

**HALLESCHES JAHRBUCH
FÜR
GEOWISSENSCHAFTEN**

BEIHEFT 50



HERBERT PÖLLMANN

SYSTEMATISCHE MINERALOGIE

TEIL II

V KARBONATE / BORATE / NITRATE



HALLE (SAALE) 2022

Strontianit. Strontian/Schottland. Bildbreite 12 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

Systematik und Prozesse in der Mineralogie
Teil II

V Karbonate / Borate / Nitrate

Karbonate:		Borate:	Nitrate:
Calcit - CaCO_3	Witherit - BaCO_3	Borax -	Nitronatrit - NaNO_3
Magnesit - MgCO_3	Cerussit - PbCO_3	$\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	
Siderit - FeCO_3	Dolomit -	Ulexit -	
Rhodochrosit -	$\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$	$\text{NaCaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	
MnCO_3	Ankerit -	Colemanit -	
Smithsonit - ZnCO_3	$\text{CaFe}[\text{CO}_3]_2$	$\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$	
Aragonit - CaCO_3	Azurit -		
Strontianit - SrCO_3	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$		
	Malachit -		
	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2\text{CO}_3]$		



Cobalthaltiger Dolomit. Congo/Afrika. Bildbreite 10 cm

Karbonate

Es werden bei den Karbonaten verschiedene isotype Reihen unterschieden. Die kleineren Kationen kristallisieren in der Calcitreihe, die größeren in der Aragonitreihe.

Calcitreihe (trigonal - skalenoeдрisch)

Calcit	CaCO_3
Magnesit	MgCO_3
Siderit	FeCO_3
Smithonit	ZnCO_3
Rhodochrosit	MnCO_3
Sphärocobaltit	CoCO_3
Otavit	CdCO_3

Aragonitreihe (orthorhombisch)

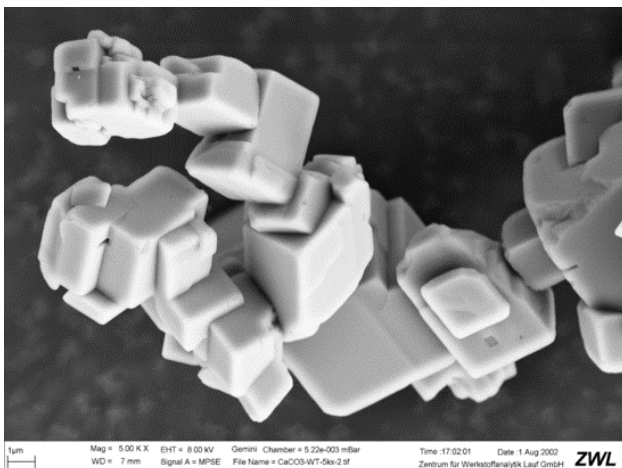
Aragonit	CaCO_3
Strontianit	SrCO_3
Witherit	BaCO_3
Cerussit	PbCO_3

Dolomitreihe (trigonal - rhomboedrisch)

Dolomit	$\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$
Ankerit	$\text{CaFe}[\text{CO}_3]_2$
Kutnohorit	$\text{CaMn}[\text{CO}_3]_2$

Calcit „Kalkspat“

Chemische Zusammensetzung	: CaCO_3
Kristallsystem	: trigonal, $-3m$
Elementarzelle	: $a_0 = 4.99 \text{ \AA}$, $c_0 = 17.06 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: R-3c
Ausbildung	: gesteinsbildend, dicht, oolithisch, derb grobspätig, xx sehr verschieden (formenreiches Mineral!), z.B. Rhomboeder und Skalenoeder, säulige xx u.a.
Härte	: 3
Dichte	: 2,7
Farbe	: farblos, weiß, grau, verschieden gefärbt
Strich	: weiß
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: sehr vollkommen nach dem Rhomboeder $\{10\bar{1}1\}$
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: Durchläufer, magmatisch (Karbonatite), hydrothermal, sedimentär, biogene Sedimente weitverbreitet, Rogenstein, Stalaktiten, Stalagmiten
Paragenese	: gesteinsbildend, andere Carbonate, Silikate
Fundorte	: idiomorphe Kristalle in hydrothermalen Gängen, auf Amethyst in Rio Grande do Sul
Verwendung	: Zementrohstoff, Bauindustrie, Düngemittel, chemische, Industrie, optische Industrie (durchsichtige xx)
Besonderheiten	: starke Doppelbrechung, oft fluoreszierend



REM-Aufnahme von Calcit xx



Calcit mit Magnetit.
Dashkasan/Aserbaidshan.
Bildhöhe 14 cm



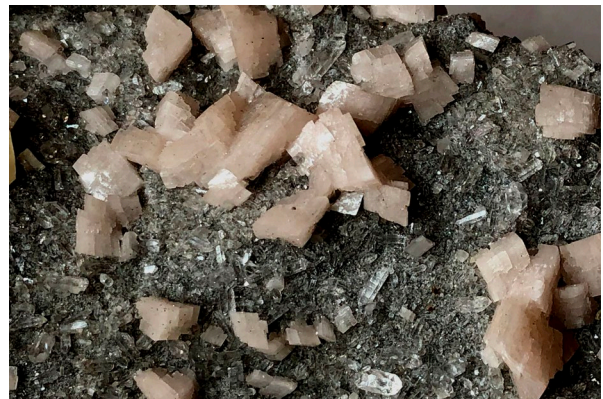
Spaltrhomboeder von Calcit. Fundort unbekannt. Bildbreite 5 cm



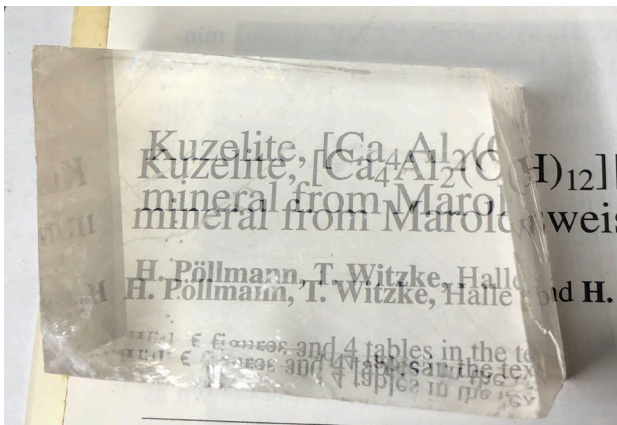
Konkretion von Calcit. Ungarn. Bildbreite 10 cm



Calcit in Amethystdruse. Rio Grande do Sul/Brasilien. Bildbreite 50 cm



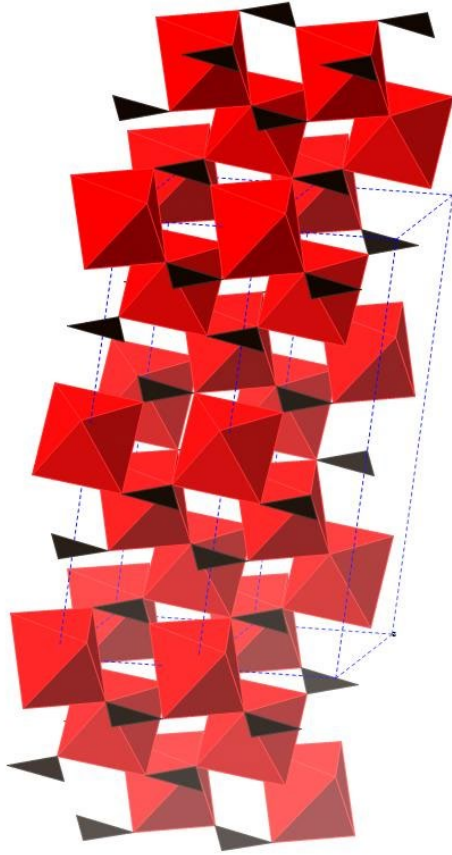
Calcit, Quarz, Dolomit. Rio Grande do Sul/Brasilien Bildbreite 10 cm



Spaltrhomboeder von Calcit. Island. Bildbreite 10 cm



Fluoreszierender Calcit. Franklin/New Jersey/USA. Bildbreite ca. 12 cm



Elementarzelle $a_0 = 4.99 \text{ \AA}$, $c_0 = 17.002 \text{ \AA}$, $Z=6$
 Raumgruppe $R\bar{3}c$

Abb: Struktur von Calcit

Weiterführende Literatur zu Calcit

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.

Anthony J.W., Richard, A., Bideaux, Kenneth W. Bladh, & Monte C. Nichols, Eds., Handbook of Mineralogy, Mineralogical Society of America, Chantilly, VA 20151-1110.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 53).

Brock, K. (1993): The crystal forms of Calcite. Mineralogical Record, 24, 451-470.

