

2.6. Spezielle Verfahren

2. Reaktionen und Synthesen von Festkörpern



Caroline Röhr

Vorlesung: Festkörper-Chemie, SS 2022

- 1. Bau von Festkörpern: Atomare und elektronische Strukturen**
 - 1.1. Idealkristalle ✓
 - 1.2. Realkristalle ✓
 - 1.3. Amorphe Festkörper ✓
- 2. Reaktionen und Synthesen von Festkörpern**
 - 2.1. Phasendiagramme (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

- ▶ A. R. West: Solid state chemistry and it's application, 2. Aufl., Wiley, 2014 (Kap. XXX)
- ▶ R. D. Tilley: Understanding solids: The science of materials, 3. Aufl., Wiley, 2021 (Kap. 6.XXX.)
- ▶ D. R. Askeland, W. Wright: Science and engineering of materials, 7. Aufl., Cengage Learning, 2021 (Kap. XX)
- ▶ K. Th. Wilke, J. Bohm: Kristallzüchtung, J. A. Barth, Leipzig (1993).
- ▶ J. Hulliger, *Angew. Chem.*, 106, 151-171 (1994).
- ▶ W. J. Moore, *Der feste Zustand*, Vieweg (1977).
- ▶ G. Steffen: Farbe und Lumineszenz von Mineralien, Thieme Stuttgart (2000).
- ▶ J. Evers et al. *Chiu*, 50, 410-419 (2016).

① Hochdrucksynthesen

Übersicht: Drücke und Synthesen unter Druck

Diamant

① Hochdrucksynthesen

Übersicht: Drücke und Synthesen unter Druck

Diamant

① Hochdrucksynthesen

Übersicht: Drücke und Synthesen unter Druck

Diamant

Druck in [Pa]	Druck in [bar]	Vorkommen/Anwendung
1 Pa	10^{-5}	-
100 kPa	1	Normaldruck
20 MPa	200 bar	Ammoniak-Synthese
2 GPa	20 kbar	große Pressen (2 t auf 1 mm ²)
200 GPa	2000 kbar = 2 Mbar	Diamantstempelzellen (DAC)
300 GPa	3 Mbar	Druck im Erdinnern

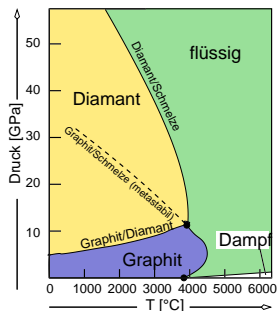
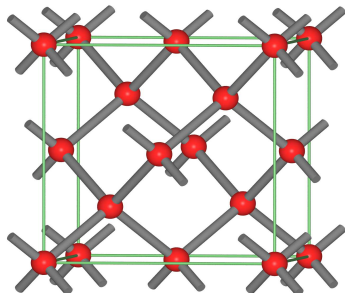
① Hochdrucksynthesen

Übersicht: Drücke und Synthesen unter Druck

Diamant

Diamant: Struktur und Eigenschaften

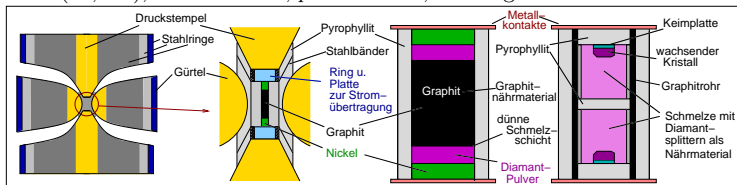
- ▶ härtester Stoff (Mohs-Härte 10)
- ▶ Relation **Struktur – Eigenschaft**
 - Struktur: ● kovalente Bindung ($d_{C-C} = 154.5 \text{ pm}$) in 3D \mapsto Härte



- ▶ **Stabilitätsbereiche**
 - metastabil bei Normaltemperatur und Normaldruck
 - stabil bei $T = 3000 \text{ °C}$ und $p = 13 \text{ GPa}$ (130 kbar)

▶ erste Hochdruckzüchtung

- Fa. General-Electric
- Belt-Apparatur, mit elektrischer Heizung
- Katalysatoren (Fe, Co); $T = 1600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p = 9.5\text{ GPa}$, t : wenige Minuten



▶ Vorgehen

- für polykristalline Pulver:
 - Graphit im Pyrophyllit-Rohr
 - Ni-Bleche oben und unten, Ni als Lösungsmittel
 - Belt-Apparatur, $p = 7\text{ GPa}$ (70 kbar)
 - durch direkten Stromdurchgang auf $1880\text{ }^{\circ}\text{C}$ erhitzen
 - Ni schmilzt und löst Graphit auf
 - in wenigen Minuten bis 0.5 mm große Kristallite
 - Ni mit Säure weglösen
- für größere Kristalle:
 - Keimplatten, Diamantsplitter in der Schmelze

- ▶ **Kristallite**: heute ca. 20 t/a (100 Millionen Karat) synthetisch
 - Werkzeuge (Bohrer usw.)
 - Schleifscheiben
- ▶ **dünne Filme**
 - Syntheseprinzip: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_{\text{Diamant}} + 2\text{H}_2$
 - Mikrowellenplasma-CVD für polykristallinen Diamant auf Halbleiter (Mosaikstruktur, da $a_{\text{C}} \neq a_{\text{Si}}$)
 - Halbleiter-Chips
- ▶ **Eigenschaften** (auch der Filme)
 - große Härte (10 nach Mohs)
 - guter elektrischer Isolator ($E_g = 5.5 \text{ eV}$)
 - sehr guter Wärmeleiter ($7 \times$ besser als Cu!)
 - geringe thermische Ausdehnung
 - optisch transparent (von UV bis IR)
 - chemisch inert

- 1. Bau von Festkörpern: Atomare und elektronische Strukturen ✓**
- 2. Reaktionen und Synthesen von Festkörpern**
 - 2.1. Phasendiagramme (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**