

HALLESCHES JAHRBUCH FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

BEIHEFT 50



HERBERT PÖLLMANN

SYSTEMATISCHE MINERALOGIE

TEIL II

II SULFIDE



HALLE (SAALE) 2022

Chalkopyrit auf Dolomit. Dreislar/Sauerland/Nordrhein-Westfalen. Bildbreite 5 cm

HALLESCHES JAHRBUCH FÜR GEOWISSENSCHAFTEN

Herausgeber

Institut für Geowissenschaften und Geographie
der Martin - Luther Universität Halle-Wittenberg

P. BAYER G. BORG
C. CONRAD J. EVERTS C. FÜRST B. MICHEL
H. PÖLLMANN M. STIPP

Schriftleitung

D. MERTMANN T. DEGEN S. STÖBER

BEIHEFT 50

Halle (Saale) 2022

Institut für Geowissenschaften und Geographie
der Martin - Luther Universität Halle-Wittenberg



Anschrift von Herausgebern und Schriftleitung:

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Geowissenschaften und Geographie
Von Seckendorff - Platz 3/4
D-06120 Halle (Saale)

e-mail: hjg@geo.uni-halle.de

Schriftleitung:

D. Mertmann T. Degen S. Stöber

P-ISSN: 2193-1313, E-ISSN: 2196-3622

© 2022 im Selbstverlag des Instituts für Geowissenschaften und Geographie
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Alle Rechte vorbehalten

Systematische Mineralogie
Teil II

II Sulfide

Einteilung der Sulfide nach Strunz (9. Auflage)

Metallsulfide mit Me:S >1:1 (meist 2:1)	Metallsulfide mit Me:S = 1:1 (und ähnliche)	Metallsulfide mit Me:S ≤ 1:2
Chalkosin – Cu_2S	Sphalerit - ZnS	Pyrit – FeS_2
Bornit – Cu_5FeS_4	Wurtzit - ZnS	Markasit – FeS_2
Akanthit und Argentit – Ag_2S	Galenit – PbS	Löllingit – FeAs_2
Pentlandit – $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$	Cinnabarit - HgS	Molybdänit – MoS_2
Proustit – Ag_3AsS_3	Pyrrhotin – Fe_{1-x}S	Stibnit – Sb_2S_3
Pyrargyrit – Ag_3SbS_3	Nickelin - NiAs	Auripigment – As_2S_3
	Covellin - CuS	Realgar - AsS
	Tetraedrit – $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$	
	Tennantit – $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$	
	Chalcopyrit – CuFeS_2	



Covellin. Fundort unbekannt. Bildbreite 10 cm

Sulfide, Selenide, Telluride, Arsenide, Antimonide, Bismuthinide

Einteilung der Sulfide nach dem Metall zu Anionenverhältnis

Sphalerit
Wurtzit
Chalkopyrit

Sphalerit „Zinkblende“

Chemische Zusammensetzung	: ZnS, Fe-Gehalte bis einige %, Spuren von Mn, Cd, In, Ga, Ge
Kristallsystem	: kubisch
Elementarzelle	: $a_0 = 5.41 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: F - 4 3 m
Ausbildung	: Rhombendodekaeder, Tetraeder, xx meist verzerrt und Verzwillingt, gelbe Zinkblende = Honigblende
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 3,9 – 4,2
Farbe	: schwarz, braun, braungelb, gelb, grünlich, rot, weiß
Strich	: weiß, gelblich, bräunlich
Glanz	: Diamantglanz, helbmetallisch
Spaltbarkeit	: sehr vollkommen nach {1 1 0}
Bruch	: uneben, spröde
Vorkommen	: hydrothermale Gänge; tiefthermale Verdrängungslagerstätten in Karbonaten; kontaktmetasomatisch in Skarnen
Paragenese	: Galenit, Chalkopyrit, Calcit, Quarz, Tetraedrit, Rhodochrosit
Fundorte	: Freiberg/Erzgebirge; Gorny Slask/Polen; Russland und viele andere
Verwendung	: wichtigstes Zinkerz, z.T. auch Gewinnung von Cd, In, Ge, Ga



Sphalerit. Dalnegorsk/Russland. Bildbreite 8 cm



Zinkblende. Sapo Mine/Brasilien.
Bildbreite 20 cm



Zinkblende. Fundort unbekannt.
Bildbreite 6 cm



Sphaleriterzgang im Nebengestein (Quarz).
Fundort unbekannt. Bildhöhe 20 cm



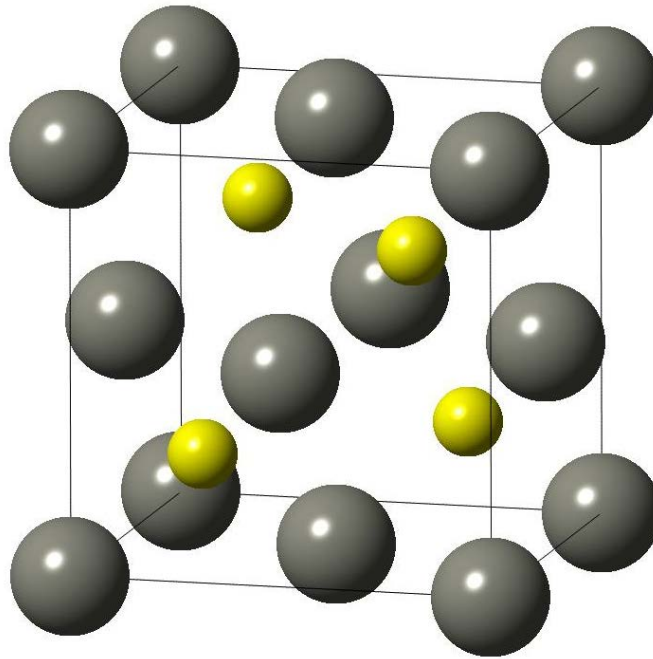
Sphalerit. Fundort unbekannt.
Bildhöhe 6 cm



Sphalerit. Huanzala/Peru.
Bildbreite 7 cm



Sphalerit. Los Kaminaos/Mexico.
Bildbreite 5 cm



Elementarzelle $a_0 = 5.41 \text{ \AA}$, $Z = 4$
 Raumgruppe F - 4 3 m

Abb: Struktur von Sphalerit

Weiterführende Literatur zu Sphalerit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Benedetto F D, Bernardini G P, Costagliola P, Plant D, Vaughan D J (2005) Compositional zoning in sphalerite crystals, *American Mineralogist*, 90, 1384-1392

Buzatu, A., Buzgar, N., Damian, G., Vasilache, V. & Apopei, A. I. (2013): The determination of the Fe content in natural sphalerites by means of Raman spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 68, 220-224.

Chudoba, K.F. & Mackowsky, M.T. (1939): Über die Isomorphie von Eisen und Zink in Zinkblende. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie*, 1939, 12-21.

Kharbish, S. (2007): A Raman spectroscopic investigation of Fe-rich sphalerite: effect of Fe-substitution. *Physics and Chemistry of Minerals*, 34, 551-558.

Nitta, E., Kimata, M., Hoshino, M., Echigo, T., Hamasaki, S., Nishida, N., Shimizu, M. & Akasak, T. (2008): Crystal chemistry of ZnS minerals formed as high-temperature volcanic sublimates: matraite identical with sphalerite. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 103, 145-151.

Osadchii, E.G. & Gorbaty, Y.E. (2010): Raman spectra and unit cell parameters of sphalerite solid solutions ($\text{Fe}_x\text{Zn}_{1-x}\text{S}$). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 74, 568-573.

Sclar, C.B. & Benimoff, A.I. (1993): An occurrence of magmatic sphalerite, Graniteville Quarry, Staten Island, New York. *The Canadian Mineralogist*, 31, 691-694.

Ueno, T. & Scott, S.D. (1991): Solubility of gallium in sphalerite and wurtzite at 800 °C and 900 °C. *The Canadian Mineralogist*, 29, 143-148.

Ueno, T., Scott, S. D. & Kojima, S. (1996): Inversion between sphalerite- and wurtzite-type structures in the system Zn–Fe–Ga–S. *The Canadian Mineralogist*, 34, 949-958.

Internet

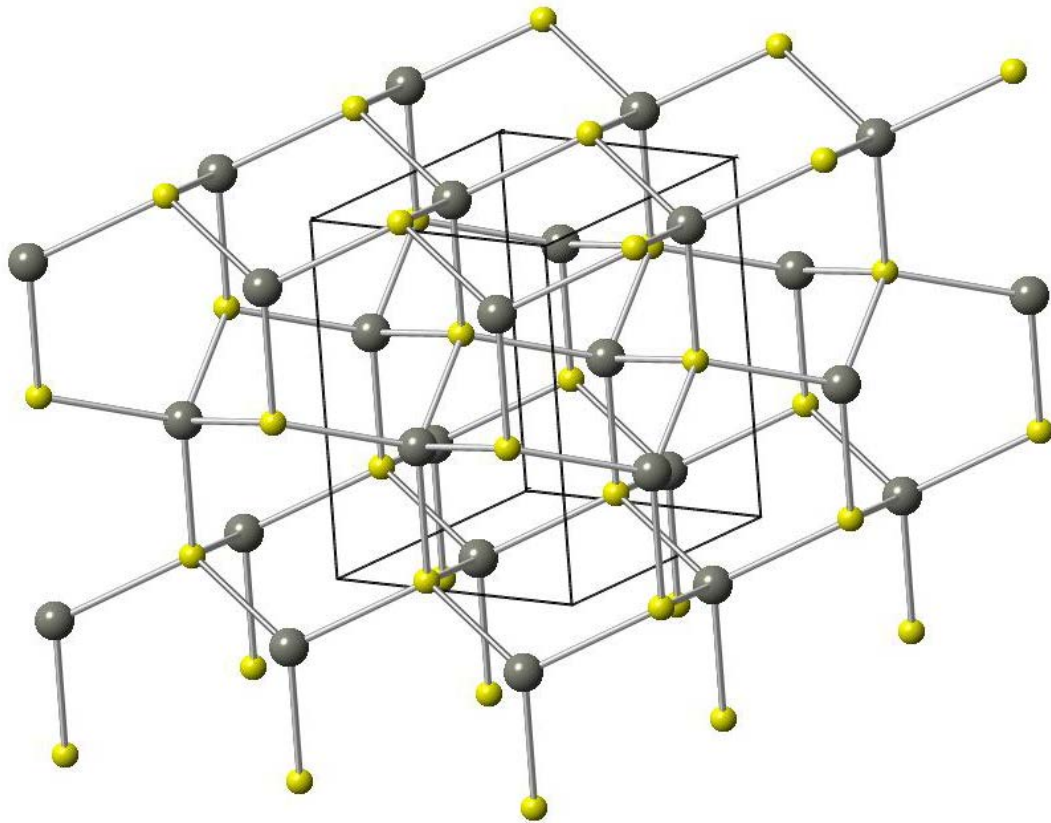
<http://rruff.info/doclib/hom/sphalerite.pdf>

Wurtzit „Schalenblende“

Chemische Zusammensetzung	: ZnS
Kristallsystem	: hexagonal
Elementarzelle	: $A_0 = 3.82 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.86 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: $P 6_3 m c$
Ausbildung	: meist schalig, knollig, strahlig, selten kleine xx
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 4,0 – 4,3
Farbe	: gelb-braun
Strich	: hellbraun
Glanz	: Glas- bis Diamantglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen, aber meist nicht sichtbar
Bruch	: spröde
Vorkommen	: hydrothermal (niedrigthermal)
Paragenese	: Galenit, Calcit, Quarz
Fundorte	: Stolberg bei Aachen/Nordrhein-Westfalen; Gorny Slask/Polen; Huanzala/Peru
Verwendung	: Zinkerz



Wurtzit. Fundort unbekannt. Bildbreite 11 cm



Elementarzelle $a_0 = 3.82 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.25 \text{ \AA}$, $Z = 2$
 Raumgruppe $P6_3mc$

Abb: Struktur von Wurtzit

Weiterführende Literatur zu Wurtzit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Arguello, C.A., Rousseau, D.L. & Porto, S.P.S. (1969): First-order Raman effect in wurtzite-type crystals. *Physical Review*, 181, 1351-1363.

Brafman, O. & Mitra, S.S. (1968): Raman effect in wurtzite- and zinc-blende-type ZnS single crystals. *Physical Review*, 171, 931-934.

Kisi E H, Elcombe M M (1989) v parameters for the wurtzite structure of ZnS and ZnO using powder neutron diffraction, *Acta Crystallographica*, C45, 1867-1870

Ueno, T. & Scott, S.D. (1991): Solubility of gallium in sphalerite and wurtzite at 800 °C and 900 °C. *The Canadian Mineralogist*, 29, 143-148.

