



UNIVERSITÄT ROSTOCK

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Institut für Chemie

Abteilung Anorganische Festkörperchemie

Prof. Dr. Martin Köckerling

Vorlesung CH23

Anorganische Chemie V-A

Vom Molekül zum Material



Materialien - Werkstoffe

„Ein Werkstoff /Material ist eine Substanz, die technisch genutzt wird.“

Es gibt verschiedene Einteilungen von Werkstoffen, z.B.

- Metallische Werkstoffe
- Nichtmetallische, anorganische Werkstoffe, (Keramiken, Gläser)
- Polymere (Kunststoffe)
- Verbundwerkstoffe



Materialien – Materialchemie –

Materialwissenschaft – Werkstoffe



Eine weitere Einteilungsmöglichkeit unterscheidet nach:

- Konstruktions- bzw. Strukturwerkstoffe
- Funktionswerkstoffe
- Werkzeugwerkstoffe



Strukturmaterialien (Klassische Werkstoffe)

⇒ **Mechanische Eigenschaften stehen im Vordergrund**

- **Baustoffe** **Zement, Mörtel**
 Kalk, Gips
- **Keramik** **Baukeramik**
 Gefäßkeramik
 Technische Keramik (Motorenbauteile)
- **Glas und Glaskeramik**

Funktionsmaterialien (Moderne Werkstoffe)

⇒ **Materialien, die zu einer bestimmten Funktionsgruppe gehören**

- **Keramik** **Biokeramik**
 Elektrokeramik
 Magnetokeramik
 Katalysatoren
 Optokeramik
- **Einkristalle** **LASER-Kristalle, Frequenzverdoppler (NLO-Kristalle)**



Geschichte

Der Einsatz von Werkstoffen zieht sich bereits durch die gesamte Vorgeschichte der Menschheit. Das Material für einen Faustkeil (Stein) ist ein Werkstoff und ein Charakteristikum der Steinzeit. Im 8. Jahrtausend v. Chr. begann die technische Nutzung von Metallen. Zunächst wurde mit gediegenen (elementar vorkommenden) Metallen wie Gold, Silber und Kupfer gearbeitet. Der Gebrauchswert dieser Werkstoffe war jedoch noch zu gering, was zur Entdeckung und Herstellung der ersten Legierung, nämlich der Bronze, führte. Die Herstellung von Bronze setzt bereits einen fortschrittlichen Bergbau zur Bereitstellung von Kupfer- und Zinnerzen voraus.



Außerdem waren Verhüttungstechniken nötig. Die immer bessere Beherrschung dieser Technologien führte schließlich dazu, dass auch Eisen verhüttet werden konnte.

Parallel dazu wuchs mit der Entstehung von Siedlungen und Städten der Bedarf nach Werkstoffen für das Bauwesen (Stein, Holz), Hieb- und Stichwaffen, Münzen (Metalle) und Haushaltsgegenständen (z. B. Keramikgefäße, Glaskunst)



Historische Entwicklung der Nutzung von Werkstoffen

100000 v. Chr.	Holz, Knochen, Stein	600 n. Chr.	Chinesisches Porzellan
9000 v. Chr.	Fasern	1500 n. Chr.	Stahl, Gusseisen
7000 v. Chr.	Lehmziegel	1700 n. Chr.	Böttger Porzellan
6000 v. Chr.	Keramik	1820 n. Chr.	Plastik, Gummi
5000 v. Chr.	Hanf	1850 n. Chr.	Beton
3500 v. Chr.	Töpferscheibe	1900 n. Chr.	Flachglas
3000 v. Chr.	Glasuren, Bronze	1930 n. Chr.	Al-Legierungen, rostfreier Stahl
2500 v. Chr.	Seide	1950 n. Chr.	Halbleiter(dioden)
2000 v. Chr.	Glas	1960 n. Chr.	Ti-Legierungen
1500 v. Chr.	Eisen	1986 n. Chr.	Hochtemperatursupraleiter
1000 v. Chr.	Atomhypothese	1993 n. Chr.	Blaue InGaN LEDs
500 v. Chr.	Glasierte Ziegel	2000 n. Chr.	Komposite, Superlegierungen
25 v. Chr.	Zement	2007 n. Chr.	UV-C AlGaN LEDs
um 0	Glasblasen		



Eigenschaften

Physikalische Werkstoffeigenschaften

- elektrische Leitfähigkeit
- Wärmeleitfähigkeit
- (metallischer) Glanz
- Undurchsichtigkeit
- Magnetismus
- Thermische Eigenschaften
- Porosität