Chessin, H., Hamilton, W.C. & Post, B. (1965): Position and thermal parameters of oxygen atoms in calcite, Acta Crystallographica, 18, 689-693. DOI: 10.1107/S0365110X65001585

Dos Santos, H.N., Neumann, R. & Ávila, A.C. (2017): Mineral Quantification with Simultaneous Refinement of Ca-Mg Carbonates Non-Stoichiometry by X-ray Diffraction. Rietveld Method. *Minerals*, 7, 164.

Göbel, F. & Reinboth, F. (1972): Excentriques, eine wenig bekannte Form des Calcits. *Der Aufschluss*, 23, 113.

Irving, A.J. & Wyllie, P.J. (1975): Subsolidus and melting relationships for calcite, magnesite and the join CaCO_3 - MgCO_3 to 36 kbar. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 39, 35-53.

Neumeier, G. & Staebler, G. (eds., 2003): *Calcite - The Mineral with the Most Forms*. ExtraLapis English, 4, 100 S., Ernst Weise Verlag, München.

Markgraf, S.A. & Reeder, R.J. (1985): High-temperature structure refinements of calcite and magnetite. *American Mineralogist*, 70, 590.

Maslen, E.N., Streltsov, V.R. & Streltsova, N.R. (1993): X-ray study of the electron density in calcite, CaCO_3 . *Acta Crystallographica B*, 49, 636-641.

Merrill, L. & Bassett, W.A. (1972): Crystal structures of the high pressure phases of calcite. *EOS*, 53, 1121.

Merrill, L. & Bassett, W.A. (1975): The crystal structure of CaCO_3 (II), a high-pressure metastable phase of calcium carbonate. *Acta Crystallographica*, B31, 343-349.

Richards, P. (1999): The Four Twin Laws of Calcite and How to Recognize Them. *Rocks and Minerals*, 74, 308-317.

Singh, A.K. & Kennedy, G.C. (1974): Compression of calcite to 40 kbar. *Journal of Geophysical Research*, 79, 2615-2622.

Smyth, J.R. & Ahrens, T.J. (1997): The crystal structure of calcite III. *Geophysical Research Letters*, 25, 1595-1598.

(1998): *Calcit*. ExtraLapis, 14, 100 S., Christian Weise Verlag, München.

Wyckoff, R.W.G. (1920): The crystal structures of some carbonates of the calcite group. *American Journal of Science*, 50, 317-360.

Internet

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

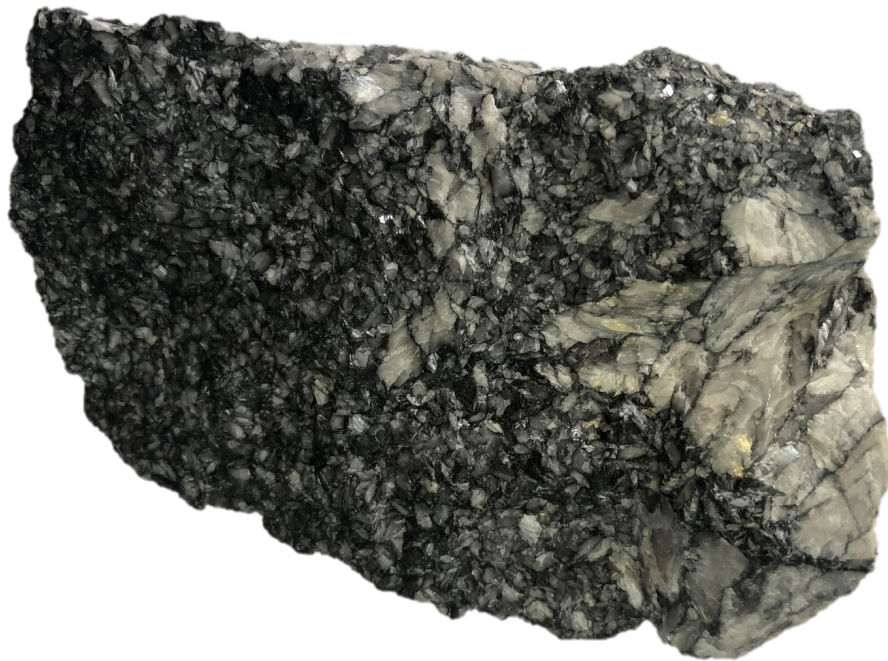
<http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/calcite.pdf>

Magnesit

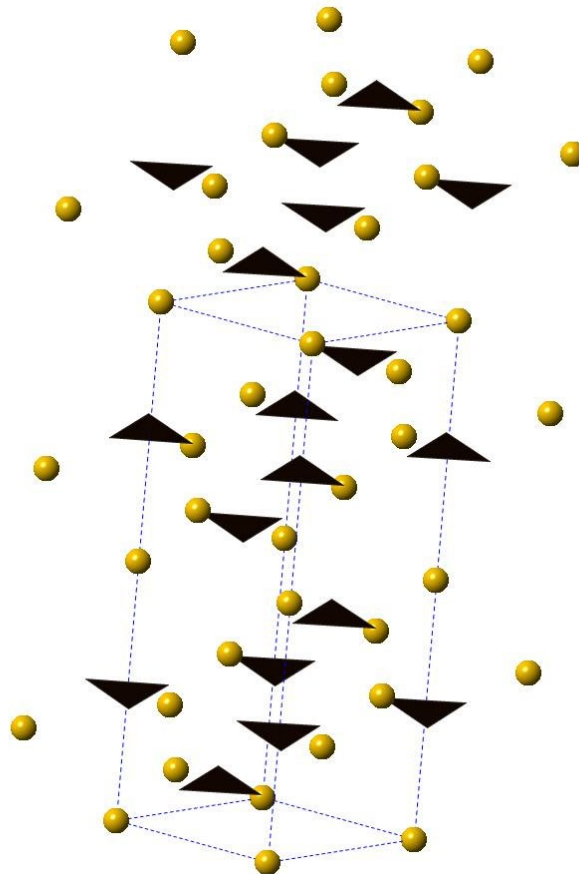
Chemische Zusammensetzung	: MgCO_3
Kristallsystem	: trigonal, -3m
Elementarzelle	: $a_0 = 4.59, c_0 = 14.87$
Raumgruppe	: R-3c
Ausbildung	: Meist körnig, spätig, eingewachsene xx, mikrokristallin
Härte	: 4 – 4,5
Dichte	: 3
Farbe	: farblos, weiß, bräunlich
Strich	: weiß
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen nach dem Rhomboeder
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: Metasomatisch, Rogenstein, Stalaktiten, Stalagmiten
Paragenese	: Talk, Chlorit, Quarz
Fundorte	: Radenthein, Trieben, Veitsch/alle Österreich; Griechenland; Ural/Russland; Canada; Brumado/Brasilien
Verwendung	: Feuerfeste Steine zur Ausmauerung von Hochöfen u. a., Magnesiaement
Besonderheiten	: Kristallmagnesit, Gelmagnesit



„Gel“-Magnesit. Euböa/Griechenland. Bildbreite 8 cm



Spatmagnetit. Trieben/Steiermark/Österreich. Bildbreite 25 cm



Elementarzelle $a_0 = 4.636$, $c_0 = 15.026$, $Z = 6$
Raumgruppe $R\bar{3}c$

Abb: Struktur von Magnetit

Weiterführende Literatur zu Magnesit

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 184).

Boulard, E., Guyot, F., & Fiquet, G. (2012): The influence on Fe content on Raman spectra and unit cell parameters of magnesite–siderite solid solutions. *Physics and Chemistry of Minerals*, 39, 239-246.

Effenberger, H., Mereiter, K. & Zemmann, J. (1981): Crystal structure refinements of magnesite, calcite, rhodochrosite, siderite, smithonite [sic], and dolomite, with discussion of some aspects of the stereochemistry of calcite type carbonates. *Zeitschrift für Kristallographie*, 156, 233-243.

Gillet, P. (1993): Stability of magnesite (MgCO₃) at mantle pressure and temperature condition: A Raman spectroscopic study. *American Mineralogist*, 78: 1328-1331.

Goettlicher, S. & Vegas, A. (1988): Electron-density distribution in magnesite (MgCO₃). *Acta Crystallographica, Section B: Structural Science*, 44, 362-367.
DOI: 10.1107/S0108768188002332

Katsura, T., Tsuchida, Y., Ito, E., Yagi, T., Utsumi, W. & Akimoto, S. (1991): Stability of magnesite under lower mantle conditions. *Proceedings of the Japan Academy*, 67, 57-60.

Scott, H.P., Doczy, V.M., Frank, M.R., Hasan, M., Lin, J.F. & Yang, J. (2013): Magnesite formation from MgO and CO₂ at the pressures and temperatures of Earth's mantle. *American Mineralogist*, 98, 1211-1218.

Zhang, J., Martinez, I., Guyot, F., Gillet, P. & Saxena, S.K. (1997): X-ray diffraction study of magnesite at high pressure and high temperature. *Physics and Chemistry of Minerals*, 24, 122-130.