Ueno, T., Scott, S. D. & Kojima, S. (1996): Inversion between sphalerite- and wurtzite-type structures in the system Zn-Fe-Ga-S. *The Canadian Mineralogist*, 34, 949-958.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/wurtzite.pdf>

Chalkopyrit „Kupferkies“

Chemische Zusammensetzung	: CuFeS_2
Kristallsystem	: tetragonal, sphaleritähnliches Gitter
Elementarzelle	: $a_0 = 5.28 \text{ \AA}$, $c_0 = 10.41 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: I - 4 2 d
Ausbildung	: derb, eingesprengt, pseudotetraedrische xx
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 4,1 – 4,3
Farbe	: messingfarben
Strich	: grün-schwarz (dunkler als Pyrit)
Glanz	: metallisch
Spaltbarkeit	: fehlt
Bruch	: muschelrig
Vorkommen	: Durchläufer, liquidmagmatisch, hydrothermal, in disseminated copper ores, sedimentär
Paragenese	: Galenit, Sphalerit, Calcit, Quarz
Fundorte	: Rammelsberg/Harz; Schwarzwald; Rio Tinto/Spanien; Bor/Serbien; Cavnic/Rumänien
Verwendung	: wichtiges Cu-Erz



Chalkopyrit auf Dolomit.
Dreislar/Sauerland/Nordrhein-Westfalen.
Bildbreite 5 cm



Chalkopyrit. Grube Clara/Rankachtal/
Schwarzwald/Baden-Württemberg.
Bildbreite 3 cm



Chalkopyrit. Fundort unbekannt.
Bildbreite 6 cm



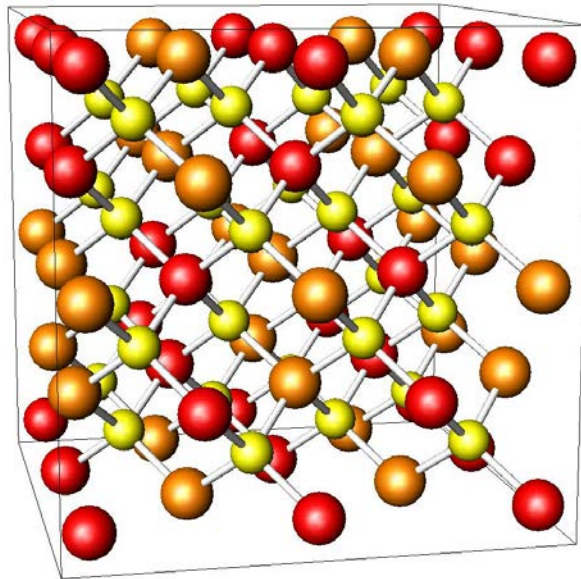
Chalkopyrit. Fundort unbekannt.
Bildbreite 5 cm



Chalkopyritgang. Maidan Pek/Serbien.
Bildbreite 10 cm



Sphalerit-Erzgang mit Chalkopyrit
(linke Seite) im Nebengestein. Fundort
unbekannt. Bildhöhe 10 cm



Elementarzelle $a_0 = 5.25 \text{ \AA}$, $c_0 = 10.32 \text{ \AA}$, $Z = 4$
 Raumgruppe I - 4 2 d

Abb: Struktur von Chalkopyrit

Weiterführende Literatur zu Chalkopyrit

Artikel und Bücher

Boon, J.W. (2010): The crystal structure of chalcopyrite (CuFeS_2) and AgFeS_2 : The permutoidic reactions $\text{KFeS}_2 \rightarrow \text{CuFeS}_2$ and $\text{KFeS}_2 \rightarrow \text{AgFeS}_2$. *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*, 63, 69-80.

Cai, L., Chen, X., Ding, J. & Zhou, D. (2012): Leaching mechanism for chalcopyrite in hydrochloric acid. *Hydrometallurgy*, 113-114: 109-118.

Goh, S.W., Buckley, A.N., Lamb, R.N., Rosenberg, R.A. & Moran, D. (2006): The oxidation states of copper and iron in mineral sulfides, and the oxides formed on initial exposure of chalcopyrite and bornite to air. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70, 2210-2228.

Hall, S.R. (1975): Crystal structures of the chalcopyrite series. *The Canadian Mineralogist*, 13, 168-172.

Knight, K.S., Marshall, W.G. & Zochowski, S.W. (2011): The low-temperature and high-pressure thermoelastic and structural properties of chalcopyrite, CuFeS_2 . *The Canadian Mineralogist*, 49, 1015-1034.

Kratz, T. & Fuess, H. (1989): Simultane Strukturbestimmung von Kupferkies und Bornit an einem Kristall. *Zeitschrift für Kristallographie*, 186, 167-169.

Pauling, L. & Brockway, L.O. (1932): The crystal structure of chalcopyrite CuFeS_2 . *Zeitschrift für Kristallographie* (1932) 82, 188-194.

DOI: <https://doi.org/10.1524/zkri.1932.82.1.188>

Galenit „Bleiglanz“

Chemische Zusammensetzung	: PbS
Kristallsystem	: kubisch, NaCl-Gitter
Elementarzelle	: $a_0 = 5.94 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: F m 3 m
Ausbildung	: derb, eingesprengt, Würfel, Oktaeder, Rhombendodekaeder, oft Kombinationen
Härte	: 2,5 – 3
Dichte	: 7,4 – 7,6
Farbe	: bleigrau, z. T. bläulich angelaufen
Strich	: grauschwarz
Glanz	: stark metallisch auf Spaltflächen
Spaltbarkeit	: vollkommen nach {1 0 0 }
Bruch	: mild – spröde
Vorkommen	: hydrothermal, metasomatisch, sedimentär
Paragenese	: Sphalerit, Chalkopyrit
Fundorte	: Rammelsberg/Harz; Mansfeld/Sachsen-Anhalt; Bad Ems/Rheinland-Pfalz; Freiberg/Erzgebirge; Bleiberg/Österreich; Joplin/Missouri/USA
Verwendung	: wichtigstes Bleierz, bei Silbergehalt auch Ag-Erz



Galenit in Zwillingsverwachsung.
Fundort unbekannt. Bildbreite 5 cm



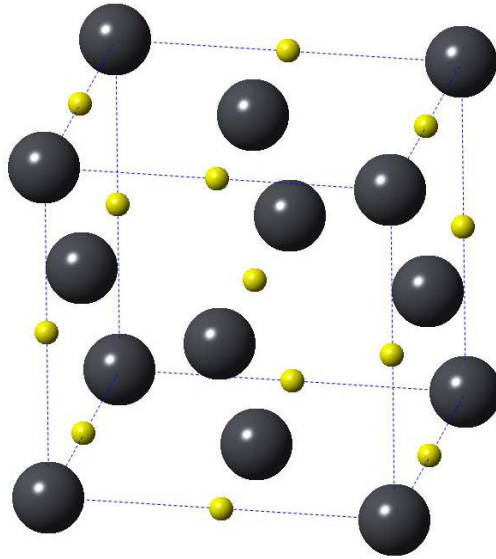
Galenit. Hockerville/Oklahoma/USA.
Smithsonian Museum.
Bildbreite ca. 15 cm



Galenit. Madan/Bulgarien.
Bildbreite 5 cm



Galenit. Fundort unbekannt.
Bildbreite 5 cm



Elementarzelle $a_0 = 5.94 \text{ \AA}$, $Z = 4$
 Raumgruppe $Fm\bar{3}m$

Abb: Struktur von Galenit

Weiterführende Literatur zu Galenit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

De Giudici, G., Ricci, P., Lattanzi, P. & Anedda, A. (2007): Dissolution of the (001) surface of galena: an in situ assessment of surface speciation by fluid-cell micro-Raman spectroscopy, *American Mineralogist*, 92, 518-524.

Foord, E.E. & Shawe, D.R. (1989): The Pb–Bi–Ag–Cu–(Hg) chemistry of galena and some associated sulfosalts: a review and some new data from Colorado, California and Pennsylvania. *The Canadian Mineralogist*, 27, 363-382.

Kei, M. F. & Markl, G. (2015): Weathering of galena: mineralogical processes, hydrogeochemical fluid path modeling, and estimation of the growth rate of pyromorphite. *American Mineralogist*, 100, 1584-1594.

Ramsdell, L.S. (1925): The crystal structure of some metallic sulfides. *American Mineralogist*, 10, 281-304.

<https://pubs.geoscienceworld.org/msa/ammin/article-abstract/10/9/281/537316>

Tossell, J.A. & Vaughan, D.J. (1987): Electronic structure and the chemical reactivity of the surface of galena. *The Canadian Mineralogist*, 25, 381-392.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/galena.pdf>

Cinnabarit „Zinnober“

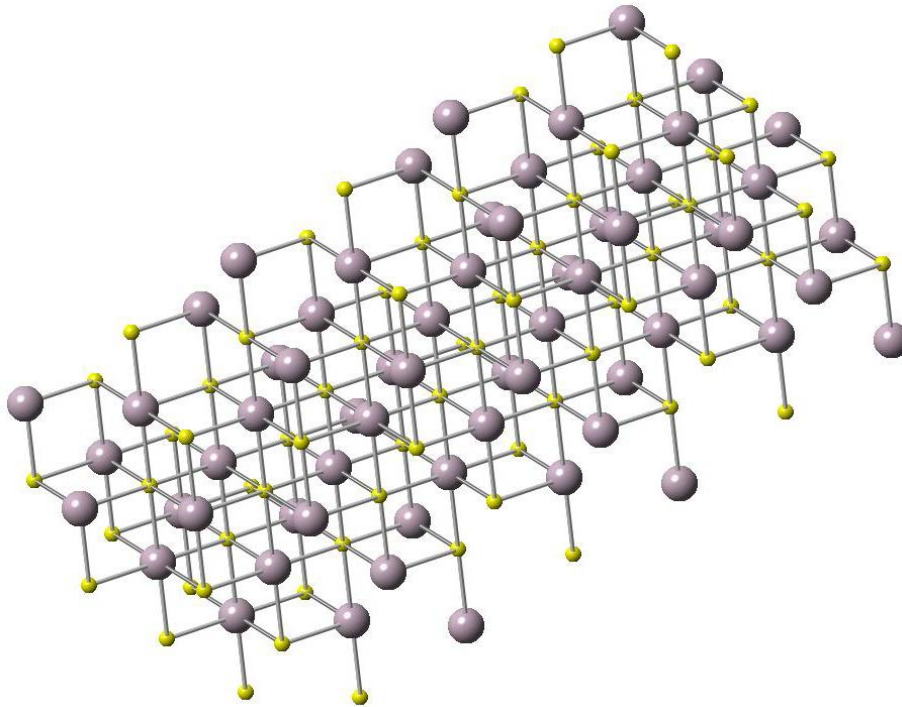
Chemische Zusammensetzung	: HgS
Kristallsystem	: trigonal
Elementarzelle	: $a_0 = 4.149 \text{ \AA}$, $c_0 = 9.495 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: $P 3_121$, $P3_221$
Ausbildung	: derb, feinkörnig, z.T. würfelähnliche xx
Härte	: 2 – 2,5
Dichte	: 8,1 – 8,2
Farbe	: Rot
Strich	: rot
Glanz	: Diamantglanz auf Kristallflächen
Spaltbarkeit	: vollkommen
Bruch	: splittrig
Vorkommen	: tiefthermal
Paragenese	: Pyrit, Antimonit, Realgar, Bleiglanz, Hämatit, Quarz, Baryt
Fundorte	: Landsberg/Pfalz; Almaden/Spanien; Nikitovka/Ukraine, New Almaden/Kalifornien/USA; FengHuang/Hunan/China
Verwendung	: wichtigstes Hg-Erz



Cinnabarit. Fundort unbekannt.
Bildbreite 5 cm



Cinnabarit. Grube Tongren/
Provinz Hunan/China. Bildbreite 6 cm



Elementarzelle $a_0 = 4.16 \text{ \AA}$, $c_0 = 9.54 \text{ \AA}$, $Z = 3$
 Raumgruppe P 3₁21
 P 3₂21

Abb: Struktur von Cinnabarit

Weiterführende Literatur zu Cinnabarit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Ballirano, P., Botticelli, M. & Maras, A. (2013): Thermal behavior of cinnabar, α -HgS, and the kinetics of the β -HgS (metacinnabar) \rightarrow α -HgS conversion at room temperature. European Journal of Mineralogy, 25, 957-965.

Buckley, H.E. & Vernon, W.S. (1925): The crystal-structures of the sulphides of mercury. Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society, 20, 382-392.

DOI: [10.1180/minmag.1925.020.110.02](https://doi.org/10.1180/minmag.1925.020.110.02)

Frost, R.L., Martens, W.N. & Kloprogge, J.T. (2002): Raman spectroscopic study of cinnabar (HgS), realgar (As₄S₄), and orpiment (As₂S₃) at 298 and 77K. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte, 2002, 469-480.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/cinnabar.pdf>

Pyrrhotin „Magnetkies“

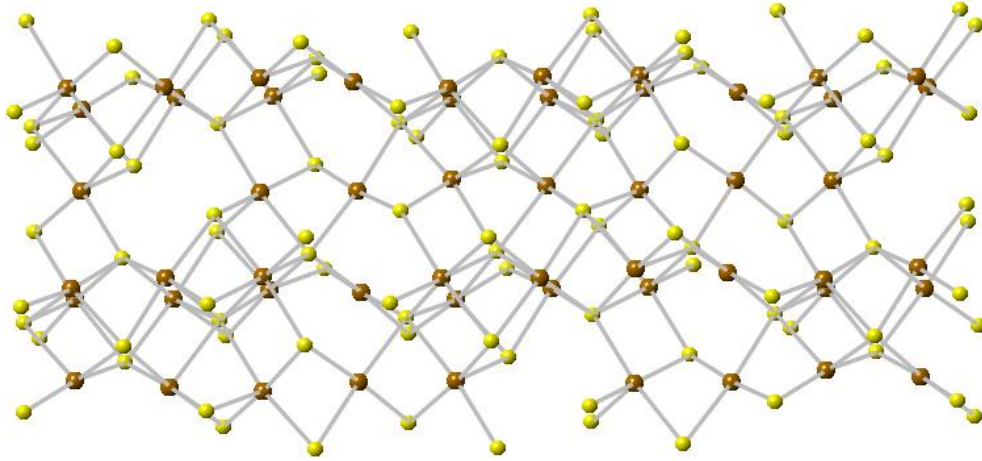
Chemische Zusammensetzung	: Fe_{1-x}S
Kristallsystem	: hexagonale und monokline Polytypen
Elementarzelle	: $a_0 = 12.81 \text{ \AA}$, $b_0 = 6.87 \text{ \AA}$, $c_0 = 11.88 \text{ \AA}$, $\beta = 117.3$ Troilit FeS P $6_3/mmc$
Raumgruppe	: A 2/a
Ausbildung	: derb, eingesprengt, tafelige und säulige xx
Härte	: 4
Dichte	: 4,6 – 4,7
Farbe	: bronzefarben
Strich	: grauschwarz
Glanz	: stark metallisch an Bruchflächen
Spaltbarkeit	: deutlich
Bruch	: uneben, spröde, muschelig
Vorkommen	: liquidmagmatisch, hydrothermal, metamorph, in Skarnen. In Meteoriten als Troilit (FeS)
Paragenese	: Pyrit, Quarz, Calcit
Fundorte	: Freiberg/Erzgebirge; Dalnegorsk/Russland; Sudbury/Canada; St. Eulalia/Chihuan/Mexico in Meteoriten als Troilit, FeS
Verwendung	: Erz, Nickelträger
Sonstiges	: magnetisch



Pyrrhotin mit Calcit, Dolomit und Sphalerit. Santa Eulalia/Chihuan/Mexico. Bildbreite 6 cm



Pyrrhotin und Calcit. Dalnegorsk/Russland. Bildbreite 6 cm



Elementarzelle	a) $A_0 = 11.902 \text{ \AA}$, $b_0 = 6.859 \text{ \AA}$, $c_0 = 22.787 \text{ \AA}$, $\beta = 90.4$, $Z = 8$ b) $A_0 = 11.9258 \text{ \AA}$, $b_0 = 6.8822 \text{ \AA}$, $c_0 = 12.9245 \text{ \AA}$, $\beta = 118.015$, $Z = 4$
Raumgruppe	a) $F1_2/d$ b) $C1_2/c$

Abb: Struktur von Pyrrhotin

Weiterführende Literatur zu Pyrrhotin

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

De Villiers, J.P.R. & Liles, D.C. (2010): The crystal-structure and vacancy distribution in 6C pyrrhotite. *American Mineralogist*, 95, 148-152.

