

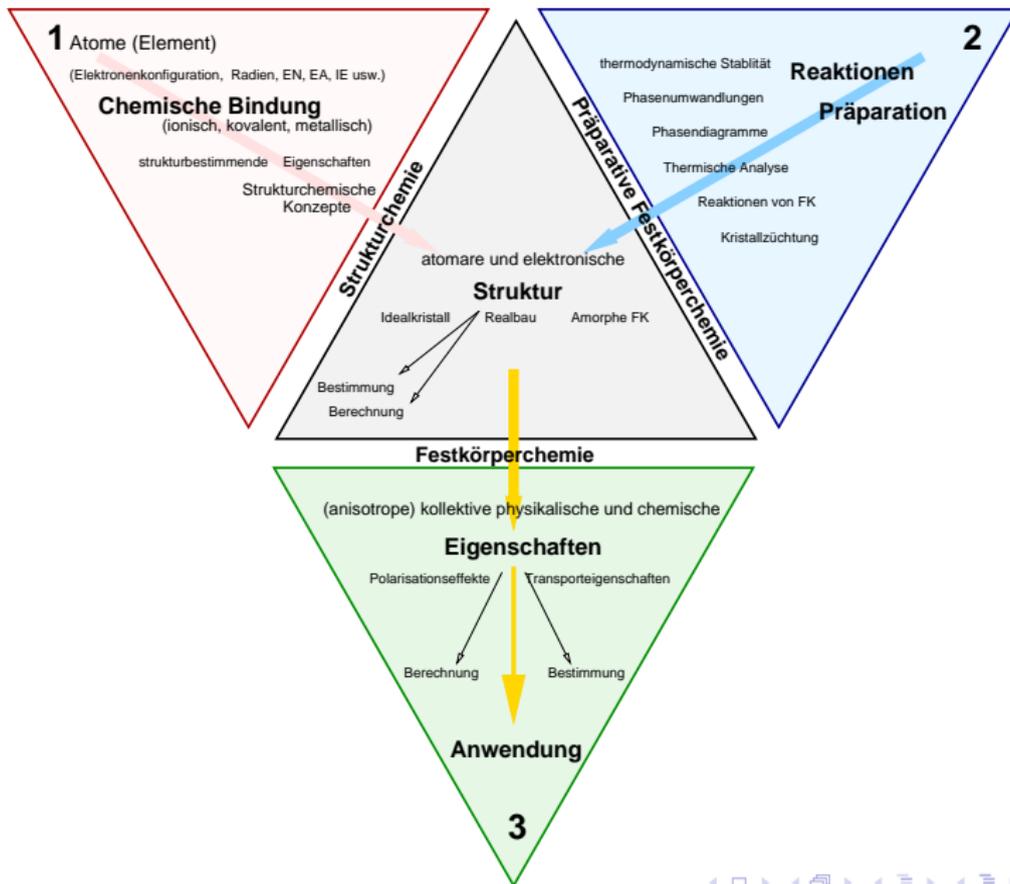
Einleitung



Caroline Röhr

Vorlesung: Festkörper-Chemie, SS 2022

Themen der Festkörperchemie/Materialchemie



- 1. Bau von Festkörpern: Atomare und elektronische Strukturen**
 - 1.1. Idealkristalle ✓ (Strukturchemie, im WS)
 - 1.2. Realkristalle
 - 1.3. Amorphe Festkörper
- 2. Reaktionen und Synthesen von Festkörpern**
 - 2.1. Thermodynamische Grundlagen, Phasenumwandlungen (Einstoffsysteme)
 - 2.2. Phasendiagramme (Mehrstoffsysteme)
 - 2.3. Thermische Analyse (TA, DTA, DSC, TG)
 - 2.4. Reaktionen/Synthesen von Festkörpern
 - 2.5. Einkristallzüchtung
 - 2.6. Spezielle Verfahren
- 3. Eigenschaften und Anwendungen von Festkörpern**
 - 3.1. Übersicht
 - 3.2. Polarisierungseffekte (statischer Response)
 - 3.3. Transporteffekte (dynamischer Response)
 - 3.4. Optische Eigenschaften

► [Details s. Web-Seite](#)

Beispiele für Eigenschaften – Anwendungen von Festkörpern

Material (eigenschaft)	Substanz	Anwendung(sgebiet)
'Mechanische' Werkstoffe		
Metalle/Legierungen Hartstoffe Keramiken, Mörtel	Stahl, Mg-Al, NiTi, ... BN, Diamant, TiN, WC Silicatkeramik, Al ₂ O ₃	Bauwesen, Maschinenbau usw.
'Elektrische' Materialien		
metallische Leiter	Cu, Ag	Elektrotechnik
niederdimensionale metallische Leiter	K ₂ [Pt(CN) ₄] (KCP) (SN) _x , C	
Halbleiter	Si, Ge, GaAs	Elektronik: Dioden, Transistoren, ICs E-Technik: FET, MOS; Sensoren
	Si, CuInSe ₂	Solarzellen (Photovoltaik)
	GaAs, GaP, ZnTe, GaN	LEDs (Optoelektronik); HL-Laser, Photodetektoren (Photonik)
	Li _{0.05} Ni _{0.95} O	Thermistoren
	Se	Photoleiter
	ITO	transparente Halbleiter
elektr. Isolatoren	Diamant, SiO ₂ , Si ₃ N ₄	
Thermoelektrika	Bi ₂ Te ₃ , PbTe	thermoelektrische Kühler
Supraleiter	Nb ₃ Sn	Hochfeldmagnete
	YBa ₂ Cu ₃ O ₇ , MgB ₂	widerstandsloser Stromtransport
Ionenleiter	Li(Mn/Co/Ni)O ₂ , LiC ₆	Elektrodenmaterialien in Batterien
	β-Alumina, Li ₃ N	Langzeitbatterien, Akkus
	ZrO ₂ , CeO ₂	Sensoren, Brennstoffzellen

Beispiele für Eigenschaften – Anwendungen von Festkörpern (Forts.)