Internet

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

<http://rruff.geo.arizona.edu/AMS/result.php?mineral=Magnesite>

Siderit

Chemische Zusammensetzung	: FeCO_3
Kristallsystem	: trigonal, -3m
Elementarzelle	: $a_0 = 4.72$, $c_0 = 15.46$
Raumgruppe	: R-3c
Ausbildung	: feinkörnig bis grobspätig, rhomboedrische xx
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 3,7 – 3,9
Farbe	: gelb, braun, schwarz
Strich	: gelblich (abhängig von den Anteilen an Mn, oxydiertem Anteil an Fe^{3+})
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: nach dem Rhomboeder
Bruch	: deutlich
Vorkommen	: hydrothermal, sedimentär, pegmatitisch (selten),
Paragenese	: Sulfidminerale, Quarz
Fundorte	: Bayern; Siegerland; Erzberg/Österreich; Portugal und viele andere
Verwendung	: Eisenerz
Besonderheiten	: braust nur mit heißen Säuren

Weißeisenerz: hoher Anteil an Siderit, Brauneisenerz (oxydierte Eisenminerale, zum Teil auch oxydierter Siderit)



Siderit. Panasqueira/Portugal. Bildbreite 15 cm



Siderit. Fundort unbekannt.
Bildhöhe 10 cm



Siderit. Maroldsweisach/Bayern.
Bildbreite 5 cm



Siderit. Panasqueira/Portugal,
Bildbreite 15 cm



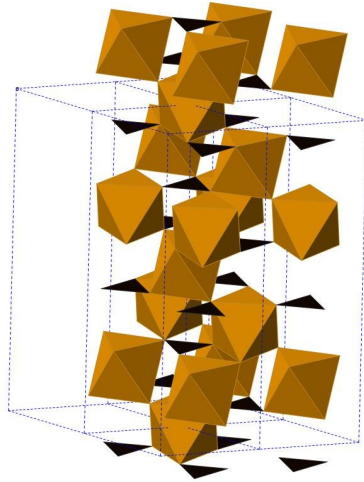
Siderit. Panasqueira/Portugal.
Spaltfläche, Bildbreite 5 cm



Siderit. Panasqueira/Portugal.
Bildbreite 15 cm



Siderit. Panasqueira/Portugal.
Bildbreite 20 cm



Elementarzelle $a_0 = 4.6935$, $c_0 = 15.3860$, $Z = 6$
 Raumgruppe $R\bar{3}c$

Abb: Struktur von Siderit

Weiterführende Literatur zu Siderit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (2003) Handbook of Mineralogy, Volume V. Borates, Carbonates, Sulfates. Mineral Data Publishing, Tucson, AZ, 813 S. (daraus S. 644). <http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/siderite>

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 275).

Cerantola, V., McCammon, C., Kuppenko, I., Kantor, I., Marini, C., Wilke, M., Ismailova, L., Solopova, N., Chumakov, A., Pascarelli, S. & Dubrovinsky, L. (2015): High-pressure spectroscopic study of siderite (FeCO_3) with a focus on spin crossover. American Mineralogist, 100, 2670-2681.

Effenberger, H., Mereiter, K. & Zemmann, J. (1981): Crystal structure refinements of magnesite, calcite, rhodochrosite, siderite, smithsonite [sic], and dolomite, with discussion of some aspects of the stereochemistry of calcite type carbonates. Zeitschrift für Kristallographie, 156, 233-243.

Henderson, E.P. & Perry, S.H. (1958): Studies of seven siderites. Proceedings of the U.S. National Museum, 107, 339-403.

Lavina, B., Dera, P., Downs, R.T., Yang, W., Sinogeikin, S., Meng, Y., Shen, G. & Schiferl, D. (2010): Structure of siderite FeCO_3 to 56 GPa and hysteresis of its spin-pairing transition. Physical Review B, 82, 064110-7.

Tao, R., Fei, Y. & Zhang, L. (2013): Experimental determination of siderite stability at high pressure, American Mineralogist, 98, 1565-1572.

Rhodochrosit

Chemische Zusammensetzung	: MnCO_3
Kristallsystem	: trigonal, $-3m$
Elementarzelle	: $a_0 = 4.74, c_0 = 15.51$
Raumgruppe	: R-3c
Ausbildung	: dicht, spätig, konzentrische Aggregate, Rhomboeder
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 3,5
Farbe	: rosarot bis intensiv rot, durch Oxidation auch braun bis schwarz
Strich	: weiß
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen nach dem Rhomboeder
Bruch	: spröde
Vorkommen	: hydrothermal, sedimentär
Paragenese	: Sulfidminerale, Quarz
Fundorte	: Cavnik/Rumänien; Cripple Creek/Butte/???, Hotazel/Südafrika; Argentinien, Sweet Home Mine/Colorado/USA
Verwendung	: Manganerz, intensiv rote Kristalle auch als Schmucksteine
Besonderheiten	: in warmer Säure leicht löslich



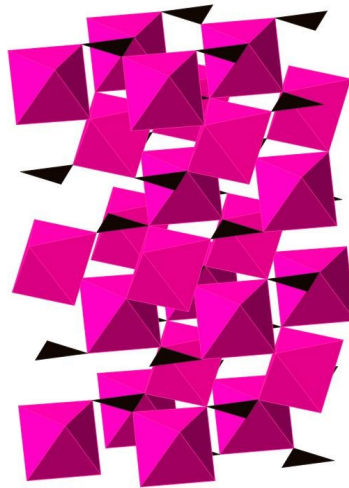
Rhodochrosit auf Quarz.
Cavnic/Rumänien. Bildbreite 12 cm



Rhodochrosit.
Smithsonian/Colorado/USA.
Bildbreite 15 cm



Rhodochrosit, Scheibe aus Stalaktit. Capillitas Mine/Provinz Catamarca/Argentinien.
Bildbreite 10 cm



Elementarzelle $a_0= 4.7293$, $c_0= 15.4872$, $Z=6$
 Raumgruppe $R\bar{3}c$

Abb: Struktur von Rhodochrosit

Weiterführende Literatur zu Rhodochrosit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (2003) Handbook of Mineralogy, Volume V. Borates, Carbonates, Sulfates. Mineral Data Publishing, Tucson, AZ, 813pp.: 590. <http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/rhodochrosite>

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 255).

Effenberger, H., Mereiter, K., and Zemann, J. (1981) Crystal structure refinements of magnesite, calcite, rhodochrosite, siderite, smithonite [sic], and dolomite, with discussion of some aspects of the stereochemistry of calcite type carbonates. Zeitschrift für Kristallographie 156, 233-243.

Farfan, G.A., Boulard, E., Wang, S. & Mao, W.L. (2013): Bonding and electronic changes in rhodochrosite at high pressure. American Mineralogist, 98, 1817-1823.

Kulp, J.L., Wright, H.D. & Holmes, R.J. (1949): Thermal study of rhodochrosite. American Mineralogist, 34, 195.

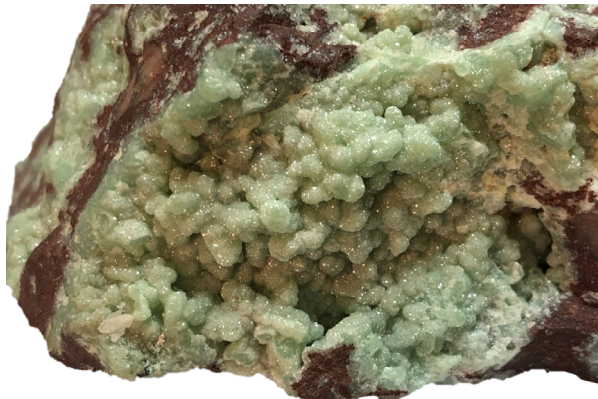
Merlini, M., Hanfland, M. & Gemmi, M. (2015): The $MnCO_3$ -II high-pressure polymorph of rhodochrosite [sic]. American Mineralogist, 100, 2625-2629.

Wayland, R.G. (1942): Composition, specific gravity and refractive indices of rhodochrosite; rhodochrosite from Butte, Montana. American Mineralogist, 27, 614.