Farrell, S. P. & Fleet, M. E. (2002): Phase separation in $(\text{Fe,Co})_{1-x}\text{S}$ monosulfide solid-solution below 450°C , with consequences for coexisting pyrrhotite and pentlandite in magmatic sulfide deposits. *The Canadian Mineralogist*, 40, 33-46.

Fleet, M. E. (1978): The pyrrhotite - marcasite transformation. *The Canadian Mineralogist*, 16, 31-35.

Froese, E. (2003) Point defects in pyrrhotite. *The Canadian Mineralogist*, 41, 1061-1067.

Gordon, S.C. & McDonald, A.M. (2015): A study of the composition, distribution, and genesis of pyrrhotite in the Copper Cliff Offset, Sudbury, Ontario, Canada. *The Canadian Mineralogist*, 53, 859-878.

Powell, A.V., Vaqueiro, P., Knight, K.S., Chapon, L.C. & Sánchez, R.D. (2004): Structure and magnetism in synthetic pyrrhotite Fe_7S_8 : A powder neutron-diffraction study. *Physical Review B*, 70, 014415-12. DOI: 10.1103/PhysRevB.70.014415

Tokonami, M., Nishiguchi, K. & Morimoto, N. (1972): Crystal structure of a monoclinic pyrrhotite (Fe_7S_8). *American Mineralogist*, 57, 1066-1080.

<https://pubs.geoscienceworld.org/msa/ammin/article-abstract/57/7-8/1066/542672>

Volk, M.W.R., McCalla, E., Voigt, B., Manno, M., Leighton, C. & Feinberg, J.M. (2018): Changes in physical properties of 4C pyrrhotite (Fe_7S_8) across the 32 K Besnus transition. *American Mineralogist*, 103, 1674-1689.

Wang, H. & Salveson, I. (2005): A review on the mineral chemistry of the non-stoichiometric iron sulphide, Fe_{1-x}S ($0 \leq x \leq 0.125$): polymorphs, phase relations and transitions, electronic and magnetic structures. *Phase Transitions*, 78, 547-567.

Internet

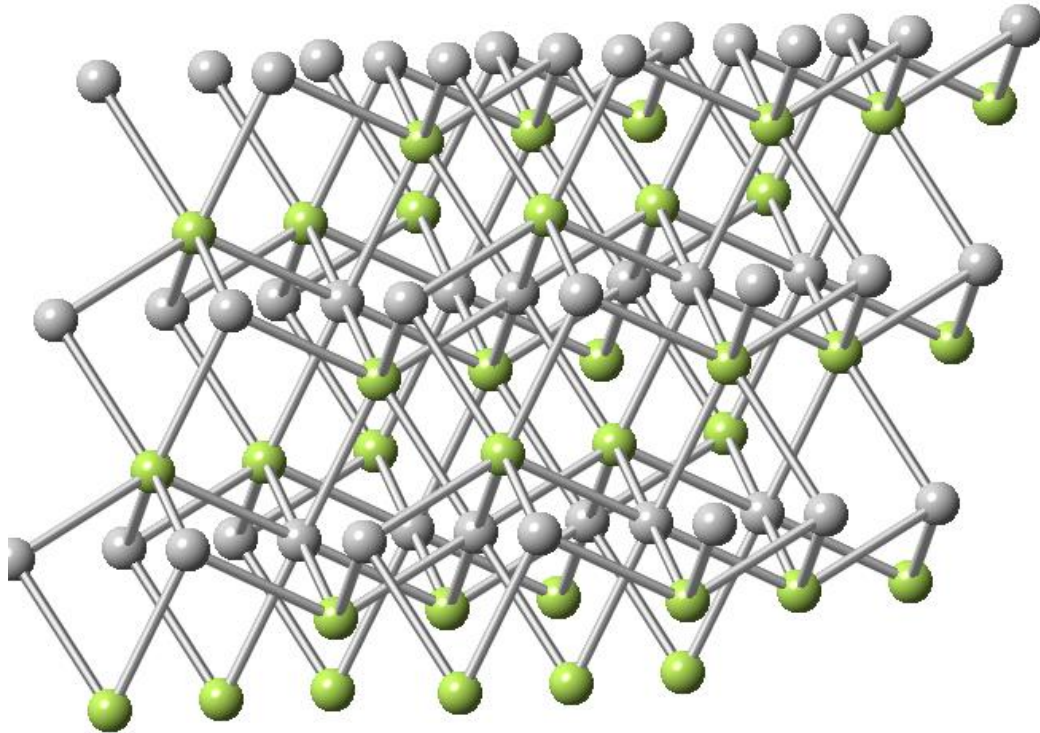
<http://rruff.info/doclib/hom/pyrrhotite.pdf>

Nickelin „Rotnickelkies“

Chemische Zusammensetzung	: NiAs
Kristallsystem	: hexagonal
Elementarzelle	: $a_0 = 3.62 \text{ \AA}$, $c_0 = 5.03 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: $P 6_3/m mc$
Ausbildung	: meist derb, selten dicktafelige xx
Härte	: 5 – 5,5
Dichte	: 7,7
Farbe	: hell kupferrot, läuft grau-schwarz an
Strich	: braun-schwarz
Glanz	: stark metallisch
Spaltbarkeit	: undeutlich
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: hydrothermal
Paragenese	: Skutterudit, Calcit, Quarz, Silber
Fundorte	: Schneeberg/Erzgebirge; Mansfeld/Sachsen-Anhalt; Wittichen/Cobalt City/Canada
Verwendung	: Nickelerz
Sonstiges	: oft grünliche Sekundärbildungen



Nickelin. Bad Schlema/Erzgebirge. Bildhöhe 10 cm



Elementarzelle $A_0 = 3.617 \text{ \AA}$, $c_0 = 5.038 \text{ \AA}$, $Z = 2$
 Raumgruppe $P 6_3/mmc$

Abb: Struktur von Nickelin

Weiterführende Literatur zu Nickelin

Artikel und Bücher

Alsen, N. (1925): Röntgenographische Untersuchungen der Kristallstrukturen von Magnetkies, Breithauptit, Pentlandit, Millerit und verwandten Verbindungen. Geologiska Foereningens i Stockholm Foerhandlingar, 47, 19-73. DOI: 10.1080/11035892509443177

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Palache, C., Berman, H. & Frondel, C. (1944): The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana Yale University 1837-1892, Volume I: Elements, Sulfides, Sulfosalts, Oxides. 834 S., John Wiley and Sons, Inc., 7th edition, revised and enlarged, New York.

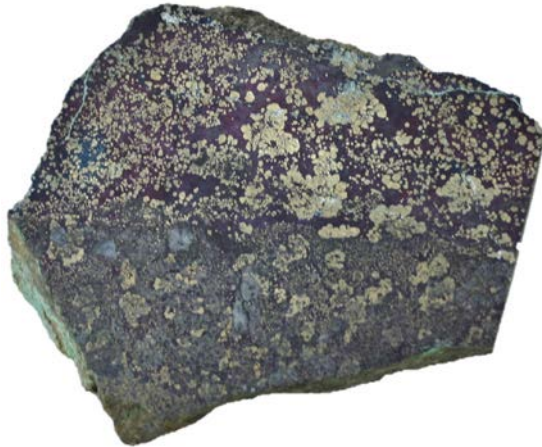
Thompson, J.G., Rae, A.D., Withers, R.L., Welberry, T.R. & Willis, A. C. (1988): The crystal structure of nickel arsenide. Journal of Physics C: Solid State Physics, 21, 4007-4015.

Internet

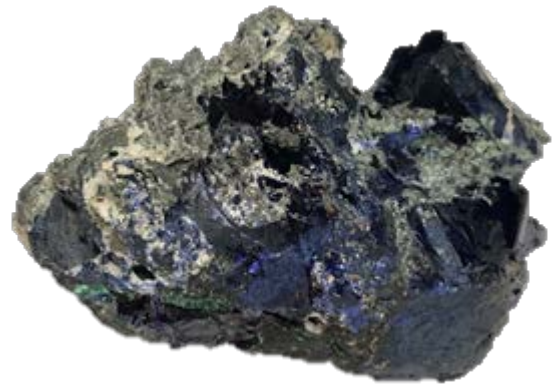
<http://rruff.info/doclib/hom/nickeline.pdf>

Covellin

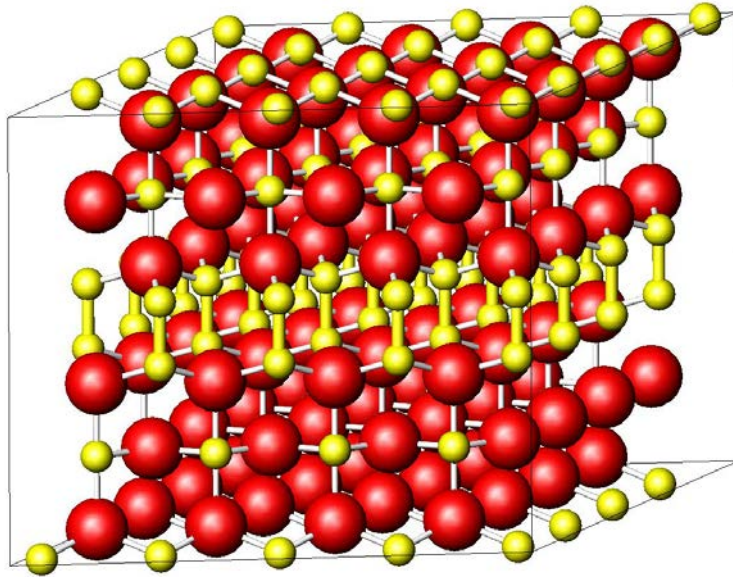
Chemische Zusammensetzung	: CuS
Kristallsystem	: hexagonales Schichtgitter
Elementarzelle	: $a_0 = 3.79 \text{ \AA}$, $b_0 = 16.34$
Raumgruppe	: P 6 ₃ /mmc
Ausbildung	: derb, pulverig, schuppig, blättrig, selten tafelige xx
Härte	: 1,5 – 2
Dichte	: 4,6 – 4,8
Farbe	: indigoblau
Strich	: blau bis grauschwarz
Glanz	: halbmatt
Spaltbarkeit	: vollkommen nach {0 0 0 1}
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: hydrothermal, Verwitterung von Cu-Sulfiden
Paragenese	: Pyrit, Chalkosin, Quarz, Chalkopyrit
Fundorte	: Mansfeld/Sachsen-Anhalt; Bor/Serbien; Butte/Montana/USA
Verwendung	: Kupfererz



Covellin und Pyrit. Bor/Serbien.
Bildbreite 10 cm



Covellin. Fundort unbekannt.
Bildbreite 10 cm



Elementarzelle $a_0 = 3.802 \text{ \AA}$, $c_0 = 16.429$, $Z = 6$
 Raumgruppe $P 6_3/mmc$

Abb: Struktur von Covellin

Weiterführende Literatur zu Covellin

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Bencistà, I., Di Benedetto, F., Innocenti, M., De Luca, A., Fornaciai, G., Lavacchi, A., Montegrossi, G., Oberhauser, W., Pardi, L. A., Romanelli, M., Vizza, F. & Foresti, M. L. (2012): Phase composition of Cu_xS thin films: spectroscopic evidence of covellite formation, European Journal of Mineralogy, 24, 879-884

Evans, H. T., Konnert, J. A. (1976): Crystal structure refinement of covellite. American Mineralogist, 61, 996-1000.

Fjellvåg, H., Grønvold, F., Stølen, S., Andresen, A.F., Müller-Käfer, R. & Simon, A. (1988): Low-temperature structural distortion in CuS . Zeitschrift für Kristallographie, 184, 111-121.

Roberts, H.S. & Ksanda, C.J. (1929): The Crystal Structure of Covellite. American Journal of Science, 17, 489-503. DOI: 10.2475/ajs. s5-17.102.489

Takeuchi, Y. & Ozawa, T. (1975): The structure of $\text{Cu}_4\text{Bi}_4\text{S}_9$ and its relation to the structures of covellite, CuS and bismuthinite, Bi_2S_3 . Zeitschrift für Kristallographie, 141, 217-232.

Takéuchi, Y., Kudoh, Y. & Sato G. (1985): The crystal structure of covellite CuS under high pressure up to 33 kbar. Zeitschrift für Kristallographie, 173, 119-128.