Material (eigenschaft)	Substanz	Anwendung(sgebiet)
------------------------	----------	--------------------

Dielektrika

Dielektrika	BaTiO ₃ , Ta-Oxide	Kondensatoren
Piezoelektrika	PZT (Pb(Ti _x Zr _{1-x})O ₃)	<i>Elektroakustik</i> : Mikrophone, Lautsprecher
	Li ₂ SO ₄ ·H ₂ O, Quarz, LiNbO ₃ KH ₂ PO ₄ (KDP), BiBO	<i>nichtlineare Optik</i> : Frequenzmischer u. -verdoppler, Lichtmodulation
Pyroelektrika	Triglycerinsulfat, ZnO	IR-Detektoren
Ferroelektrika	BaTiO ₃ , PbTiO ₃	Kondensatoren, Sensoren, PTC-Thermistoren, dynamische RAMs
	Quarz, ADP	Frequenzstabilisatoren
	KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O (KNT) KH ₂ PO ₄ (KDP)	Ultraschallgeneratoren
	LiNbO ₃	holographische Speicher

Magnetische Materialien

Ferro- und Ferrimagnete	Nd ₂ Fe ₁₄ B, BaFe ₁₂ O ₁₉ (BaM)	Dauermagnete
	Fe, CrO ₂ , Pt/Cr	Tapes, HDD
	Ferrite, ZnFe ₂ O ₄	Motoren, Transformatoren
	YIG, FeBO ₃ Ferrite	<i>Magnetooptik</i> : Lichtmodulation; <i>Mikrowellentechnik</i> : Emittter, Frequenzstabilis.

'Optische' Materialien

Farbigkeit	CdS, TiO ₂ , Fe-Oxide	Pigmente
Photolumineszenz	Pb _{1-x} Sn _x Te	Szintillationszähler, IR-Detektoren
	ZnS(Ag), CdS, Y ₂ O ₃ :S:Eu	Displays, Leuchtstoffe für LEDs
induz. Emission	Nd-YAG, III-V-Halbleiter, Rubin	Laser

'Chemische' Werkstoffe

Katalysatoren	Zeolithe, 'Pillard Clays', ...	<i>Chemische Technologie</i>
---------------	--------------------------------	------------------------------

	Molekülchemie	Festkörperchemie
Stöchiometrie	DALTON-ide* (definierte Stöchiometrie, Begriff 'Molekül')	BERTHOLL-ide* (Nichtstöchiometrie, Baufehler, Mischkristalle, Substitution, ...)
Bindung	nur kovalent: gerichtete Bindungen, geringe Reichweite, lokalisierte Elektronen, einfache Konzepte (MO) und Strukturvorhersage; kleine CN	kovalent – ionisch – metallisch möglich: ungerichtete Bindungen, lange Reichweite, hohe Koordinationszahlen, delokalisierte Elektronen (Bandstruktur), komplizierte Strukturvorhersage; große CN
'Isomerie'	rein topologisch	Polymorphie, Phasentransformationen
Synthesen	'endotherme' Chemie: gezielter Auf- und Abbau, schnelle Reaktionen, Kinetik bestimmend	'exotherme' Chemie: langsamer Stofftransport, Thermodynamik bestimmend
Reinigung	Flüchtigkeit bzw. Löslichkeit erleichtert Reinigung	unlöslich, nicht unzersetzt verdampfbar, Phasentrennung schwierig

* John Dalton (1766-1844), Claude-Louis Berthollet (1748-1822)

	Molekülchemie	Festkörperchemie
...		
Synthesen	'endotherme' Chemie: gezielter Auf- und Abbau, schnelle Reaktionen, Kinetik bestimmend	'exotherme' Chemie: langsamer Stofftransport, Thermodynamik bestimmend
Reinigung	Flüchtigkeit bzw. Löslichkeit erleichtert Reinigung	unlöslich, nicht unzersetzt verdampfbar, Phasentrennung schwierig
Charakterisierung	MS, NMR, Schwingungsspektren	röntgenographische Phasenanalyse (Probleme bei amorphen Stoffen)
Eigenschaften	Moleküleigenschaften, keine kooperativen Effekte	kooperative Wechselwirkungen
	Struktur-Wirkungs-Beziehung (Biochemie, Medizin)	Struktur-Eigenschafts-Beziehung (Materialwissenschaften)

- ▶ A. R. West: Solid State Chemistry and it's Application, 2. Aufl., Wiley, 2014.
- ▶ R. D. Tilley: Understanding solids: The science of materials, 3. Aufl., Wiley, 2021.
- ▶ D. R. Askeland, W. Wright: Science and engineering of materials, 7. Aufl., Cengage Learning, 2021.
- ▶ H.-J. Meyer ('Riedel'): Moderne Anorganische Chemie, 5. Aufl., de Gruyter, 2018.
- ▶ weitere Literaturangaben zu Einzelthemen folgen
- ▶ **WEB-Seite:** PDFs der Präsentationen, teilweise Volltext (beides im Aufbau)