Wyckoff, R.W.G. (1920): The crystal structures of some carbonates of the calcite group, American Journal of Science, 50, 317-360. DOI: 10.2475/ajs.s4-50.299.317

Smithsonit

Chemische Zusammensetzung	: ZnCO_3
Kristallsystem	: trigonal, $\bar{3}m$
Elementarzelle	: $a_0 = 4.61, c_0 = 14.88$
Raumgruppe	: R-3c
Ausbildung	: Schalig, körnig, stalaktitisch
Härte	: 4,5
Dichte	: 4,4
Farbe	: farblos, weiß, grünlich, gelblich, rosa
Strich	: weiß
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen
Bruch	: uneben, spröde
Vorkommen	: hydrothermal, metasomatisch, in Oxidationszone
Paragenese	: Verwitterungsprodukt von Sphalerit
Fundorte	: Altenberg bei Aachen; Bleiberg/Österreich; Laurion/Griechenland; Sardinien; Broken Hill/Australien; Tsumeb/Namibia
Verwendung	: Zinkerz



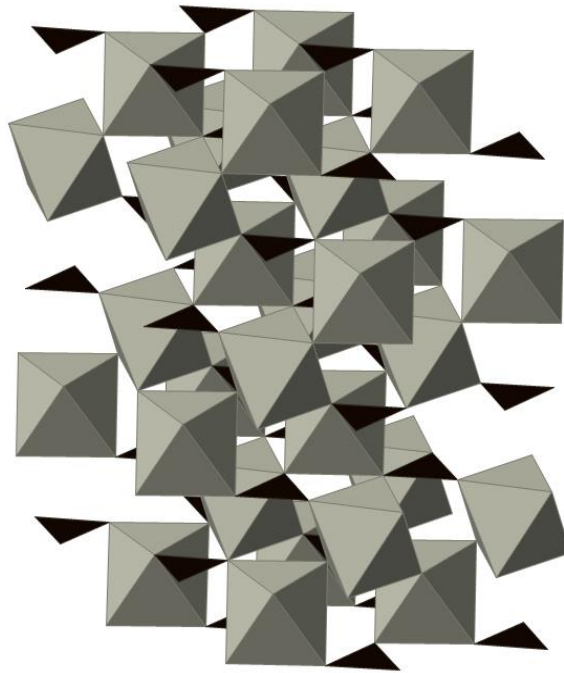
Smithsonit und Chrysokoll. Tsumeb Mine/Namibia. Bildbreite 6 cm



Cerussite. Otjikoto bei Tsumeb/Namibia. Bildbreite 5 cm



Smithsonit, Cerussit, Mimetesit. Tsumeb/Namibia. Bildbreite 5 cm



Elementarzelle $a_0 = 4.6526$, $c_0 = 15.0257$, $Z = 6$
 Raumgruppe $R\bar{3}c$

Abb: Struktur von Smithsonit

Weiterführende Literatur zu Smithsonit

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.

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W., Nichols, M.C. (2003): Handbook of Mineralogy, Volume V. Borates, Carbonates, Sulfates. Mineral Data Publishing, Tucson, AZ, 813 S. (daraus S. 652). <http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/smithsonite>

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 279).

Effenberger, H., Mereiter, K. & Zemmann, J. (1981): Crystal structure refinements of magnesite, calcite, rhodochrosite, siderite, smithonite [sic], and dolomite, with discussion of some aspects of the stereochemistry of calcite type carbonates. Zeitschrift für Kristallographie, 156, 233-243.

Frost, R.L., Hales, M.C. & Wain, D.L. (2008): Raman spectroscopy of smithsonite. Journal of Raman Spectroscopy, 39, 108-114.

Hurlbut, C.S. Jr. (1954): Smithsonite from Broken Hill Mine, Rhodesia. American Mineralogist, 39, 47-50.

Samouhos, M., Zavašnik, J., Rečnik, A., Godelitsas, A., Chatzitheodoridis, E. & Sanakis, Y. (2015): Spectroscopic and nanoscale characterization of blue-coloured smithsonite (ZnCO_3) from Lavrion historical mines (Greece). *Periodico di Mineralogia*, 84, 373-388.

Schaller, W.T. & Fairchild, G. (1938): Cadmium in smithsonite from New Mexico. *American Mineralogist*, 23, 894.

(2010): *Smithsonite – Think Zinc*. Extra Lapis English No. 13, Christian Weise Verlag, München.

Effenberger, H., Mereiter, K. & Zemmann, J. (1981): Crystal structure refinements of Magnesite, Calcite, Rhodochrosite, Siderite, Smithonite, and Dolomite, with the discussion of some aspects of the stereochemistry of Calcite type carbonates. *Zeitschrift für Kristallographie*, 156, 233-243. DOI: 10.1524/zkri.1981.156.3-4.233

Internet

<http://rruff.geo.arizona.edu/AMS/result.php?mineral=Smithsonite>

Aragonit

Chemische Zusammensetzung	: CaCO_3
Kristallsystem	: Orthorhombisch, 2/m 2/m 2/m
Elementarzelle	: $a_0 = 4.74$, $c_0 = 15.51$
Raumgruppe	: R-3c
Ausbildung	: Derb, oolithisch, Krusten, verästelt, xx nadelig, tafelig, meißelförmig, oft pseudohexagonale Wiederholungszwillinge
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 3
Farbe	: farblos, weiß-gelb-rot-grün
Strich	: weiß
Glanz	: Glasig
Spaltbarkeit	: undeutlich nach $\{0 1 0\}$
Bruch	: muschelig, spröde
Vorkommen	: Sinterbildung in heißen Quellen, sedimentär, organogen, in basaltischen Drusen
Paragenese	: Schwefel, Tonminerale, Zeolithe, Gips, Limonit
Fundorte	: Karlovy Vary/Böhmen; Sizilien/Italien; Aragon/Spanien; Erzberg/Steiermark/Österreich
Verwendung	: Schmuck- und Dekorstein
Besonderheiten	: in Wasser leichter löslich als Calcit



Aragonit, Sprudelstein. Karlsbad/Böhmen.
Bildbreite 10 cm



Pseudomorphose von Quarz nach Aragonit.
Sizilien/Italien. Bildbreite 50 cm



Aragonit. Erzberg/Steiermark/Österreich.
Bildbreite 10 cm



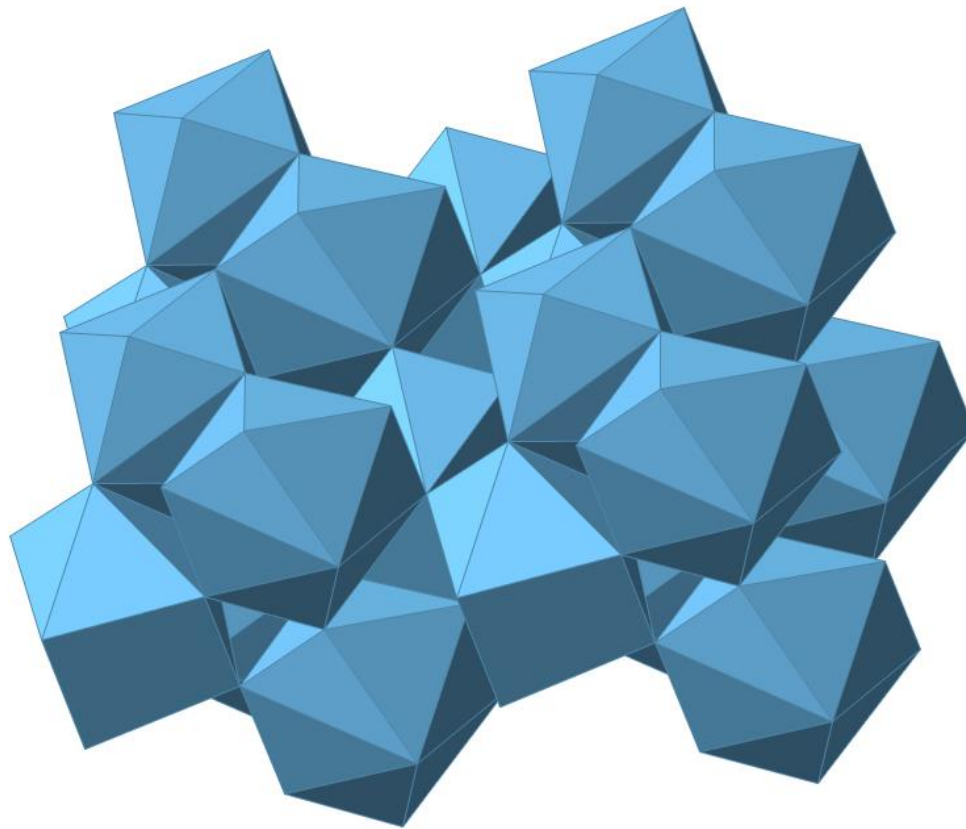
Aragonit-Drillinge mit Schwefel.
Sizilien/Italien. Bildbreite 10 cm



Aragonit. Minglanilla/Spain.
Bildbreite 10 cm



Aragonit. Minglanilla/Spain.
Bildbreite 10 cm



Elementarzelle $a_0 = 4.95, b_0 = 7.955, c_0 = 5.743, Z = 4$
 Raumgruppe Pmcn

Abb: Struktur von Aragonit

Weiterführende Literatur zu Aragonit

Artikel und Bücher

Alexander, A.E. (1940): An X-ray study of aragonite in natural and cultured pearls. *American Journal of Science*, 238, 366-371.