Internet

<http://ruff.info/doclib/hom/covellite.pdf>

Chalkosin “Kupferglanz”

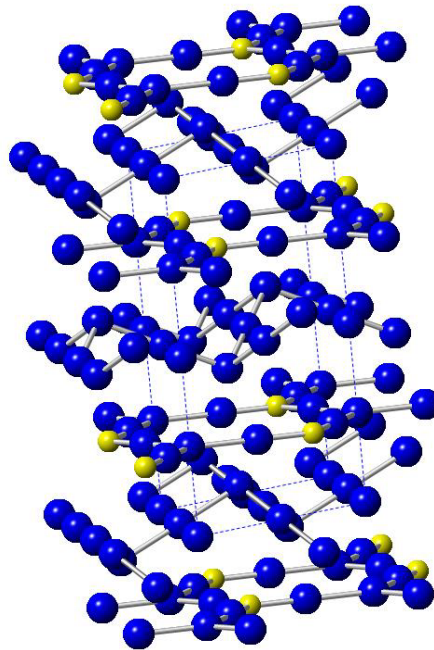
Chemische Zusammensetzung	: Cu_2S
Kristallsystem	: monoklin unter 103°C , hexagonal über 103°C
Elementarzelle	: $a_0 = 11.88 \text{ \AA}$, $b_0 = \text{ \AA}$, $c_0 = \text{ \AA}$, $\beta = 116.4^\circ$
Raumgruppe	: $P 2_1/c$
Ausbildung	: meist derb, eingesprengt, selten dicktafelige xx
Härte	: 2,5 – 3
Dichte	: 5,5 – 5,8
Farbe	: frisch bleigrau, wird relativ schnell grau und überzieht sich mit pulverigem Belag
Strich	: dunkelgrau, metallisch glänzend
Glanz	: metallisch, rasch anlaufend
Spaltbarkeit	: undeutlich
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: hydrothermal, Zementationszone von Cu – Lagerstätten
Paragenese	: Chalkopyrit, Covellin, ged. Kupfer, Quarz
Fundorte	: Eisleben/Sachsen-Anhalt; Zambia/Afrika; Tsumeb/Namibia/Afrika; Butte/Montana/USA
Verwendung	: wichtiges Cu-Erz



Chalkosin. Wisconsin/USA.
Bildbreite 10 cm



Chalkosin. Kalengwa/Zambia/Afrika.
Bildbreite 10 cm



Elementarzelle $A_0 = 15.246 \text{ \AA}$, $b_0 = 11.884 \text{ \AA}$, $c_0 = 13.494 \text{ \AA}$, $\beta = 116.35^\circ$, $Z = 48$
 Raumgruppe $P 2_1/c$

Abb: Struktur von Chalkosin

Weiterführende Literatur zu Chalkosin

Artikel und Bücher

Anthony J W, Bideaux R A, Bladh K W, and Nichols M C (1990) Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America

Cook, W.R. (1972): Phase changes in Cu_2S as a function of temperature. National Bureau of Standards Special Publication, 364, Solid State Chemistry, 364, 703-712.

Evans, H. T. (1971): Crystal structure of low chalcocite. Nature Physical Science, 232, 69-70. DOI: 10.1038/physci232069a0

Evans, H. T. (1979): Djurleite ($\text{Cu}_{1.94}\text{S}$) and low chalcocite (Cu_2S): New crystal structure studies. Science, 203, 356-358.

Roseboom, E.H. (1966): An investigation of the system Cu-S and some natural copper sulfides between 25 °C and 700 °C. Economic Geology, 61, 641-672.

Pósfai, M. & Buseck, P.R. (1994): Djurleite, digenite, and chalcocite: Intergrowths and transformations. American Mineralogist, 79, 308-315.

Whiteside, L.S. & Goble, R.J. (1986): Structural and compositional changes in copper sulfides during leaching and dissolution. The Canadian Mineralogist, 24, 247-258.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/chalcocite.pdf>

Bornit „Buntkupferkies“

Chemische Zusammensetzung	: Cu_5FeS_4
Kristallsystem	: orthorhombisch
Elementarzelle	: $a_0 = 10.95 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: $P b c a$
Ausbildung	: meist derb, eingesprengt, selten xx
Härte	: 3
Dichte	: 4,9 – 5,1
Farbe	: metallisch rötlichbraun, schnell bunt anlaufend(Name!)
Strich	: grauschwarz
Glanz	: metallisch
Spaltbarkeit	: undeutlich, selten sichtbar
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: hydrothermal, Zementationszone von Cu-Lagerstätten
Paragenese	: Quarz, Chalkopyrit, Pyrit
Fundorte	: Eisleben/Sachsen-Anhalt; Cornwall/England; Tsumeb/Namibia/Afrika; Butte/Montana/USA
Verwendung	: wichtiges Cu-Erz



Bornit und gediegen Silber. Sombrerete/Zacatecas/Mexico. Bildbreite 12 cm



Bornit. Fundort unbekannt. Bildbreite 5 cm



Bornit. Chuquicamata/Chile.
Bildbreite 5 cm



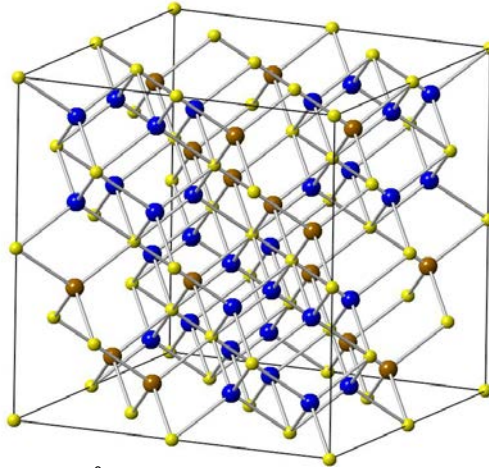
Bornit in Kupferschiefer. Deutschland.
Bildbreite 8 cm



Bornit auf Quarz in Kupferschiefer.
Deutschland. Bildbreite 7 cm



Bornit. Eiserfeld/Nordrhein-Westfalen. Bildbreite 12 cm



Elementarzelle	a) $a_0 = 10.95 \text{ \AA}$, $Z = 16$ b) $a_0 = 5.47 \text{ \AA}$, $Z = 1$
Raumgruppe	a) $Pbca$ b) $F23$

Abb: Struktur von Bornit

Weiterführende Literatur zu Bornit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Cook, N.J., Ciobanu, C.L., Danyushevsky, L.V. & Gilbert, S. (2011): Minor and trace elements in bornite and associated Cu-(Fe)-sulfides: A LA-ICP-MS study. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75, 6473-6496.

Harmer, S.L., Pratt, A.R., Nesbitt, H.W. & Fleet, M.E. (2005): Reconstruction of fracture surfaces on bornite. *The Canadian Mineralogist*, 43, 1619-1630.

Kanazawa, Y., Koto, K. & Morimoto, N. (1978): Bornite (Cu_5FeS_4): stability and crystal structure of the intermediate form. *The Canadian Mineralogist*, 16, 397-404.

Koto, K. & Morimoto, N. (1975): Superstructure investigation of Bornite, Cu_5FeS_4 , by the modified partial patterson function. *Acta Crystallographica, Section B: Structural Crystallography and Crystal Chemistry*, 31, 2268-2273. DOI: 10.1107/S0567740875007376

Kratz, T. & Fuess, H. (1989): Simultane Strukturbestimmung von Kupferkies und Bornit an einem Kristall. *Zeitschrift für Kristallographie*, 186, 167-169.

Morimoto, N. (1964): Structures of two polymorphic forms of Cu_5FeS_4 . *Acta Crystallographica*, 17, 351-360.

Tunell, G. & Adams, C.E. (1949): On the symmetry and crystal structure of bornit. *American Mineralogist*, 34, 824-829.

<https://pubs.geoscienceworld.org/msa/ammin/article-abstract/34/11-12/824/541306>

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/bornite.pdf>

Akanthit und Argentit „Silberglanz“

Chemische Zusammensetzung	: Ag_2S
Kristallsystem	: monoklin unter 179 °C (Akanthit), kubisch über 179 °C (Argentit)
Elementarzelle	: $a_0 = 4.23 \text{ \AA}$, $b_0 = 6.93 \text{ \AA}$, $c_0 = 7.86 \text{ \AA}$, $\beta = 99.61^\circ$ $a_0 = 4.89 \text{ \AA}$, I m 3 m
Raumgruppe	: $P 2_1/n$
Ausbildung	: skelettförmig, dendritisch, Bleche, Würfel, Oktaeder oft Pseudomorphosen nach Argentit
Härte	: 2 – 2,5
Dichte	: 7,2 – 7,4
Farbe	: bleigrau
Strich	: grau
Glanz	: metallisch auf frischen Schnittflächen
Spaltbarkeit	: keine
Bruch	: geschmeidig
Vorkommen	: hydrothermal, Zementationszone
Paragenese	: gediegen Silber, Pyrargyrit, Quarz, Calcit
Fundorte	: Freiberg und Schneeberg/Erzgebirge; Jachymov/Böhmen; Marokko; Zacatecas/Mexico
Verwendung	: wichtiges Silbererz



Arkanthit. Imitor Mine/Atlas Mountains/Marokko. Bildbreite 3 cm



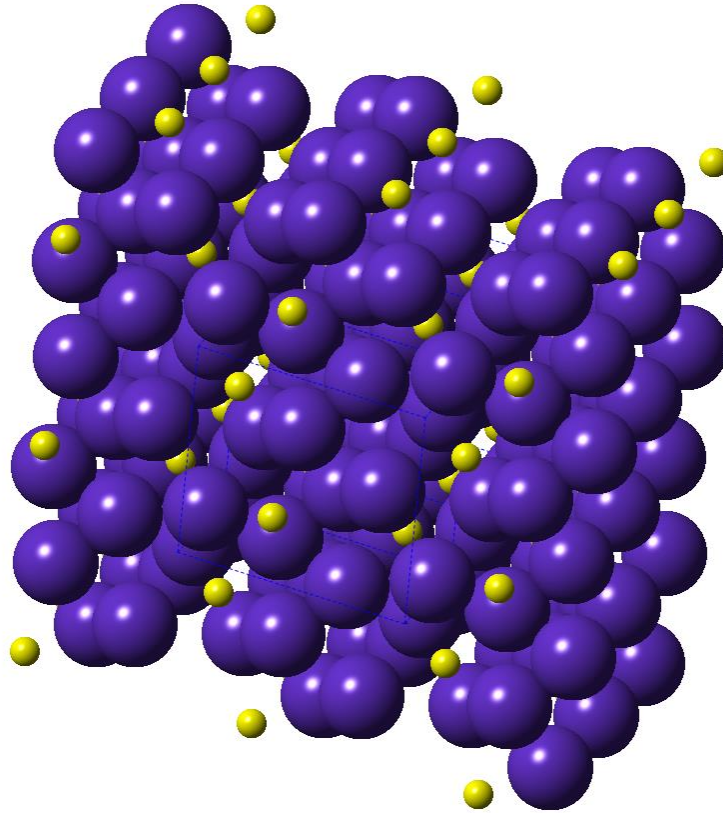
Argentit. Himmelfürst/ Freiberg/Erzgebirge. Bildbreite 3 cm



Akanthit. Imiter/Marokko. Bildbreite 4 cm



Akanthit. Fresnillo/Mexico. Bildbreite 2 cm



Elementarzelle	a) $a_0 = 4.23 \text{ \AA}$, $b_0 = 6.93 \text{ \AA}$, $c_0 = 7.86 \text{ \AA}$, $\beta = 99.61^\circ$ b) $a_0 = 4.89 \text{ \AA}$
Raumgruppe	a) $P 2_1/n$ b) $I m \bar{3} m$

Abb: Struktur von Akantit

Weiterführende Literatur zu Akanthit:

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Bindi, L. & Pingitore, N. E. (2013): On the symmetry and crystal structure of aguilarite, Ag_4SeS . Mineralogical Magazine, 77, 21-31.

Cava, R.J., Reidinger, F. & Wuensch, B.J. (1980): Single-crystal neutron diffraction study of the fast-ion conductor $\beta\text{-Ag}_2\text{S}$ between 186 and 325°C. Journal of Solid State Chemistry, 31, 69-80.

Frueh, A.J. (1957): The crystal structure, polymorphism and twinning of acanthite (Ag_2S). Acta Crystallographica, 10, 764-764.

Frueh, A.J. (1958): The crystallography of silver sulfide, Ag_2S . Zeitschrift für Kristallographie, 110, 136-144.

Sadanaga, R. & Sueno, S. (1967): X-ray study on the α - β transition of Ag_2S . *Mineralogical Journal*, 5, 124-148.

Santamaría-Pérez, D., Marqués, M., Chuliá-Jordán, R., Menendez, J.M., Gomis, O., Ruiz-Fuertes, J., Sans, J.A., Errandonea, D. & Recio, J. M. (2012): Compression of silver sulfide: X-ray diffraction measurements and total-energy calculations. *Inorganic Chemistry*, 51, 5289-5298.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/acanthite.pdf>

Pentlandit

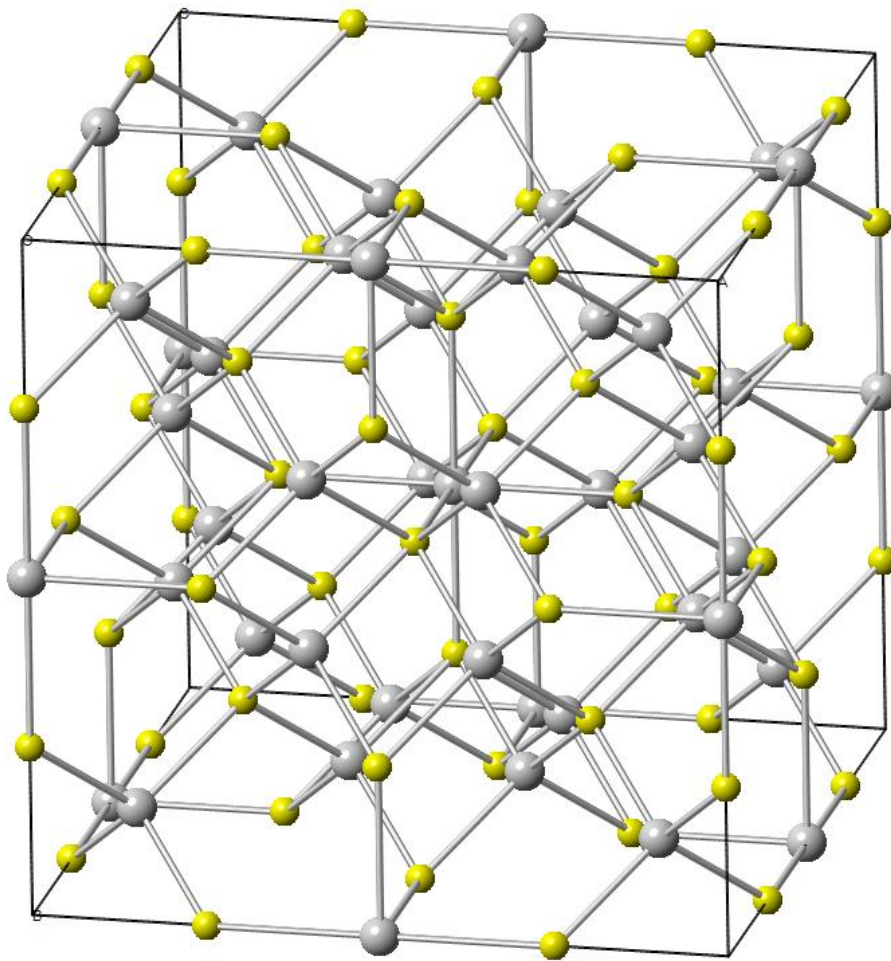
Chemische Zusammensetzung	: (Fe, Ni) ₉ S ₈
Kristallsystem	: kubisch
Elementarzelle	: $a_0 = 10.04 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: F m 3 m
Ausbildung	: meist derbe Aggregate, eingesprengt
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 4,5 – 5,0
Farbe	: bronzegelb
Strich	: schwarz
Glanz	: stark metallisch
Spaltbarkeit	: deutlich nach {1 1 1}
Bruch	: spröde
Vorkommen	: liquidmagmatisch
Paragenese	: andere Sulfidminerale, Quarz
Fundorte	: Sohland/Lausitz; Italien; Norilsk/Sibirien; Sudbury/Canada; Bushveld/Südafrika
Verwendung	: wichtigstes Ni-Erz