Mechanische Eigenschaften

- Härte
- Dichte
- Festigkeit, speziell Zugfestigkeit und Druckfestigkeit
- Elastizität
- Plastizität (Duktilität)
- Duktilität
- Risszähigkeit
- Steifigkeit



Optisch-akustische Eigenschaften

- Lichtbrechung
- Reflexion (Glanz)
- Transparenz
- Schallabsorption
- Schallreflexion

Tribologische Eigenschaften

- Reibzahl
- Neigung zum Kaltschweißen
- Verschleißwiderstand



Thermische Eigenschaften

- Wärmeausdehnung
- Wärmeleitung
- Warmfestigkeit
- Kaltzähigkeit
- Elektrische Eigenschaften
- Elektrizitätskonstante
- Kriechstromfestigkeit



Chemische Werkstoffeigenschaften

- Korrosionsbeständigkeit
- Säurebeständigkeit
- Laugenbeständigkeit
- Brennbarkeit



Technologische Werkstoffeigenschaften

- Gießbarkeit
- Umformbarkeit
- Zerspanbarkeit
- Oberflächengüte
- Verformbarkeit (plastische und elastische Verformung)
- (anfallende Kosten)



Ökologische Werkstoffeigenschaften

- Rohstoffverbrauch bei Herstellung, Transport, Verarbeitung und Gebrauch
- Energieverbrauch bei Herstellung, Transport, Verarbeitung und Gebrauch
- Giftigkeit
- Recyclingfähigkeit