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): *Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 21).*

Bragg, W.L. (1924): Crystal structure of aragonite. *Proceedings of the Royal Society of London, Series A: Mathematical and Physical and Engineering Sciences*, 105, 16-39. DOI: 10.1098/rspa.1924.0002

De Villiers, J.P.R. (1971): Crystal structures of aragonite, strontianite, and witherite. *American Mineralogist*, 56, 758-772.

Fruhner, C.J., Bayarjargal, L., Schrod. N., Luchitskaia, R., Morgenroth, W. & Winkler, B. (2018): Pressure-induced phase transition from calcite to aragonite detected by fluorescence spectroscopy. *European Journal of Mineralogy*, 30, 711-720.

Hugi, T. (1945): Gesteinsbildende wichtige Karbonate und deren Nachweis mittels Färbemethoden. *Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen*, 25, 114-140.

Kontoyannis, C.G. & Nikos, V.V. (2000): Calcium carbonate phase analysis using XRD and FT-Raman. *Analyst*, 125, 251-255.

Negro, A.D. & Ungaretti, L. (1971): Refinement of the crystal structure of aragonite. *American Mineralogist*, 56, 768-772.

Ono, S., Kikegawa, T., Ohishi, Y. & Tsuchiya, J. (2005): Post-aragonite phase transformation in CaCO₃ at 40 GPa. *American Mineralogist*, 90, 667-671.

Sato, T. & Suda, J. (1996): Temperature dependence of the linewidth of the first-order Raman spectra for aragonite crystal. *Journal of the Physical Society of Japan*, 65, 482-488.

Suito, K., Namba, J., Horikawa, T., Taniguchi, Y., Sakurai, N., Kobayashi, M., Onodera, A., Shimomura, O. & Kikegawa, T. (2001): Phase relations of CaCO₃ at high pressure and high temperature. *American Mineralogist*: 86, 997-1002.

Tomkeieff, S.I. (1925): The Structure of Aragonite. *Mineralogical Magazine*, 20, 408-434.

Internet

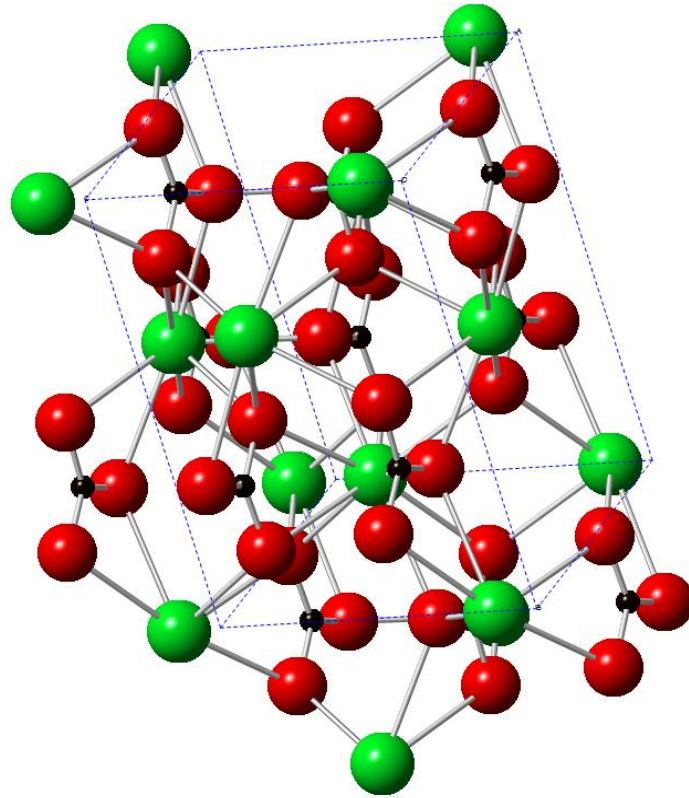
<http://rruff.info/doclib/hom/aragonite.pdf>

Strontianit

Chemische Zusammensetzung	: SrCO_3
Kristallsystem	: orthorhombisch, $2/m\ 2/m\ 2/m$
Elementarzelle	: $a_0 = 5.13\ \text{\AA}$, $b_0 = 8.42\ \text{\AA}$, $c_0 = 6.09\ \text{\AA}$
Raumgruppe	: $P\ m\ c\ n$
Ausbildung	: strahlig, faserig, büschelig, prismatische xx
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 3,8
Farbe	: farblos, weiß bis grau
Strich	: weiß
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: deutlich nach $\{1\ 1\ 0\}$
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: tiefhydrothermal auf Erzgängen
Paragenese	: Calcit, Tonminerale
Fundorte	: Münster/Westfalen; Strontian/Schottland
Verwendung	: Strontium-Rohstoff, früher bei der Zuckergewinnung aus Melasse
Besonderheiten	: in warmer Säure leicht löslich



Strontianit. Strontian/Schottland. Bildbreite 12 cm



Elementarzelle $a_0 = 5.090 \text{ \AA}$, $b_0 = 8.358 \text{ \AA}$, $c_0 = 5.997 \text{ \AA}$, $Z = 4$
 Raumgruppe Pmcn

Abb: Struktur von Strontianit

Weiterführende Literatur zu Strontianit

Artikel und Bücher

Alía, J.M., Díaz de Mera, Y.D., Edwards, H.G.M., Martín, P.G. & Andrés, S.L. (1997): FT-Raman and infrared spectroscopic study of aragonite-strontianite ($\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{CO}_3$) solid solution. *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 53, 2347-2362.

Antao, S.M. & Hassan, I. (2009): The orthorhombic structure of CaCO_3 , SrCO_3 , PbCO_3 and BaCO_3 : Linear structural trends. *The Canadian Mineralogist*, 47, 1245-1255.

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): *Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1*, 360 S. (daraus S. 288).

Buzgar, N. & Apopei, A. I. (2009): The Raman study of certain carbonates. *Analele Stiintifice Ale Universitatii, Al. I. Cuza Iasi Geologie*, 55, 97-112.

De Villiers, J.P.R. (1971): Crystal structures of aragonite, strontianite, and witherite, *American Mineralogist*, 56, 758-772.

Pannhorst W, Lohn J (1970) Zur Kristallstruktur von Strontianit, SrCO₃. Zeitschrift für Kristallographie, 131, 455-459.

Sanchez-Pastor, N. et al. (2011): Raman study of synthetic witherite-strontianite solid solutions. Spectroscopy Letters, 44, 500-504.

Internet

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

Witherit

Chemische Zusammensetzung	: BaCO_3
Kristallsystem	: orthorhombisch, $2/m\ 2/m\ 2/m$, mehrere Modifikationen bei höherer Temperatur
Elementarzelle	: $a_0 = 5.26\ \text{\AA}$, $b_0 = 8.85\ \text{\AA}$, $c_0 = 6.55\ \text{\AA}$
Raumgruppe	: $P\ m\ c\ n$
Ausbildung	: strahlig, faserig, pseudo-hexagonale xx
Härte	: 3,5
Dichte	: 4,3
Farbe	: farblos, weiß
Strich	: weiß
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: deutlich nach $\{0\ 1\ 0\}$
Bruch	: spröde, muschelig
Vorkommen	: hydrothermal, metasomatisch
Paragenese	: Quarz
Fundorte	: Alston Moore/Cumberland/England; Polen; Kalifornien/USA; Cave in Rock/Illinois/USA,
Verwendung	: Barium-Rohstoff



Witherit mit Chalkosin und Fluorit Mineralen. Smithsonian Institute/Washington DC/USA. Bildbreite 10 cm



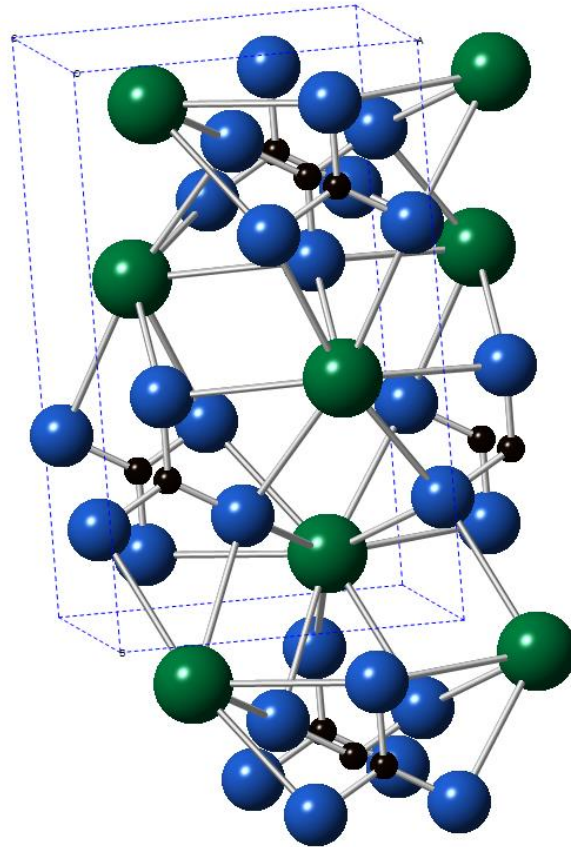
Witherit. USA. Bildbreite 20 cm



Witherit. USA. Bildbreite 5 cm



Witherit. USA. Bildbreite 8 cm



Elementarzelle $a_0 = 5.3126 \text{ \AA}$, $b_0 = 8.8958 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.4284 \text{ \AA}$, $Z = 4$
 Raumgruppe Pmcn

Abb: Struktur von Witherit

Weiterführende Literatur zu Witherit

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 331).