Pentlandit. Frood Mine/Ontario/Canada.
Bildbreite 6 cm



Pentlandit. Varallo/Sesiatal/Piemont/Italien.
Bildbreite 9 cm



Elementarzelle $a_0 = 10.04 \text{ \AA}$, $Z = 16$
 Raumgruppe $F m\bar{3}m$

Abb: Struktur von Pentlandit

Weiterführende Literatur zu Pentlandit

Artikel und Bücher

Alsen, N. (1925): Röntgenographische Untersuchungen der Kristallstrukturen von Magnetkies, Breithauptit, Pentlandit, Millerit und verwandten Verbindungen. Geologiska Föreningens i Stockholm Föreläsningar, 47, 19-73. DOI: 10.1080/11035892509443177

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Chai, G., Naldrett, A.J., Rucklidge, J.C. & Kilius, L.R. (1993): In situ quantitative analyses for PGE and Au in sulfide minerals of the Jinchuan Ni-Cu deposit by accelerator mass spectrometry. The Canadian Mineralogist, 31, 19-30.

Evans, H.T. & Clark, J.R. (1981): The crystal structure of bartonite, a potassium iron sulfide, and its relationship to pentlandite and djerfisherite. American Mineralogist, 66, 376-384.

Farrell, S.P. & Fleet, M.E. (2002) Phase separation in $(\text{Fe,Co})_{1-x}\text{S}$ monosulfide solid-solution below 450°C , with consequences for coexisting pyrrhotite and pentlandite in magmatic sulfide deposits. *The Canadian Mineralogist*, 40, 33-46.

Hall, S.R. & Stewart, J.M. (1973): The crystal structure of argentian pentlandite $(\text{Fe,Ni})_8\text{AgS}_8$, compared with the refined structure of pentlandite $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$. *The Canadian Mineralogist*, 12, 169-177.

Lundqvist, D. (1947): X-ray studies on the binary system Ni-S. *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi*, 24A, 21 1-12.

Mandziuk, Z.L. & Scott, S.D. (1977): Synthesis, stability, and phase relations of argentian pentlandite in the system Ag-Fe-Ni-S. *The Canadian Mineralogist*, 15, 349-364.

Rajamani, V. & Prewitt, C. T. (1973): Crystal chemistry of natural pentlandites. *The Canadian Mineralogist*, 12, 178-187.

Tenailleau, C., Pring, A., Etschmann, B., Brugger, J., Grguric, B. & Putnis, A. (2006): Transformation of pentlandite to violarite under mild hydrothermal conditions. *American Mineralogist*, 91, 706-709.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/pentlandite.pdf>

Stibnit (Antimonit)

„Antimonglanz“, Grauspiesglanz“

Chemische Zusammensetzung	: Sb_2S_3
Kristallsystem	: orthorhombisch
Elementarzelle	: $a_0 = 11.23 \text{ \AA}$, $b_0 = 11.31 \text{ \AA}$, $c_0 = 3.84 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: $P b n m$
Ausbildung	: nadelige und säulige xx, langgestreckt, meist vertikal gestreift
Härte	: 2 – 2,5
Dichte	: 4,6 – 4,7
Farbe	: bleigrau
Strich	: dunkelgrau
Glanz	: metallisch
Spaltbarkeit	: sehr vollkommen nach $\{0 1 0\}$
Bruch	: mild, biegsam
Vorkommen	: hydrothermal
Paragenese	: Arsenopyrit, Quarz, Pyrit, Realgar
Fundorte	: Wolfsberg/Harz; Toskana/Italien; Herja/Rumänien; Kirgistan; Bolivien
Verwendung	: wichtigstes Antimonerz



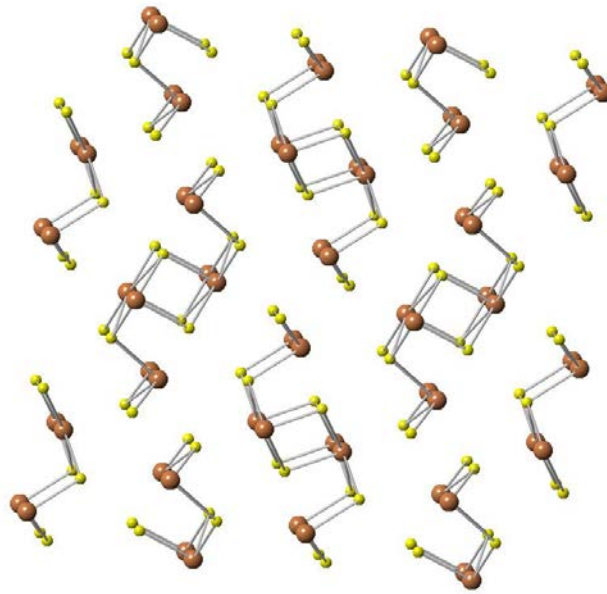
Antimonit. Kirgistan. Bildbreite 10 cm



Antimonit. Fundort unbekannt.
Bildbreite 9 cm



Antimonit. Fundort unbekannt. Bildbreite 20 cm



Elementarzelle $a_0 = 11.20 \text{ \AA}$, $b_0 = 11.28 \text{ \AA}$, $c_0 = 3.83 \text{ \AA}$, $Z = 4$
 Raumgruppe Pbnm

Abb: Struktur von Antimon

Weiterführende Literatur zu Antimonit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Arun, P. & Vedeshwar, A.G. (1996): On the structure of stibnite (Sb_2S_3). Journal of Materials Science, 31, 6507-6510.

Hofmann, W. (1933): Die Struktur der Minerale der Antimonitgruppe. Zeitschrift für Kristallographie, 86, 225-245.

Kharbish, S., Libowitzky, E. & Beran, A. (2009): Raman spectra of isolated and interconnected pyramidal XS_3 groups ($\text{X} = \text{Sb}, \text{Bi}$) in stibnite, bismuthinite, kermesite, stephanite and bournonite. European Journal of Mineralogy, 21, 325-333.

Liu, J., Liu, J., Li, J., Xie, H., Wang, J., Deng, J., Feng, C., Qi, F. & Zhang, N. (2008): Experimental synthesis of the stibnite-antimonselite solid solution series. International Geology Review, 50, 163-176.

Lukaszewicz, K., Pietraszko, A., Stepień-Damm, J., Grigas, J. & Kajokas, A. (1997): Crystal structure of stibnite Sb_2S_3 in phase II at 320 K. Polish Journal of Chemistry, 71, 390-395.

McKee, D.O. & McMullan, J.T. (1975): Comment on the structure of antimony trisulfide. Zeitschrift für Kristallographie, 142, 447-449.

Šćavnicar, S. (1960): The crystal structure of stibnite. A redetermination of atomic positions. Zeitschrift für Kristallographie, 114, 85-97.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/stibnite.pdf>

Pyrit „Schwefelkies“

Chemische Zusammensetzung	: FeS ₂
Kristallsystem	: kubisch: Struktur: ähnlich NaCl, S ₂ -Hanteln liegen parallel (1 1 1)
Elementarzelle	: a ₀ = 5.42 Å
Raumgruppe	: P a 3
Ausbildung	: Derb, eingesprengt, Würfel (oft mit Flächenstreifung), Oktaeder, Pentagondodekaeder
Härte	: 6 – 6,5
Dichte	: 4,9 – 5,2 (Unterscheidung zu Chalkopyrit)
Farbe	: goldgelb
Strich	: grün-grauschwarz (heller als Chalkopyrit)
Glanz	: stark metallisch
Spaltbarkeit	: undeutlich {1 0 0}
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: Durchläufer
Paragenese	: Galenit, Sphalerit, Chalkopyrit, Hämatit
Fundorte	: Rammelsberg/Harz; Lemgo/Nordrhein-Westfalen; Rio Tinto/Spanien; Navajun/Spanien; Sparta/Griechenland; Elba/Italien; Illinois/USA
Verwendung	: Eisenerz, Schwefelsäuregewinnung, Polierrot, Au-Erz



Federpyrit. Neudorf/Harz. Bildbreite 14 cm



Pyrit. Fundort unbekannt. Bildbreite 6 cm



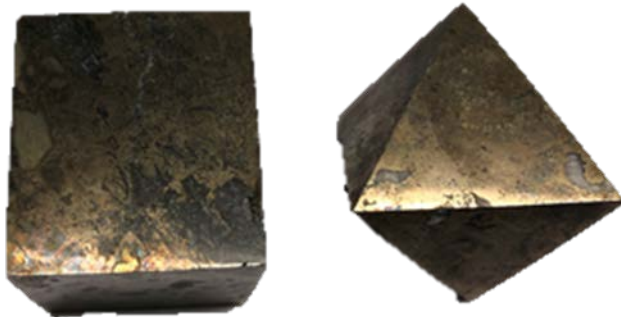
Pyritzwillinge. Navajun/Spanien.
Proben je ca. 2 cm



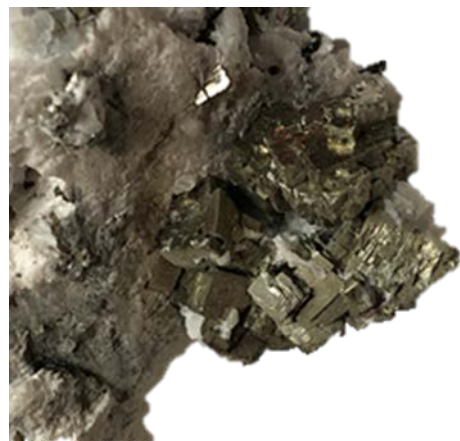
Pyrit. Fundort unbekannt. Bildbreite 5 cm



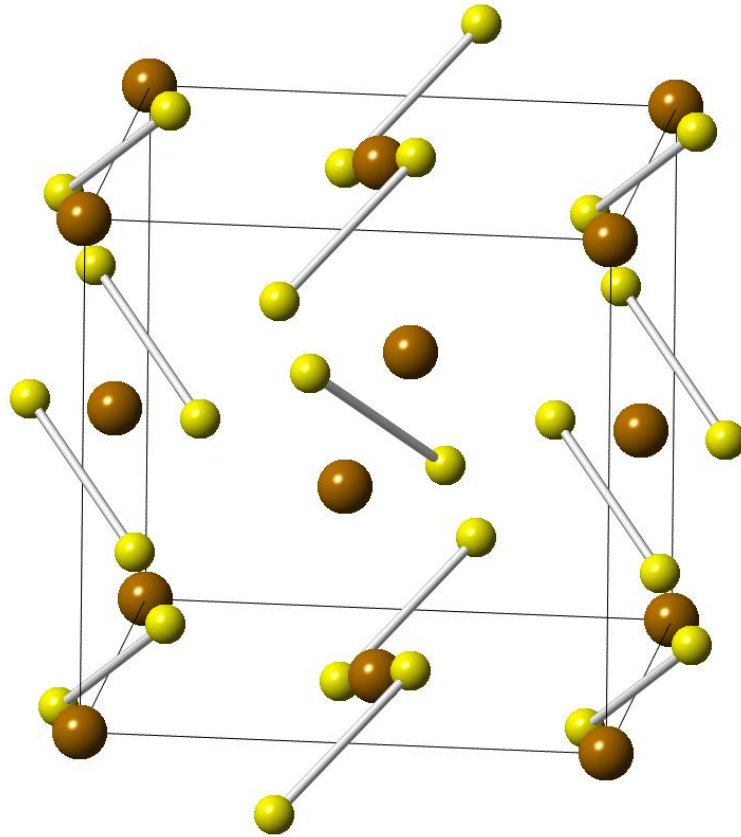
Pyrit. Spanien. Bildbreite 7 cm



Geschliffener Pyrit. China. Je ca. 5 cm



Pyrit. Fundort unbekannt.
Bildbreite 3 cm



Elementarzelle $a_0 = 5.416 \text{ \AA}$, $Z = 4$
 Raumgruppe $Pa\bar{3}$

Abb: Struktur von Pyrit

Weiterführende Literatur zu Pyrit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Bayliss, P. (1977): Crystal structure refinement of a weakly anisotropic pyrite. American Mineralogist, 62, 1168-1172.

Nickel, E.H. (1968): Structural stability of minerals with the pyrite, marcasite, arsenopyrite and löllingite structures. The Canadian Mineralogist, 9, 311-321.

Parker, H.M. & Whitehouse, W.J. (1932): Crystal structure of pyrite, FeS_2 . Philosophical Magazine, 14, 939-961.

Ramsdell, L.S. (1925): The crystal structure of some metallic sulfides. American Mineralogist, 10, 281-304.