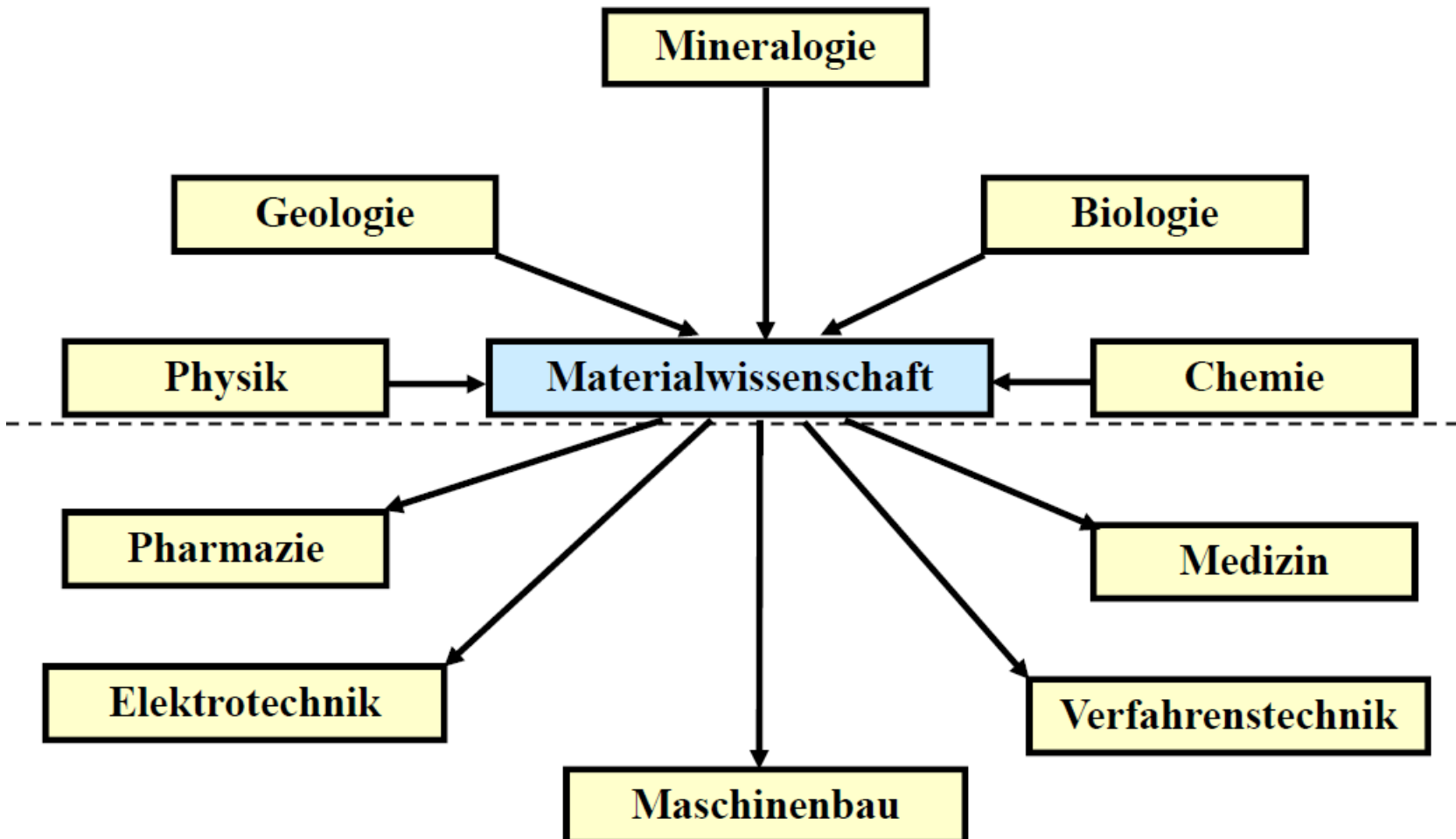
Anwendungen und Eigenschaften

Materialtyp (-eigenschaft)	Verbindung	Anwendungs(gebiet)
Metallische Leiter	Cu, Ag, Au	Elektrotechnik
Niederdimensionale metallische Leiter	$K_2[Pt(CN)_4]$	
	Hexagonales C_x (Graphit)	Elektroden
Halbleiter	Si, Ge, GaAs,	Dioden, Transistoren, ICs
	Si, CuInSe ₂	Solarzellen
	GaAs, AlInGaP, AlInGaN	LEDs, Diodenlaser, Photodioden
	$Li_{0.05}Ni_{0.95}O$	Thermistoren
	Se	Photoleiter
	$SnO_2:In$	Transparente Elektroden
Thermoelektrische Materialien	Bi_2Te_3 , PbTe	Thermoelektrische Kühler
Supraleiter	Nb_3Sn	Hochfeldmagnete
	$YBaCu_3O_7$	Widerstandsloser Stromtransport
Ionenleiter	$NaAl_{11}O_{17}$ (β -Alumina)	Langzeitbatterien, Akkus
	$ZrO_2:Y$	O_2 -Sensoren (Lambda-Sonde)



Anwendungen und Eigenschaften

Materialtyp (-eigenschaft)	Verbindung	Anwendungs(gebiet)
Piezoelektrika	$\text{Pb}(\text{Ti}_{1-x}\text{Zr}_x)\text{O}_3$ (PZT)	Elektroakustik: Mikrophone, Lautsp.
Pyroelektrika	ZnO	IR-Detektoren
Ferroelektrika	BaTiO_3 , PbTiO_3	Kondensatoren, Sensoren
Ferro- und Ferrimagnete	$\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, SmCo_5	Dauermagnete
	Fe, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, CrO_2	Audio- und Videobänder
	MFe_2O_4 (Ferrite), ZnFe_2O_4	Motoren, Transformatoren
	$\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (YIG)	Informationsspeicher
	FeBO_3	Magnetooptik: Lichtmodulation
Farbe	CoAl_2O_4 , CdS, Fe_2O_3 , TiO_2	Farbfilter, Dispersionsfarben
Photolumineszenz	$\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$	Leuchtstofflampen
	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$	weiße LEDs
Kathodolumineszenz	$\text{ZnS}:\text{Ag}$, $\text{ZnS}:\text{Cu}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$	Kathodenstrahlröhren
Röntgenlumineszenz	$\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$, $\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$	Positronenemissionstomographen
Stimulierte Lichtemission	$\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$, $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Ti}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Nd}$	LASER





Literatur

1. **D.R. Askeland, *Materialwissenschaften: Grundlagen, Übungen, Lösungen*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin/Oxford 1996**
2. **W. Göpel, C. Ziegler, *Einführung in die Materialwissenschaften: Physikalisch-chemische Grundlagen und Anwendungen*, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart/Leipzig 1996**
3. **A.R. West, *Grundlagen der Festkörperchemie*, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1992**
4. **H. Briehl, *Chemie der Werkstoffe*, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1995**
5. **E. Roos, K. Maile, *Werkstoffkunde für Ingenieure*, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 2002**
6. **M. Merkel, K.-H. Thomas, *Taschenbuch der Werkstoffe*, Fachbuchverlag Leipzig 2003**