Blount, C. (1974): Synthesis of barite, celestite, anglesite, witherite, and strontianite from aqueous solutions. American Mineralogist, 59, 1209-1219.

Carruthers, R.G., Eastwood, T., Wilson, G.V., Pocock, R.W. & Wray, D.A. (1915): Barytes and witherite. Special Report of the Mineral Resources of Great Britain, 2, Memoirs of the Geological Survey of Great Britain.

De Villiers, J.P.R. (1971): Crystal structures of aragonite, strontianite, and witherite, *American Mineralogist*, 56, 758-766. <https://pubs.geoscienceworld.org/msa/ammin/article-abstract/56/5-6/758/540885>

Holl, C.M., Smyth, J.R., Laustsen, H.M.S., Jacobsen S.D. & Downs, R.T. (2000): Compression of witherite to 8 GPa and the crystal structure of BaCO₃-II: *Physics and Chemistry of Minerals*: 27: 467-473.

Lindner, M. & Jordan, G. (2018): On the growth of witherite and its replacement by the Mg-bearing double carbonate norsethite: Implications for the dolomite problem. *American Mineralogist*, 103, 252-259.

Palache, C., Berman, H., & Frondel, C. (1951): *The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana, Yale University 1837-1892, Volume II: Halides, Nitrates, Borates, Carbonates, Sulfates, Phosphates, Arsenates, Tungstates, Molybdates, Etc.* John Wiley and Sons, Inc., New York, 7th edition, revised and enlarged, 1124 S. (draus S. 194-196).

Internet

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

Cerussit „Weißbleierz“

Chemische Zusammensetzung	: PbCO_3
Kristallsystem	: orthorhombisch, 2/m 2/m 2/m
Elementarzelle	: $a_0 = 5.15 \text{ \AA}$, $b_0 = 8.47 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.11 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: P m c n
Ausbildung	: dicht, feinkörnig, büschelig, xx nadelig, tafelig, oft pseudohexagonale und sternförmige Drillinge, oft Pseudomorphosen nach Galenit
Härte	: 3 - 3,5
Dichte	: 6,5
Farbe	: farblos, weiß, grau, schwarz
Strich	: weiß-grau
Glanz	: Fett-, Diamantglanz
Spaltbarkeit	: deutlich {1 1 0}
Bruch	: muschelig, sehr spröde
Vorkommen	: hydrothermal, metasomatisch
Paragenese	: Pyromorphit, Bleiglanz, Quarz
Fundorte	: Harz; Pribram/Böhmen; Alston Moore/Cumberland/England; Monte Poni/Toskana/Italien; Broken Hill/Australien; Sambia/Afrika; Tsumeb/Namibia; Leadville/USA; Tres Ilhotas/Brasilien
Verwendung	: früher Bleierz
Besonderheiten	: in Salpetersäure löslich



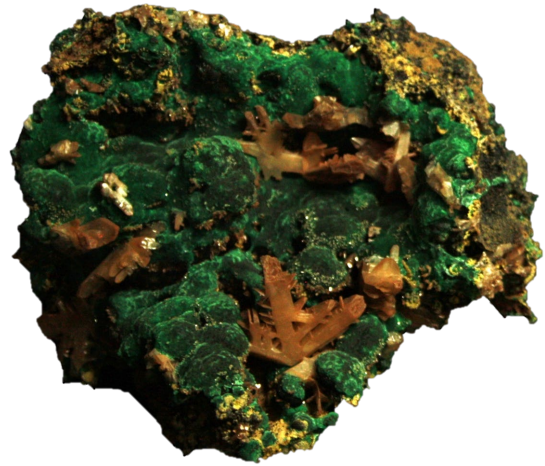
Cerussit. Tsumeb Mine/Namibia.
Bildbreite 10 cm



Cerussit. Tsumeb/Namibia. Bildbreite 10 cm



Cerussit. Broken Hill/Australien.
Bildbreite 8 cm



Cerussit auf Malachit. Tasmanien/Australien.
Bildbreite 14 cm



Cerussit. Namibia. Bildhöhe ca. 15 cm



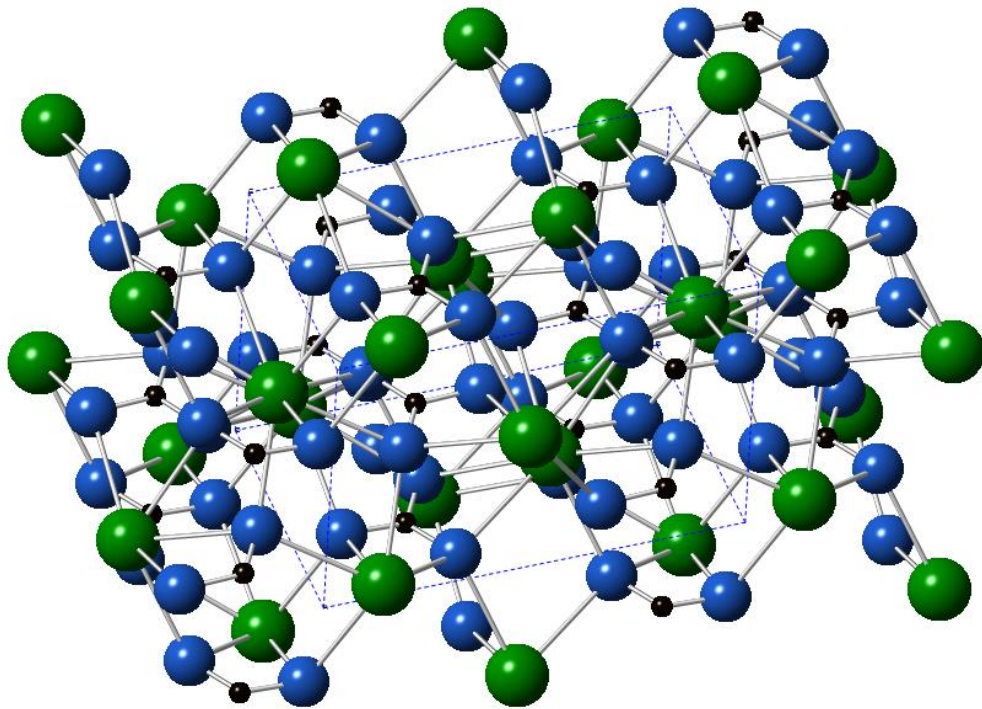
Cerussit. Cagliari/Sardinien/Italien.
Bildbreite 3 cm



Cerussit-Drilling. Cagliari/Sardinien.
Bildbreite 4 cm



Cerussit (feinkörnig mit Pyromorphit). Tres
Ilhotas/Brasilien. Bildbreite 10 cm



Elementarzelle $a_0 = 5.176 \text{ \AA}$, $b_0 = 8.485 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.1458 \text{ \AA}$, $Z = 4$
 Raumgruppe Pmcn

Abb: Struktur von Cerussit

Weiterführende Literatur zu Cerussit

Artikel und Bücher

Antao, S.M. & Hassan, I. (2009): The orthorhombic structure of CaCO_3 , SrCO_3 , PbCO_3 and BaCO_3 : Linear structural trends. *The Canadian Mineralogist*, 47, 1245-1255.

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): *Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1*, 360 S. (daraus S. 58).

Chevrier, G., Giester, G., Heger, G., Jarosch, D., Wildner, M. & Zemann, J. (1992): Neutron single-crystal refinement of cerussite, PbCO_3 , and comparison with other aragonite-type carbonates. *Zeitschrift für Kristallographie*, 199, 67-74.

Colby, M.Y. & Lacoste, L.J.B. (1933): The crystal structure of Cerussite. *Zeitschrift für Kristallographie*, 84, 299-309.

Frost, R.L., Klopogge, J.T. & Williams P.A. (2003): Raman spectroscopy of lead sulphate-carbonate minerals - implications for hydrogen bonding. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 2003, 529-542.

Kaminskii, A.A., Bohatý, L., Rhee, H., Kaltenbach A., Lux, O., Eichler, H.J., Rückamp, R. & Becker, P. (2013): Cerussite, PbCO_3 - a new Stimulated Raman Scattering (SRS)-active crystal with high-order Stokes and anti-Stokes lasing. *Laser Photonics Rev.*, 7, 425-431.