Internet

<http://ruff.info/doclib/hom/pyrite.pdf>

Markasit

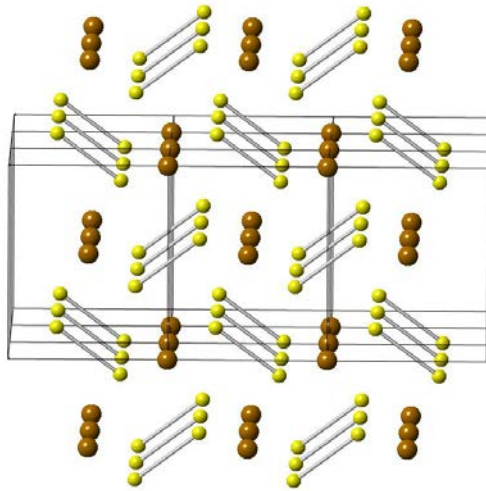
Chemische Zusammensetzung	: FeS ₂
Kristallsystem	: orthorhombisch
Elementarzelle	: a ₀ = 4.44 Å, b ₀ = 5.43 Å, c ₀ = 3.39 Å
Raumgruppe	: P n n m
Ausbildung	: stengelig, radialstrahlig, tafelige und flachprismatische xx, häufig Verwachsungen
Härte	: 6,0 – 6,5
Dichte	: 4,8 – 4,9
Farbe	: grüngelb
Strich	: grün-schwarz-grau
Glanz	: metallisch
Spaltbarkeit	: sehr undeutlich nach {1 1 0}
Bruch	: uneben, spröde
Vorkommen	: hydrothermal, sedimentär, Konkretionen, in Kohleflözen
Paragenese	: Pyrit, Pyrrhotin, Quarz, Galenit, Calcit
Fundorte	: Rügen/Mecklenburg-Vorpommern; Kent/England
Verwendung	: ----



Markasit. Fundort unbekannt. Bildbreite 10 cm



Markasit.
Illinois/USA,
Bildhöhe 6 cm



Elementarzelle $a_0 = 4.436 \text{ \AA}$, $b_0 = 5.414 \text{ \AA}$, $c_0 = 3.381 \text{ \AA}$, $Z = 2$
 Raumgruppe Pnmm

Abb: Struktur von Markasit

Weiterführende Literatur zu Markasit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Brostigen, G. & Kjekshus, A. (1970): Compounds with the marcasite type crystal structure. V. Crystal structures of FeS_2 , FeTe_2 , and CoTe_2 . Acta Chemica Scandinavica, 24, 1925-1940.

Brostigen, G., Kjekshus, A. & Rømming, C. (1973): Compounds with the marcasite type crystal structure. VIII. Redetermination of the prototype. Acta Chemica Scandinavica, 27, 2791-2796.

Buerger, M.J. (1937): Interatomic distances in marcasite and notes on the bonding in crystals of loellingite, arsenopyrite, and marcasite types. Zeitschrift fuer Kristallographie, 97, 504-513. <https://www.degruyter.com/view/journals/zkri/97/1/article-p504.xml>

Dódony, I., Pósfai, M. & Buseck, P.R. (1996): Structural relationship between pyrite and marcasite. American Mineralogist, 81, 119-125.

Fleet, M.E. (1970): Structural aspects of the marcasite-pyrite transformation. The Canadian Mineralogist, 10, 225-231.

Lutz, H. D. & Muller, B. (1991): Lattice vibration spectra. LXVIII. Single-crystal Raman spectra of marcasite-type iron chalcogenides and pnictides, FeX_2 ($\text{X}=\text{S,Se,Te;P,As,Sb}$). Physics and Chemistry of Minerals, 18, 265-268.

Tossell, J.A., Vaughan, D.J. & Burdett, J.K. (1981): Pyrite, marcasite, and arsenopyrite type minerals: Crystal chemical and structural principles. Physics and Chemistry of Minerals, 7, 177-184.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/marcasite.pdf>

Arsenopyrit „Arsenkies“

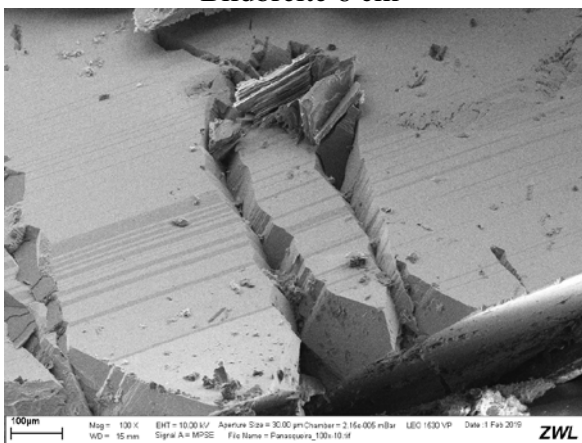
Chemische Zusammensetzung	: FeAsS
Kristallsystem	: monoklin, pseudorhombisch
Elementarzelle	: $a_0 = 5.74 \text{ \AA}$, $b_0 = 5.68 \text{ \AA}$, $c_0 = 5.79 \text{ \AA}$, $\beta = 112.17^\circ$
Raumgruppe	: $P 2_1/c$
Ausbildung	: idiomorphe Kristalle, körnig
Härte	: 5,6 – 6
Dichte	: 6
Farbe	: zinnweiß, stahlgrau
Strich	: schwarz
Glanz	: metallisch
Spaltbarkeit	: deutlich {1 1 0}
Bruch	: uneben, spröde
Vorkommen	: pneumatolytisch, hydrothermal, metamorph
Paragenese	: Au, Chalkopyrit, Sphalerit,
Fundorte	: Freiberg/Erzgebirge; Boliden/Schweden; Panasqueira/Portugal
Verwendung	: Golderz durch Goldgehalte
Sonstige	: Knoblauchgeruch beim Anschlagen



Arsenopyrit. Panasqueira/Portugal,
Bildbreite 6 cm



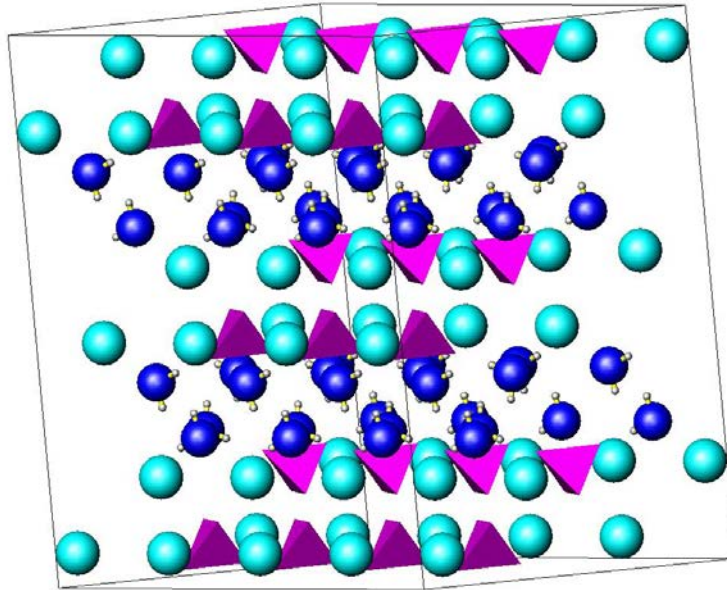
Arsenopyrit. Ehemaliges Jugoslawien.
Bildbreite 5 cm



REM-Aufnahme von Arsenopyrit.
Panasqueira/Portugal.



Arsenopyrit. Mine de Passagen/
Mariana/Brasilien. Bildbreite ca. 7 cm.



Elementarzelle $a_0 = 5.74 \text{ \AA}$, $b_0 = 5.68 \text{ \AA}$, $c_0 = 5.79 \text{ \AA}$, $\beta = 112.17^\circ$
 Raumgruppe $P 2_1/c$

Abb: Struktur von Arsenopyrit

Weiterführende Literatur zu Arsenopyrit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Flemming, R.L., Salzsauler, K.A., Sherriff, B.L. & Sidenko, N.V. (2005): Identification of scorodite in fine-grained, high-sulfide, arsenopyrite mine-waste using micro X-ray diffraction (μ XRD). The Canadian Mineralogist, 43, 1243-1254.

Fuess, H., Kratz, T., Töpel-Schadt, J. & Mieke, G. (1987): Crystal structure refinement and electron microscopy of arsenopyrite. Zeitschrift für Kristallographie, 179, 335-346.

Hem, S.R. & Makovicky, E. (2004): The system Fe-Co-Ni-As-S. II. Phase relations at in the (Fe,Co,Ni)As_{1.5}S_{0.5} section at 650 °C and 500 °C. The Canadian Mineralogist, 42, 63-86.

Kretschmar, U. & Scott, S. D. (1976): Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. The Canadian Mineralogist, 14, 364-386.

Kharbush, S. & Andráš, P. (2014): Investigations of the Fe sulfosalts berthierite, garavellite, arsenopyrite, and gudmundite by Raman spectroscopy. Mineralogical Magazine, 78, 1287-1299.

Li, Y., He, Q., Chen, J. & Zhao, C. (2015): Electronic and chemical structures of pyrite and arsenopyrite. Mineralogical Magazine, 79, 1779-1789.

Richardson, S. & Vaughan, D. J. (1989): Arsenopyrite: a spectroscopic investigation of altered surfaces. Mineralogical Magazine, 53, 223-229.

Tossell, J.A., Vaughan, D.J. & Burdett, J.K. (1981): Pyrite, marcasite, and arsenopyrite type minerals: Crystal chemical and structural principles. *Physics and Chemistry of Minerals*, 7, 177-184.

Internet

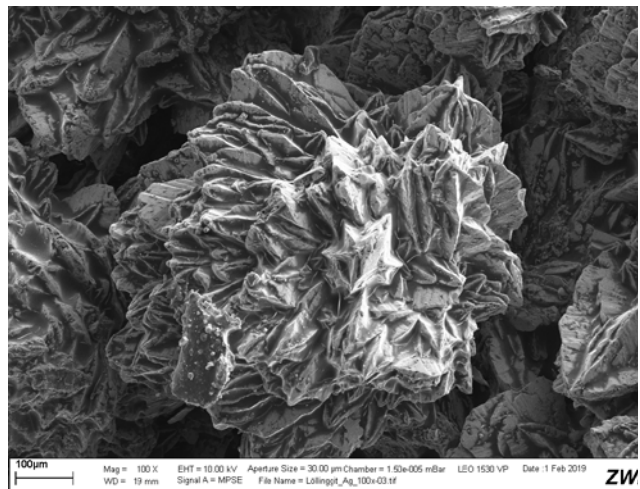
<http://rruff.info/doclib/hom/arsenopyrite.pdf>

Löllingit

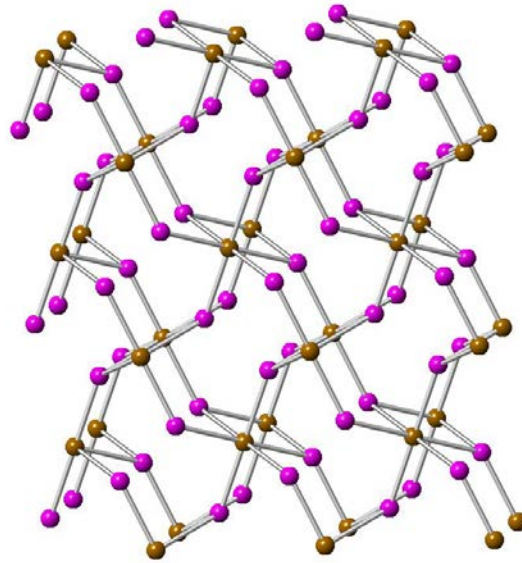
Chemische Zusammensetzung	: FeAs_2
Kristallsystem	: orthorhombisch
Elementarzelle	: $a_0 = 5.25 \text{ \AA}$, $b_0 = 5.92 \text{ \AA}$, $c_0 = 2.85 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: $P n n m$
Ausbildung	: Eigenschaften ähnlich Arsenopyrit
Härte	: 5
Dichte	: 7,1 – 7,5
Farbe	: silbrig-grau
Strich	: grau
Glanz	: silbriger Metallglanz
Spaltbarkeit	: {001} deutlich
Bruch	: uneben
Vorkommen	: pneumatolytisch, hydrothermals
Paragenese	: andere Sulfide, Quarz, Feldspat, Calcit
Fundorte	: Lölling/Österreich; Falun/Schweden; Oruru/Bolivien; USA
Verwendung	:
Sonstiges	: wird nach Erhitzen magnetisch



Löllingit. Sterling Hill/Ogdenburg/New Jersey/USA. Bildbreite 10 cm



REM-Aufnahme von Löllingit.
Fundort unbekannt.



Elementarzelle $a_0 = 5.25 \text{ \AA}$, $b_0 = 5.92 \text{ \AA}$, $c_0 = 2.85 \text{ \AA}$
 Raumgruppe Pnnm

Abb: Struktur von Löllingit

Weiterführende Literatur zu Löllingit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Clark, L. A. (1962): X-ray method for rapid determination of sulfur and cobalt in löllingite. The Canadian Mineralogist, 7, 306-311.

Hem, S.R., Makovicky, E. & Gervilla, F. (2001): Compositional trends in Fe, Co, and Ni sulfarsenides and their crystal-chemical implications: results from the Arroyo de la Cueva deposits, Ronda peridotite, southern Spain. The Canadian Mineralogist, 39, 831-853.

Hem, S.R. & Makovicky, E. (2004): The system Fe-Co-Ni-As-S. II. Phase relations at in the (Fe,Co,Ni)As_{1.5}S_{0.5} section at 650 °C and 500 °C. The Canadian Mineralogist, 42, 63-86.

Lutz, H.D., Jung, M. & Wäschenbach, G. (1987): Kristallstrukturen des löllingits FeAs₂ und des pyrits RuTe₂. Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie, 554, 87-91.

Lutz, H.D. & Muller, B. (1991): Lattice vibration spectra. LXVIII. Single-crystal Raman spectra of marcasite-type iron chalcogenides and pnictides, FeX₂ (X=S,Se,Te;P,As,Sb). Physics and Chemistry of Minerals, 18, 265-268.

Nickel, E.H. (1968): Structural stability of minerals with the pyrite, marcasite, arsenopyrite and löllingite structures. The Canadian Mineralogist, 9, 311-321.

