

Mineralogie – Wissenschaft zwischen den Stühlen

Lehrerfortbildung des HZDR 2013

Dr. Robert Möckel

08. Februar 2013

Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie



Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft

Dr. R. Möckel | HIF | <http://www.hzdr.de/hif>

- Was ist Mineralogie?
- Was ist ein Mineral?
- Wie kann man Minerale unterscheiden?
- Beispiel Chalkopyrit: Erkennung & Nutzen
- Härtebestimmung

Definition Mineralogie (DMG)

Mineralogie ist die **material**bezogene **Geowissenschaft**. Sie erforscht die **chemischen**, **physikalischen** und **biogenetischen** Eigenschaften der Materie und deren Rolle in den Prozessen des Systems Erde. Ihre Methoden und Konzepte zielen gleichermaßen auf die Erforschung natürlicher und synthetischer Stoffe und deren Anwendung.

Zwischen den Stühlen?



Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie



Zwischen den Stühlen?



Was ist ein Mineral?

Mineral

- feste kristalline chemische Verbindungen bzw. Elemente
- stofflich homogener, meist fester, kristalliner und anorganischer Körper der natürlichen Materie

In general terms, a mineral is an element or chemical compound that is normally crystalline and which has been formed as a result of geological processes.

E.H. Nickel, N.Jb.Mineral.Mh., 1995, H.8, 359–362

Gestein

- beliebige Massen (feste, nicht notwendig verbundharte Stoffe) aus einem oder mehreren Mineralen und/oder organischen Substanzen
- natürliche Mineralaggregate mit bestimmter Zusammensetzung und Aufbau (Assoziation von Mineralen)

Klassifizierung/Unterscheidung von Mineralen

Es gibt zwei gängige Systematiken der Minerale: **H. Strunz** und **J.D. Dana**, wobei die Strunz'sche Klassifikation die in Deutschland gebräuchlichere ist

- 1 Elemente
- 2 Sulfide und Sulfosalze
- 3 Halogenide
- 4 Oxide
- 5 Carbonate (+ Nitrate)
- 6 Borate ⇒ neu!!
- 7 Sulfate
- 8 Phosphate, Arsenate, Vanadate
- 9 Silikate (Germanate)
- 10 Organische Verbindungen

Strunz, H. & Nickel, E. (2001):
Strunz Mineralogical Tables. Chemical Structural Mineral Classification System 9th edition. Stuttgart, Schweizerbart

Klassifizierung/Unterscheidung von Mineralen

Unterscheidung von Mineralen über deren Eigenschaften.

Feld-/Wald-/Wieseneigenschaften

Farbe (Strich-), Glanz, Dichte, Form/Ausbildung,
Spaltbarkeit/Bruch/Absonderung, Härte, ...

Fortgeschrittene Bestimmungen

Kristallstruktur & Chemie

Weitere Untersuchungen

Entstehung, Defekte, Spurenelemente, Nutzen, Synthetisierung ...

Umfangreiches Arsenal an **Analytik/Methodik** notwendig

Bsp.: Chalkopyrit – CuFeS_2

Farbe: messinggelb, Anlauffarben

Strich: grünlich-schwarz

Glanz: metallisch

Dichte: 4,1–4,2 g/cm³

Härte: ?



Chalkopyrit, Cerro de Pasco, Peru
Geow. Sammlungen der TUBAF, InvNr 66415
Foto: H. Meyer, Lollar

Chalkopyrit ist eines der wichtigsten **Kupfererz**minerale mit
ca. **34 Gew.% Cu**.

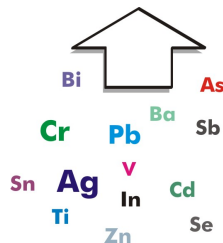
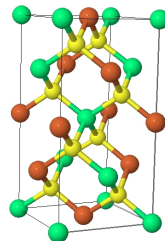
Bsp.: Chalkopyrit – Methodik

Struktur

Röntgenstrahlung hat eine Wellenlänge ähnlich der Atomabstände, daher Struktur aus Beugungsexperimenten (auch mit Neutronen, Synchrotronstrahlung, ...)

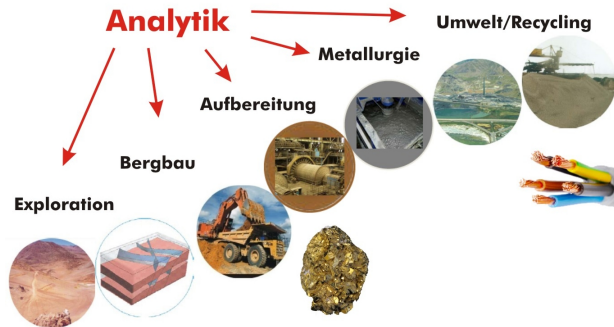
Chemie – Spurenelemente

- Quantifizierung (Spektroskopie, ...)
- Verteilung (Elektronen-/Ionen-/Röntgenstrahlmethoden, Laser-Technik, ...)