Martens, W.N., Rintoul, L., Kloprogge, J.T. & Frost, R.L. (2004): Single crystal Raman spectroscopy of cerussite. *American Mineralogist*, 89, 352-358.

Sahl, K. (1974): Verfeinerung der Kristallstruktur von Cerussit, PbCO_3 . *Zeitschrift für Kristallographie*, 139, 215-222.

Ye, Y., Smyth, J.R. & Boni, P. (2012): Crystal structure and thermal expansion of aragonite-group carbonates by single-crystal X-ray diffraction. *American Mineralogist*, 97, 707-712.

Internet

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

Dolomit

Chemische Zusammensetzung	: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Kristallsystem	: trigonal, -3
Elementarzelle	: $a_0 = 4.84, c_0 = 15.96$
Raumgruppe	: R - 3
Ausbildung	: körnig, dicht, rhomboedrische xx, häufig verdreht
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 2,9 – 3
Farbe	: grauweiß, gelblich, bräunlich
Strich	: weiß
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen nach $\{10\bar{1}1\}$
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: hydrothermal, metasomatisch,;
Paragenese	: Calcit, Magnesit, Quarz, Talk
Fundorte	: Göpfersgrün/Fichtelgebirge; Bad Schlema/Erzgebirge; Dolomiten/Österreich; Canada
Verwendung	: Gesteinskörnungen, Feuerfestmaterial



Dolomit, Quarz und Calcit. Lebarbé-Trudeau Sammlung/Canada. Bildbreite 15 cm



Dolomit. Fundort unbekannt. Bildbreite 20 cm



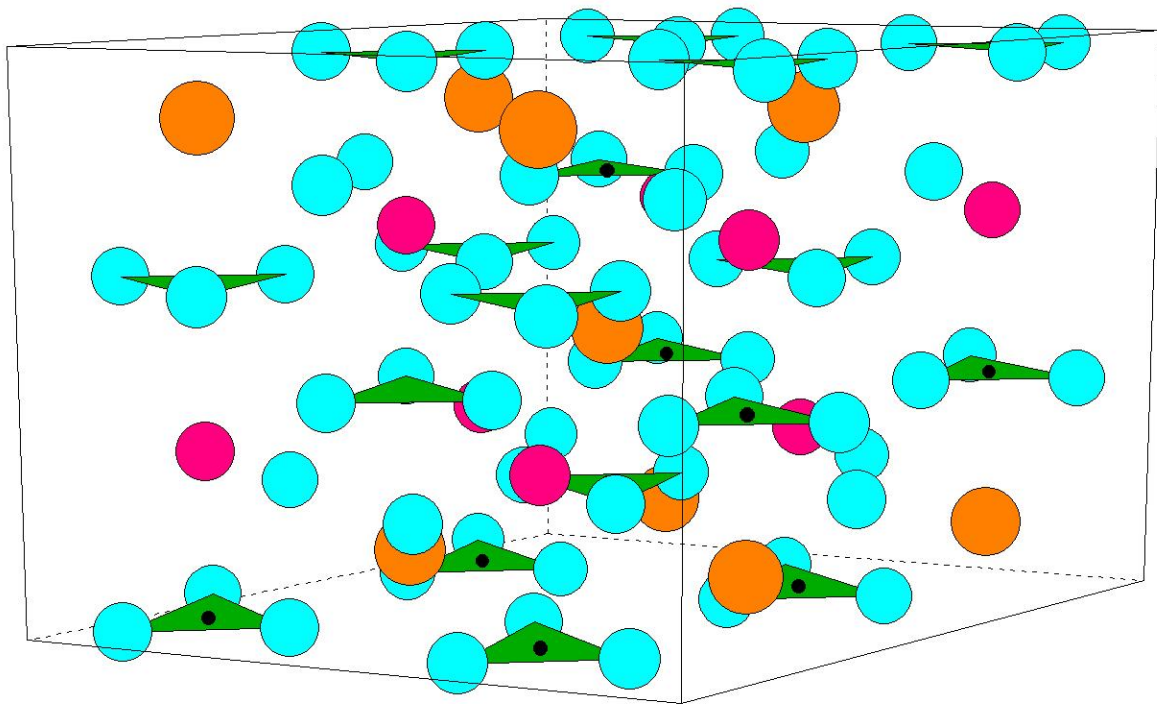
Dolomit, Chalkopyrit. Bad Schlema/Erzgebirge. Bildbreite 10 cm



Cobalthaltiger Dolomit. Kakanda/Congo/Afrika. Bildbreite 10 cm



Zuckerkörniger Dolomitmarmor mit Pyrit. Lengenbach/Deutschland. Bildbreite ca. 10 cm



Elementarzelle $a_0 = 4.808 \text{ \AA}$, $c_0 = 16.0220 \text{ \AA}$, $Z = 3$
 Raumgruppe $R\bar{3}$

Abb: Struktur von Dolomit

Weiterführende Literatur zu Dolomit

Artikel und Bücher

Antao, S.M., Mulder, W.H., Hassan, S., Crichton, W.A. & Parise, J.B. (2004): Cation disorder in dolomite, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, and its influence on the aragonite + magnesite \leftrightarrow dolomite reaction boundary. *American Mineralogist*, 89, 1142-1147.

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): *Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1*, 360 S. (daraus S. 83).

Chai, L., Navrotsky, A. & Reeder, R.J. (1995): Energetics of calcium-rich dolomite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, 939-944.

Drits, V.A., McCarty, D.K., Sakharov, B. & Milliken, K.L. (2005): New insights into structural and compositional variability in some ancient excess-Ca dolomite. *The Canadian Mineralogist*, 43, 1255-1290.

Effenberger, H., Mereiter, K. & Zemann, J. (1981): Crystal structure refinements of magnesite, calcite, rhodochrosite, siderite, smithonite [sic], and dolomite, with discussion of some aspects of the stereochemistry of calcite type carbonates. *Zeitschrift für Kristallographie*, 156, 233-243.

Perchiazzi, N. (2015): Crystal structure study of a cobaltoan dolomite from Kolwezi, Democratic Republic of Congo. *Acta Crystallographica*, E71, i3.

Peterson, M.N.A., von der Borch, C.C. & Bien, G.S. (1966): Growth of dolomite crystals. *American Journal of Science*, 264, 252-272.

Reeder, R. & Dollase, W. (1989): Structural variation in the dolomite-ankerite solid-solution series: An X-ray, Mössbauer, and TEM study. *American Mineralogist*, 74, 1159-1167.

Ross, N.L. & Reeder, R. (1992): High-pressure structural study of dolomite and ankerite. *American Mineralogist*, 77, 412-421.

Solomatova, N.V. & Asimow, P.D. (2017): Ab initio study of the structure and stability of $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ at high pressure. *American Mineralogist*, 102, 210-215.

Zucchini, A., Prencipe, M., Belmonte, D., Comodi, P. (2017): Ab initio study of the dolomite to dolomite-II high-pressure phase transition. *European Journal of Mineralogy*, 29, 227-238.

Pilati, T., Demartin, F. & Gramaccioli, C.M. (1998): Lattice-dynamical estimation of atomic displacement parameters in carbonates: Calcite and aragonite CaCO_3 , dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, and magnesite MgCO_3 . *Acta Crystallographica, Section B: Structural Science*, 54, 515-523. DOI: 10.1107/S0108768197018181

Wasastjerna, J.A. (1925): Crystal structure of dolomite. *Commentationes Physico-Mathematicae*, 2, 1-14.