Ondruš, P., Vavřín, I., Skála, R. & Veselovský, F. (2001): Low-temperature Ni-rich löllingite from Háje, Příbram, Czech Republic. Rietveld crystal structure refinement. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte, 2001, 169-185.

Internet

<http://ruff.info/doclib/hom/lollingite.pdf>

Molybdänit „Molybdänglanz“

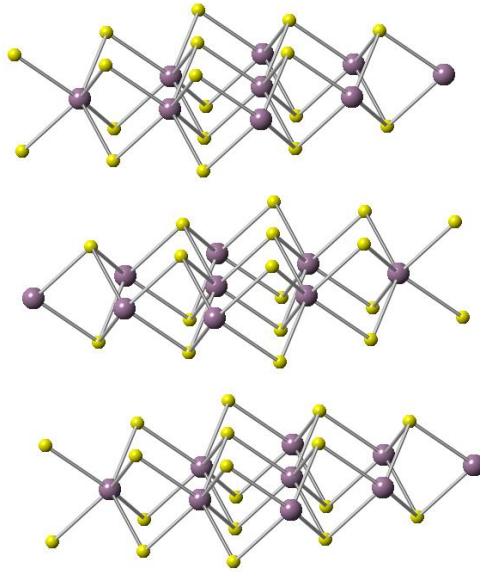
Chemische Zusammensetzung	: MoS_2
Kristallsystem	: Hexagonal, Schichtstruktur
Elementarzelle	: $a_0 = 3.16 \text{ \AA}$, $c_0 = 12.3 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: $P 6_3/m m c$
Ausbildung	: blättrig
Härte	: 1 - 1,5
Dichte	: 4,7 – 4,8
Farbe	: bleigrau
Strich	: bleigrau
Glanz	: metallisch
Spaltbarkeit	: vollkommen $\{0 0 0 1\}$
Bruch	: mild
Vorkommen	: pegmatisch-pneumatolytisch, kontaktmetasomatisch, hydrothermal
Paragenese	: Feldspäte, Quarz
Fundorte	: Altenberg/Erzgebirge; Climax/Colorado/USA; Bancroft/Canada
Verwendung	: wichtigstes Molybdänerz
Sonstiges	: Färbt ab wie Graphit



Molybdänit in Quarz. Erzgebirge.
Bildbreite 8 cm



Molybdänit. Bancroft/Canada. Bildbreite 9 cm



Elementarzelle $a_0 = 3.16 \text{ \AA}$, $c_0 = 12.3 \text{ \AA}$
 Raumgruppe $P 6_3/m m c$

Abb: Struktur von Molybdänit

Weiterführende Literatur zu Molybdänit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Arne, D.C., Bierlein, F.P., Morgan, J.W. & Stein, H.J. (2001): Re-Os dating of sulfides associated with gold mineralization in central Victoria, Australia. *Economic Geology*, 96, 1455-1459.

Grabezhev, A.I. & Voudouris, P.C. (2014): Rhenium distribution in molybdenite from the Vosnesensk porphyry $\text{Cu} \pm (\text{Mo}, \text{Au})$ deposit (Southern Urals, Russia). *The Canadian Mineralogist*, 52, 671-685.

Mandarino, J.A. & Gait, R.I. (1970): Shorter communications: Molybdenite polytypes in the Royal Ontario Museum. *The Canadian Mineralogist*, 10, 723-729.

Semiletov, S.A. (1961): The crystalline structure of rhombohedral MoS_2 . *Soviet Physics - Crystallography*, 6, 428-431.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/molybdenite.pdf>

Tetraedrit „Fahlerzgruppe“

Chemische Zusammensetzung	: $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$, z. T. mit Ag-, Hg, Zn-Gehalten
Kristallsystem	: kubisch
Elementarzelle	: $a_0 = 10.36 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: I - 4 3 m
Ausbildung	: derb, tetraedrische Ausbildung, mit Calcit oder Quarz verwachsen
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 4.97
Farbe	: schwarz
Strich	: schwarz
Glanz	: metallisch
Spaltbarkeit	: keine
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: hydrothermales Erz
Paragenese	: Pyrit, Quarz, Calcit, Spalerit, Galenit
Fundorte	: Schwaz/Österreich; Rumänien; USA; Peru
Verwendung	: Kupfer-, Antimonerz



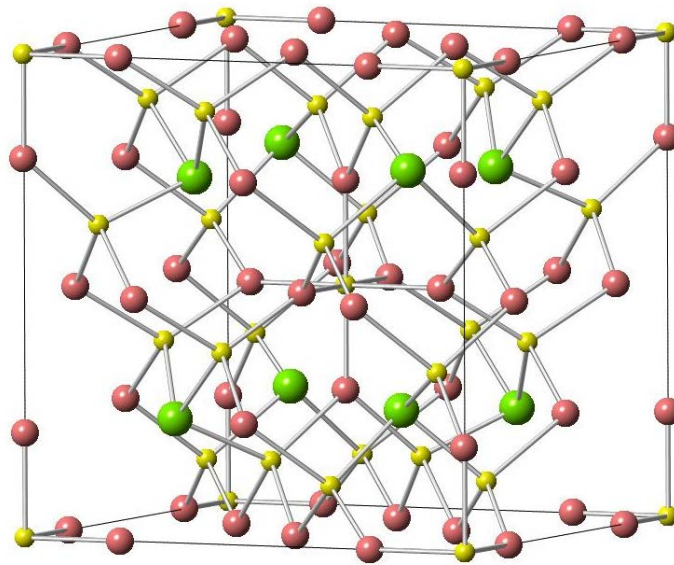
Tetraedrit. Cavnic/Rumänien. Bildbreite 8 cm



Tetraedrit. St. Peter Mine/USA.
Bildbreite 3 cm



Tetraedrit. Caspalca Mine/Peru.
Bildbreite 5 cm



Elementarzelle $A_0 = 10.36 \text{ \AA}$
 Raumgruppe I-4 3 m

Abb: Struktur von Tetraedrit

Weiterführende Literatur zu Tetraedrit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Kharchish, S., Libowitzky, E. & Beran, A. (2007): The effect of As-Sb substitution in the Raman spectra of tetraedrite-tennantite and pyrrargyrite-proustite solid solutions. *European Journal of Mineralogy*, 19, 567-574.

King, R.J. (2001): Minerals explained 32: The tetraedrite group. *Geology Today*, 17, 77-80.

Makovicky, E. & Karup-Møller, S. (2017): Exploratory studies of substitutions in the tetraedrite/tennantite-goldfieldite solid solution. *The Canadian Mineralogist*, 55, 233-244.

Peterson, R. C. & Miller, I. (1986): Crystal structure and cation distribution in freibergite and tetraedrite. *Mineralogical Magazine*, 50, 717-721.

Rozhdestvenskaya, I.V., Zayakina, N.V. & Samusikov, V.P. (1993): Crystal structure features of minerals from a series of tetraedrite-freibergite. *Mineralogiceskij Zhurnal*, 15, 9-17.

Seal, R.R., Essene, E.J. & Kelly, W.C. (1990): Tetraedrite and tennantite: evaluation of thermodynamic data and phase equilibria. *The Canadian Mineralogist*, 28, 725-738.

Wuensch, B.J. (1964): The crystal structure of tetraedrite, $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$. *Zeitschrift für Kristallographie*, 119, 437-453.

Tennantit „Fahlerze“

Chemische Zusammensetzung	: $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$
Kristallsystem	: kubisch
Elementarzelle	: $a_0 = 10.19\text{\AA}$
Raumgruppe	: I -4 3 m
Ausbildung	: derb, eingesprengt, Tetraeder
Härte	: 3 – 4,5
Dichte	: 4,6 – 5,1
Farbe	: grau
Strich	: grauschwarz – rotbraun
Glanz	: metallisch
Spaltbarkeit	: keine
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: hydrothermal
Paragenese	: Sphalerit, Galenit, Quarz, Calcit
Fundorte	: Freiberg/Erzgebirge; Schwaz/Österreich; Pribram/Böhmen; Tsumeb/Namibia/Afrika; Mexico
Verwendung	: Cu-Erz, z. T. auch Ag- und Hg-Erz



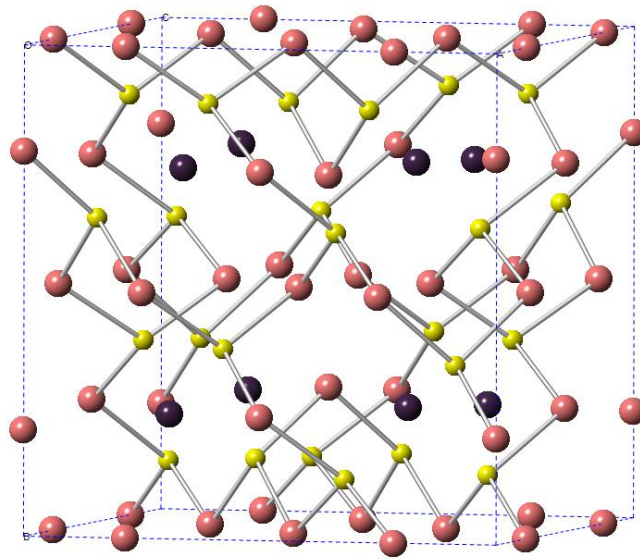
Tennantit. Mexico. Bildbreite 5 cm



Tennantit. Chile. Bildbreite 5 cm



Tennantit. Tsumeb/Namibia/Afrika.
Bildbreite 10 cm



Elementarzelle $a_0 = 10.19 \text{ \AA}$
 Raumgruppe I-4 3 m

Abb: Struktur von Tennantit

Weiterführende Literatur zu Tennantit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Apopei, A.I., Damian, G., Buzgar, N., Buzatu, A., Andráš, P. & Milovska, S. (2017): The determination of the Sb/As content in natural tetrahedrite-tennantite and bournonite-seligmannite solid solution series by Raman spectroscopy. *Mineralogical Magazine*, 81, 1439-1456.

King, R.J. (2001): Minerals explained 32: The tetrahedrite group. *Geology Today*, 17, 77-80.

Makovicky, E., Karanović, L., Poleti, D., Balić-Zunić, T. & Paar, W.H. (2005): Crystal structure of copper-rich unsubstituted tennantite, $\text{Cu}_{12.5}\text{As}_4\text{S}_{13}$. *The Canadian Mineralogist*, 43, 679-688.

Makovicky, E., Tippelt, G., Forcher, K., Lottermoser, W., Karup-Møller, S. & Amthauer G. (2003): Mössbauer study of Fe-bearing synthetic tennantite. *The Canadian Mineralogist*, 41, 1125-1134.

Raabe, K.C. & Sack, R.O. (1984): Growth zoning in tetrahedrite-tennantite from the Hock Hocking mine, Alma, Colorado. *The Canadian Mineralogist*, 22, 577-582.

Seal, R.R., Essene, E.J. & Kelly, W.C. (1990): Tetrahedrite and tennantite: evaluation of thermodynamic data and phase equilibria. *The Canadian Mineralogist*, 28, 725-738.

Internet

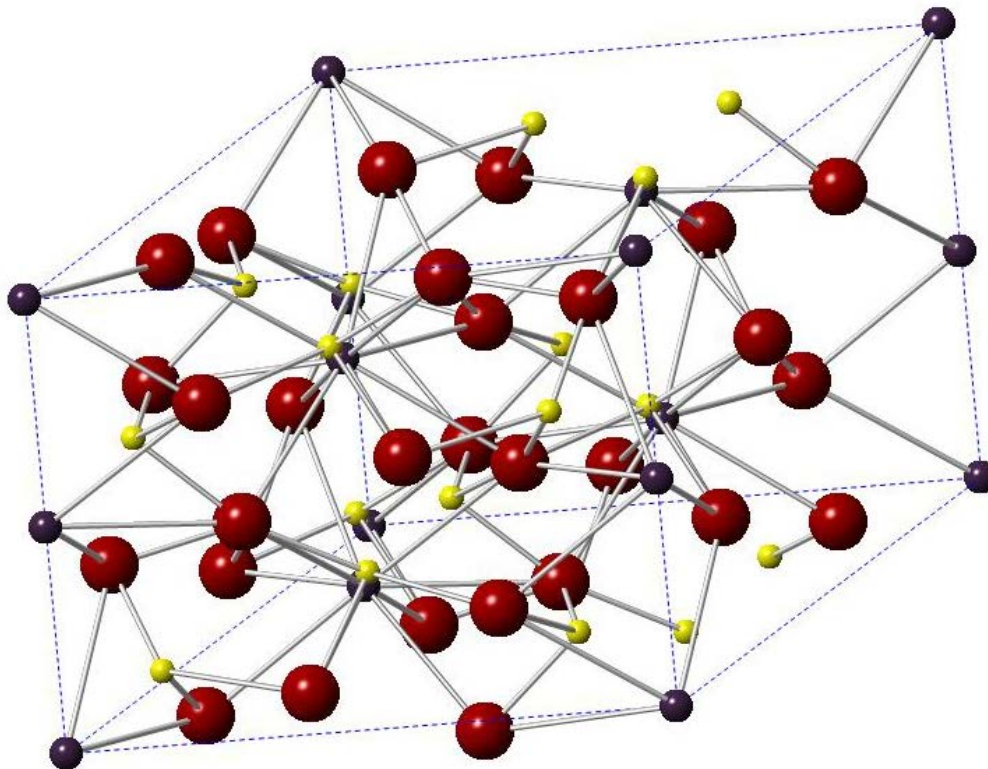
<http://rruff.info/doclib/hom/tennantitefe.pdf>

Proustit

Chemische Zusammensetzung	: Ag_3AsS_3 „lichtes Rotgültigerz“
Kristallsystem	: rhomboedrisch
Elementarzelle	: $a_0 = 10.86 \text{ \AA}$, $b_0 = 8.70 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: R -3 c
Ausbildung	: blockige Kristalle
Härte	: 2 – 2.5
Dichte	: 5.55
Farbe	: rötlich
Strich	: rot
Glanz	: halbmatt
Spaltbarkeit	: keine
Bruch	: blockig
Vorkommen	: reiches Silbererz
Paragenese	: Argentit, Quarz, gediegen Silber
Fundorte	: Freiberg/Erzgebirge; Marokko/Afrika; Bolivien
Verwendung	: Silbererz



Proustit. Freiberg/Erzgebirge. Bildbreite 3 cm



Elementarzelle $a_0 = 10.86 \text{ \AA}$, $b_0 = 8.70 \text{ \AA}$
 Raumgruppe R - 3 c

Abb: Struktur von Proustit

Weiterführende Literatur zu Proustit

Artikel und Bücher

Allen, S. (1985): Phase transitions in proustite I. Structural studies. *Phase Transitions*, 6, 1-24.

