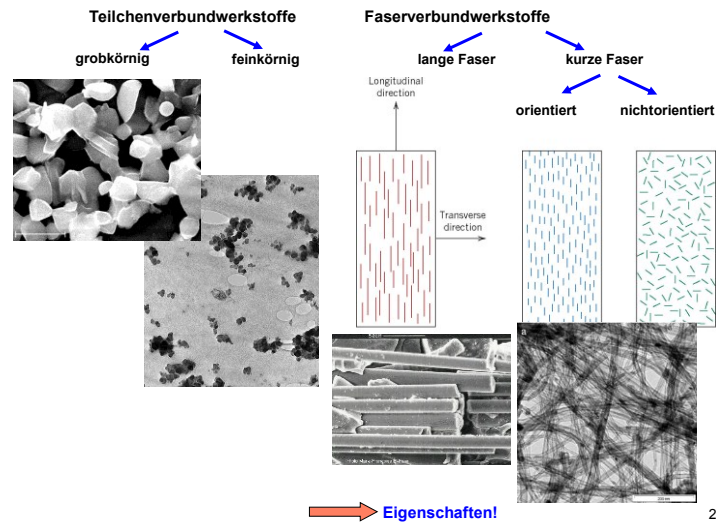
Struktur der Komposite

Matrix (Polymer, Metall, Keramik)
+
Dispersierter Stoff (Keramik, Metall, ...)



Hybrid-Verbundwerkstoff:
mehrere dispergierte
Komponente

20

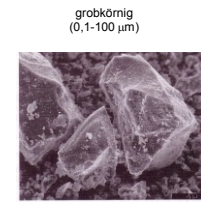
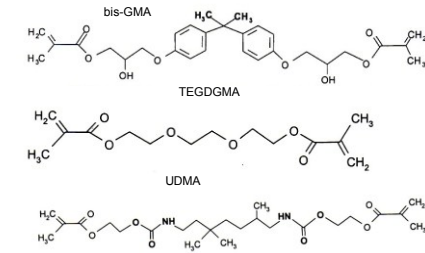


21

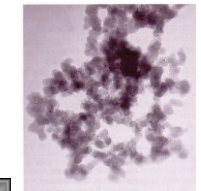
Komposite in der Zahntechnik

Matrix: Polymer (Methacrylat)

Teilchen: Glas, Keramikristalle (z.B. Quarz), Polymer, + Pigment, + UV-Absorbent, ...



grobkörnig
(0,1-100 µm)



feinkörnig
(≈ 40 nm)

Nächste
Vorlesung:
Kapitel
14-15

22