Die Mineralogie bedient sich an einem breiten Spektrum moderner analytischer Methoden

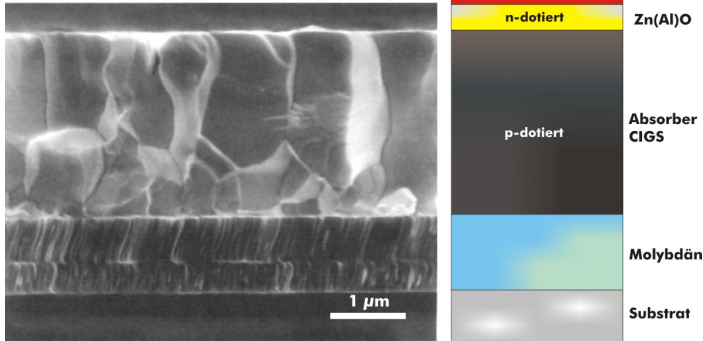
Mineralogie in der Wertschöpfungskette



Mineralogische **Kenntnisse & Methoden** entlang der **gesamten Ressourcenkette** notwendig

Material: Chalkopyrit als Solarmodul

Dünnschichttechnologie für Solarzellen: CIGS $\text{Cu}(\text{In,Ga})(\text{S,Se})_2$ mit Chalkopyritstruktur



Ramanathan et al. (2003), Prog. Photovolt: Res. Appl. 11:225-230

Synthese?

Schichtaufbringung?

Recycling?

Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie



Zusammenfassung bisher

- die moderne Mineralogie ist interdisziplinär
 - Geowissenschaften
 - Physik, Chemie, Biologie
 - hohe Technologiebeteiligung (Synthese, Materialerforschung, Recycling)
- weites Gebiet der Einsatzmöglichkeiten
 - natürliche Ressourcen
 - Analytik
 - Prozessentwicklung
 - Entwicklung von neuen Werkstoffen

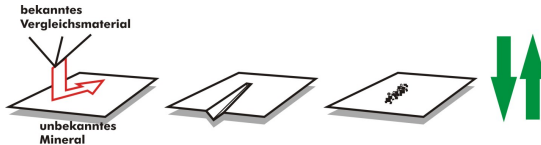
mit dem stärker werdenden Fokus der Ressourcenschonung

... was noch fehlt: Härte von Chalkopyrit

Härte nach Mohs (1773–1839)

- 1 Talk
- 2 Gips
- 3 Calcit
- 4 Fluorit
- 5 Apatit
- 6 Feldspat
- 7 Quarz
- 8 Topas
- 9 Korund
- 10 Diamant

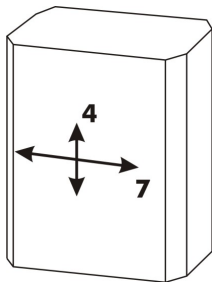
Härteskala ist nur eine **Vergleichshärte**,
“echte” Werte liefern z.B.
Härteprüfverfahren über Eindruckversuche
(Knoop, Vickers, Brinell):
Kraft & Eindruckgröße



Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie

... was noch fehlt: Härte – Anisotropie

Anisotropie: Richtungsabhängigkeit einer Eigenschaft



Härteanisotropie des
Disthens (auch Kyanit)

Besonders wichtig beim
Schleifen von Diamant

Zurückzuführen auf die
Bindungsarten und
Packungsdichten im
Kristallgitter

Lehrbücher zum Thema

- Okrusch, M. und Matthes, S. (2005): Mineralogie - Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde. 7. Auflage, Springer - Berlin, Heidelberg, New York, 526 S.
- Rösler, H.J. (2002): Lehrbuch der Mineralogie. 5. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, 844 S.
- Strübel, W. (1986 bzw. 1995) Einführung in die Mineralogie: Grundlagen und Methoden. Enke-Verlag, Stuttgart (1. bzw. 2. Auflage).
- Hurlbut, C. S. and Klein, C. (1999): Manual of Mineralogy. John Wiley & Sons, Inc., New York, 21. revised Ed., 672 pp.
- Schröcke, H. und K.-L. Weiner (1981): Mineralogie. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 951 S.
- Wenk, H.-R. and Bulakh, A. (2004): Minerals: Their Constitution and Origin. Cambridge University, 646 pp.
- Jones, M.P. (1997): Methoden der Mineralogie. Ferdinand Emke Verlag Stuttgart, 262 S.