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): *Handbook of Mineralogy*, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Engel, P. & Nowacki, W. (1966): Die Verfeinerung der Kristallstruktur von Proustit, Ag_3AsS_3 , und Pyrargyrit, Ag_3SbS_3 . *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 1966, 181-184.

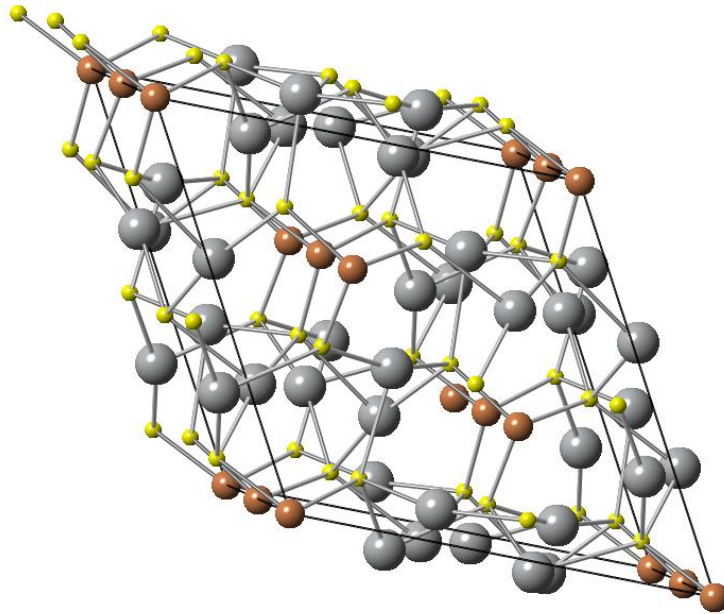
Kharbish, S., Libowitzky, E. & Beran, A. (2007): The effect of As-Sb substitution in the Raman spectra of tetrahedrite-tennantite and pyrargyrite-proustite solid solutions. *European Journal of Mineralogy*, 19, 567-574.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/proustite.pdf>

Pyrargyrit

Chemische Zusammensetzung	: Ag_3SbS_3 „dunkles Rotgültigerz“
Kristallsystem	: Trigonal
Elementarzelle	: $a_0 = 11.05 \text{ \AA}$, $c_0 = 8.72 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: $R \bar{3} c$
Ausbildung	: prismatische, blockige Kristalle
Härte	: 2,5
Dichte	: 5,6 – 5,8
Farbe	: hellrot (Proustit), dunkelrot (Pyrargyrit), beide dunkeln bei Lichteinwirkung nach und werden schwarz
Strich	: hellrot (Proustit), dunkelrot (Pyrargyrit)
Glanz	: Diamantglanz, helbmetallisch
Spaltbarkeit	: deutlich $\{10\bar{1}1\}$
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: hydrothermal
Paragenese	: Argentit, Quarz
Fundorte	: Freiberg, Schneeberg u.a./Erzgebirge; St. Andreasberg/Harz (Pyrargyrit); Chanarcillo/Chile
Verwendung	: wichtiges Silbererz



Elementarzelle $a_0 = 11.05 \text{ \AA}, c_0 = 8.72 \text{ \AA}$
 Raumgruppe R3c

Abb: Struktur von Pyrargyrit

Weiterführende Literatur zu Pyrargyrit

Artikel und Bücher

Allen, S. (1985): Phase transitions in proustite I. Structural studies. *Phase Transitions*, 6, 1-24.

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): *Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA*, by permission of the Mineralogical Society of America.

Engel, P. & Nowacki, W. (1966): Die Verfeinerung der Kristallstruktur von Proustit, Ag_3AsS_3 , und Pyrargyrit, Ag_3SbS_3 . *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 1966, 181-184.

Kharchish, S., Libowitzky, E. & Beran, A. (2007): The effect of As-Sb substitution in the Raman spectra of tetrahedrite-tennantite and pyrargyrite-proustite solid solutions. *European Journal of Mineralogy*, 19, 567-574.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/proustite.pdf>

Realgar

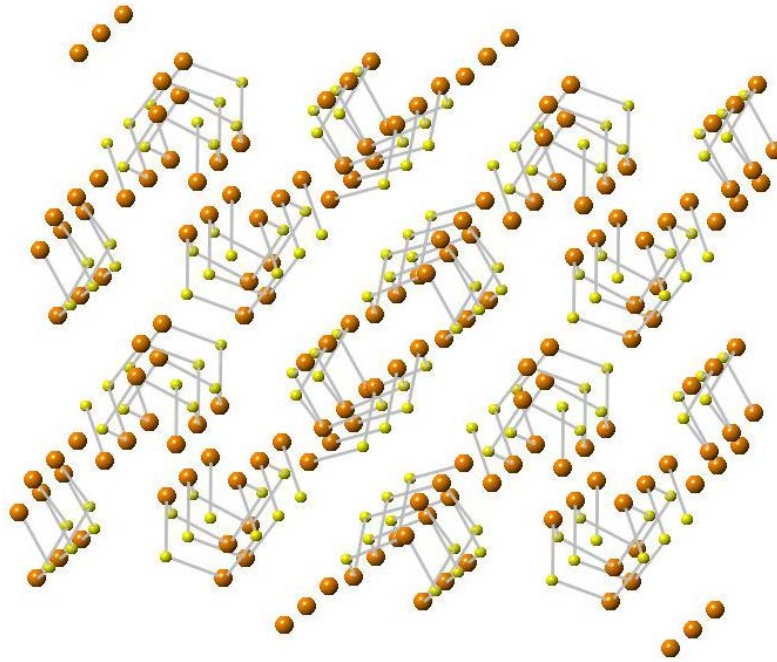
Chemische Zusammensetzung	: AsS
Kristallsystem	: monoklin
Elementarzelle	: $a_0 = 9.29 \text{ \AA}$, $b_0 = 13.53 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.57 \text{ \AA}$, $\beta = 106.9^\circ$
Raumgruppe	: P 2 ₁ /n
Ausbildung	: derb, stengelige xx
Härte	: 1,5 – 2
Dichte	: 3,5
Farbe	: rot, zerfällt unter Lichteinwirkung zu orange-farbenem Pulver
Strich	: orange
Glanz	: Diamantglanz
Spaltbarkeit	: undeutlich
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: hydrothermal, sedimentär
Paragenese	: Auripigment, Dolomit
Fundorte	: Binntal/Schweiz; Baia Sprie/Rumänien; China
Verwendung	: Glasherstellung, Pyrotechnik, Pigment



Auripigment-Realgar. China.
Bildbreite 10 cm



Realgar. Provinz Junnan/China.
Bildbreite 10 cm



Elementarzelle $a_0 = 9.29 \text{ \AA}$, $b_0 = 13.53 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.57 \text{ \AA}$, $\beta = 106.9^\circ$
 Raumgruppe $P 2_1/n$

Abb: Struktur von Realgar

Weiterführende Literatur zu Realgar

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Ballirano, P. (2012): Thermal behavior of realgar As_4S_4 , and of arsenolite As_2O_3 and non-stoichiometric $\text{As}_8\text{S}_{8+x}$ crystals produced from As_4S_4 melt recrystallization. American Mineralogist, 97, 1320-1329.

Ballirano, P. & Maras, A. (2006): In-situ X-ray transmission powder diffraction study of the kinetics of the light induced alteration of realgar ($\alpha\text{-As}_4\text{S}_4$). European Journal of Mineralogy, 18, 589-599.

Bonazzi, P., Bindi, L., Pratesi, G. & Menchetti, S. (2006): Light-induced changes in molecular arsenic sulfides: State of the art and new evidence by single-crystal X-ray diffraction. American Mineralogist, 91, 1323-1330.

Frost, R.L., Martens, W.N. & Klopogge, J.T. (2002): Raman spectroscopic study of cinnabar (HgS), realgar (As_4S_4), and orpiment (As_2S_3) at 298 and 77K. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte, 2002, 469-480.

Kyono, A., Kimata, M. & Hata, T. (2005): Light-induced degradation dynamics in realgar: in situ structural investigation using single-crystal X-ray diffraction study and X-ray photoelectron spectroscopy. American Mineralogist, 90, 1563-1570.

Lepore, G.O., Boffa Ballaran, T., Nestola, F., Bindi, L., Pasqual, D. & Bonazzi, P. (2012): Compressibility of β -As₄S₄: an *in situ* high-pressure single-crystal X-ray study. *Mineralogical Magazine*, 76, 963-973.

Mullen, D.J.E., Nowacki, W. (1972): Refinement of the crystal structures of realgar, AsS and orpiment, As₂S₃. *Zeitschrift für Kristallographie*, 136, 48-65.

Tuktabiev, M.A., Popova, S.V., Brazhkin, V.V., Lyapin, A.G. & Katayama, K. (2009): Compressibility and polymorphism of α -As₄S₄ realgar under high pressure. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 21, 385401.

Internet

<http://rruff.info/doclib/hom/realgar.pdf>

Auripigment

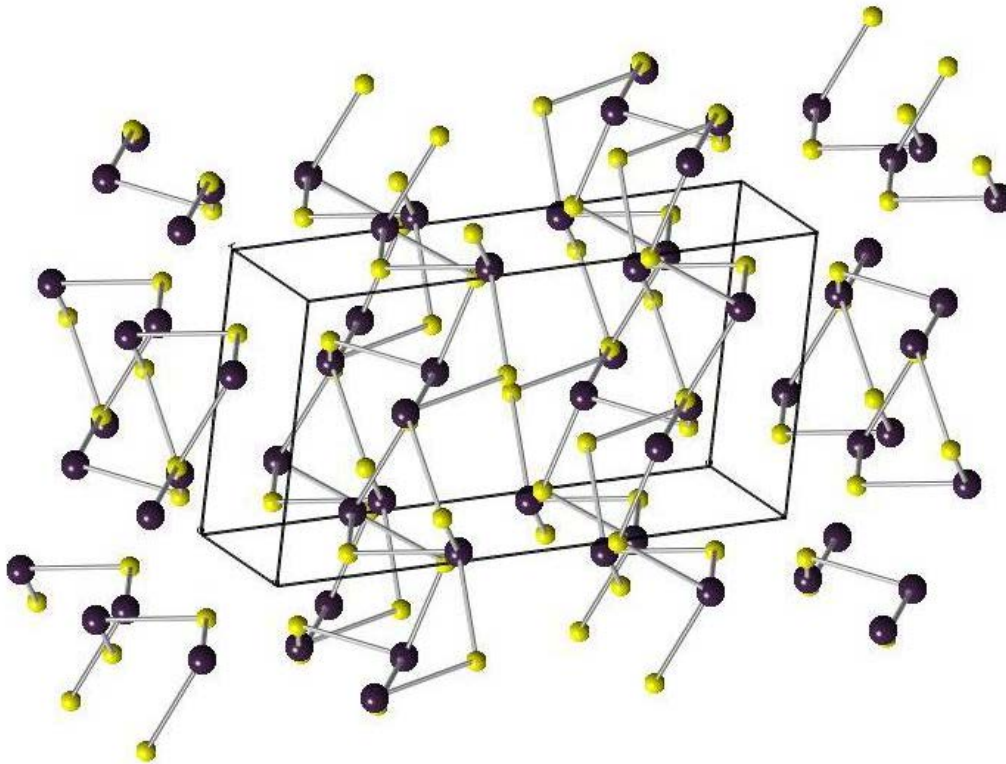
Chemische Zusammensetzung	: As_2S_3
Kristallsystem	: monoklin
Elementarzelle	: $a_0 = 11.49\text{\AA}$, $b_0 = 5.59\text{\AA}$, $c_0 = 4.25\text{\AA}$, $\beta = 90.68^\circ$
Raumgruppe	: $P 2_1/n$
Ausbildung	: derb, blättrig, stengelig
Härte	: 1,5 – 2
Dichte	: 3,4
Farbe	: gelb
Strich	: gelb
Glanz	: Diamantglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen
Bruch	: uneben
Vorkommen	: wie bei Realgar
Paragenese	: Realgar
Fundorte	: Iran; China; Quiruvilca/Peru; Potosi/Bolivien
Verwendung	: Farbstoff
Sonstiges	: Blättchen sind biegsam



Auripigment. China. Bildbreite 10 cm



Auripigment-(Realgar). China.
Bildbreite 10 cm



Elementarzelle $a_0 = 11.49\text{\AA}$, $b_0 = 5.59\text{\AA}$, $c_0 = 4.25\text{\AA}$, $\beta = 90.68^\circ$
 Raumgruppe $P 2_1/n$

Abb: Struktur von Auripigment

Weiterführende Literatur zu Auripigment

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (1990): Handbook of Mineralogy, Mineral Data Publishing, Tucson Arizona, USA, by permission of the Mineralogical Society of America.

Espeau, P., Tamarit, J.L., Barrio, M., López, D.Ó., Perrin, M.A., Allouchi, H. & Céolin, R. (2006): Solid state studies on synthetic and natural crystalline arsenic(III) sulfide, As_2S_3 (Orpiment): New data for an old compound. Chemistry of Materials, 18, 3821-3826.

Frost, R.L., Martens, W.N. & Kloprogge, J.T. (2002): Raman spectroscopic study of cinnabar (HgS), realgar (As_4S_4), and orpiment (As_2S_3) at 298 and 77K. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte, 2002, 469-480.

Morimoto, N. (1954): The crystal structure of orpiment (As_2S_3) refined. Mineralogical Journal, 1, 160-169.

Mullen, D.J.E. & Nowacki, W. (1972): Refinement of the crystal structures of realgar, AsS and orpiment, As_2S_3 . Zeitschrift für Kristallographie, 136, 48-65.

Internet

<https://rruff.info/Orpiment/R060116>