Internet

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

Ankerit

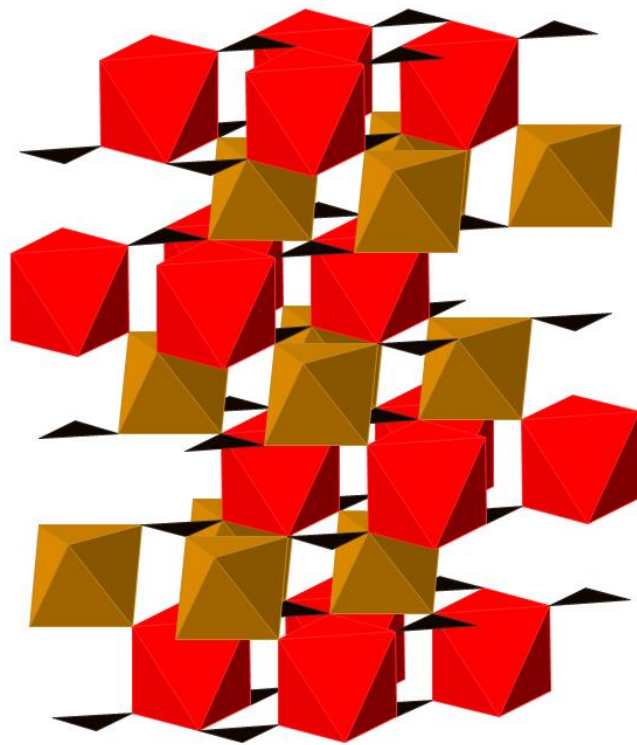
Chemische Zusammensetzung	: $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$
Kristallsystem	: trigonal, -3
Elementarzelle	: $a_0 = 4.83\text{\AA}$, $c_0 = 16.17\text{\AA}$
Raumgruppe	: R - 3
Ausbildung	: grob kristallin
Härte	: 3,5
Dichte	: 2,9 – 3,3
Farbe	: weiß, gelblich, braun
Strich	: weiß
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen
Bruch	: uneben, spröde
Vorkommen	: hydrothermal, metasomatisch
Paragenese	: Siderit, Quarz,
Fundorte	: Steirischer Erzberg/Österreich; Bad Schlema/Erzgebirge; Kladno/Tschechien; Norwegen
Verwendung	: Eisenerz



Ankerit. Bad Schlema/Erzgebirge. Bildbreite 8 cm



Ankerit und Dolomit. Vergarshei/Fylke Agder/Norwegen. Bildbreite 10 cm



Elementarzelle $a_0 = 4.83 \text{ \AA}$, $c_0 = 16.1670 \text{ \AA}$, $Z = 3$
 Raumgruppe $R\bar{3}$

Abb: Struktur von Ankerit

Weiterführende Literatur zu Ankerit

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.

Beran, A. & Zemann, J. (1977): Refinement and comparison of the crystal structures of a dolomite and of an Fe-rich ankerite. *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 24, 279-286.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names, The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 19).

Chai, L. & Navrotsky, A. (1996): Synthesis, characterization, and energetics of solid solution along the dolomite-ankerite join, and implications for the stability of ordered $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$. *American Mineralogist*, 81, 1141-1147.

Hilscher, G., Rogl, P., Zemann, J. & Ntaflos, T. (2005): Low-temperature magnetic investigation of ankerite. *European Journal of Mineralogy*, 17, 103-105.

Reeder, R. & Dollase, W. (1989): Structural variation in the dolomite-ankerite solid-solution series: An X-ray, Mössbauer, and TEM study. *American Mineralogist*, 74, 1159-1167.

Ross, N.L. & Reeder, R. (1992): High-pressure structural study of dolomite and ankerite. *American Mineralogist*, 77, 412-421.

Walmsley, J.C. & Lang, A.R. (1992): On submicrometer inclusions in diamond coat: Crystallography and composition of ankerites and related rhombohedral carbonates. *Mineralogical Magazine*, 56, 533-543.

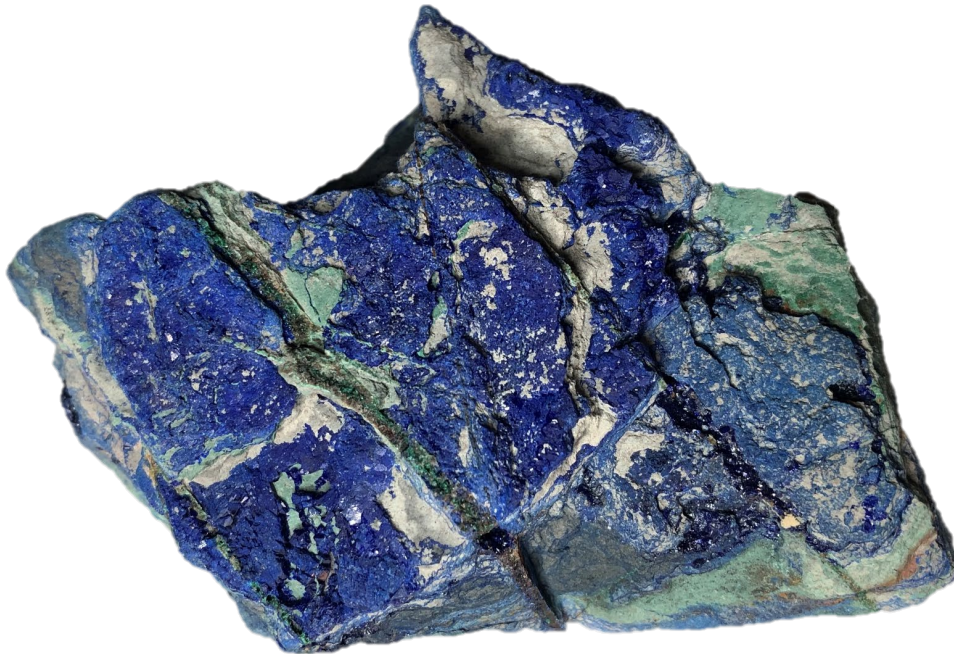
Beran, A. & Zemann, J. (1977): Refinement and Comparison of the Crystal Structures of a Dolomite and of an Fe-Rich Ankerite. *TMPM, Tschermaks Mineral. Petrogr. Mitt.*, 24, 279–286. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01081130>

Internet

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

Azurit

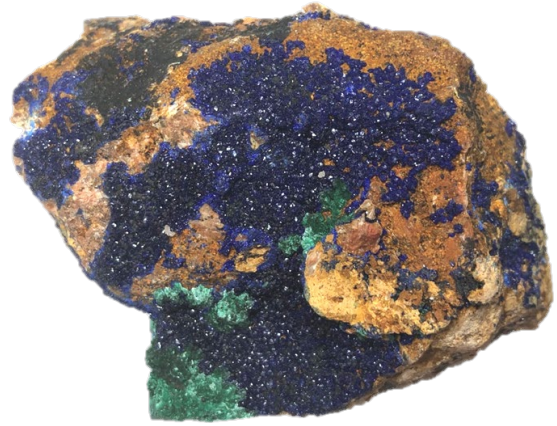
Chemische Zusammensetzung	: $\text{Cu}_3[\text{OH}/(\text{CO}_3)]_2$
Kristallsystem	: monoklin, $2/m$
Elementarzelle	: $a_0 = 4.97 \text{ \AA}$, $b_0 = 5.84 \text{ \AA}$, $c_0 = 10.29 \text{ \AA}$, $\beta = 92.2^\circ$
Raumgruppe	: $P2_1/c$
Ausbildung	: erdig, eingesprengt, knollig, xx dicktafelig,
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 3,8
Farbe	: blau
Strich	: hellblau
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen nach $\{1\ 0\ 0\}$
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: Verwitterung von Cu-Mineralen
Paragenese	: Malachit, Quarz, Sulfide, Carbonatminerale
Fundorte	: Tsumeb/Namibia; Chessy/Frankreich; Bisbee/Arizona/USA; Congo/Afrika; Copiapo/Chile; Tasmanien/Australien
Verwendung	: Kupfererzanzeiger
Besonderheiten	: Pseudomorphosenbildung



Azurit. Congo. Bildbreite 11 cm



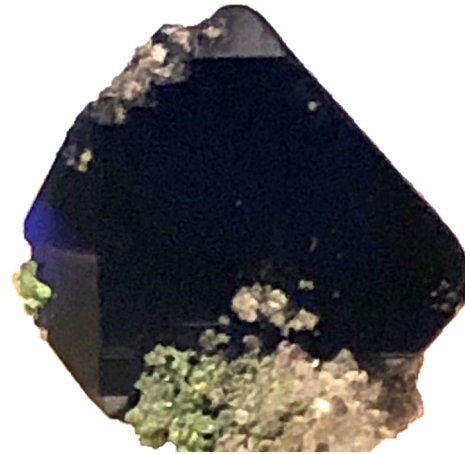
Azurit. Tsumeb-Mine/Namibia.
Bildhöhe 14 cm



Azurit mit Malachit. Laurino/Salerno/
Italien. Bildbreite 8 cm



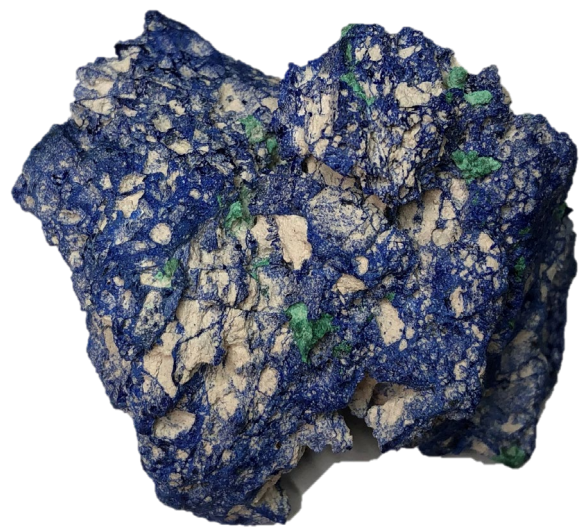
Azurit. Kerrouchen/Marokko. Bildbreite 8 cm



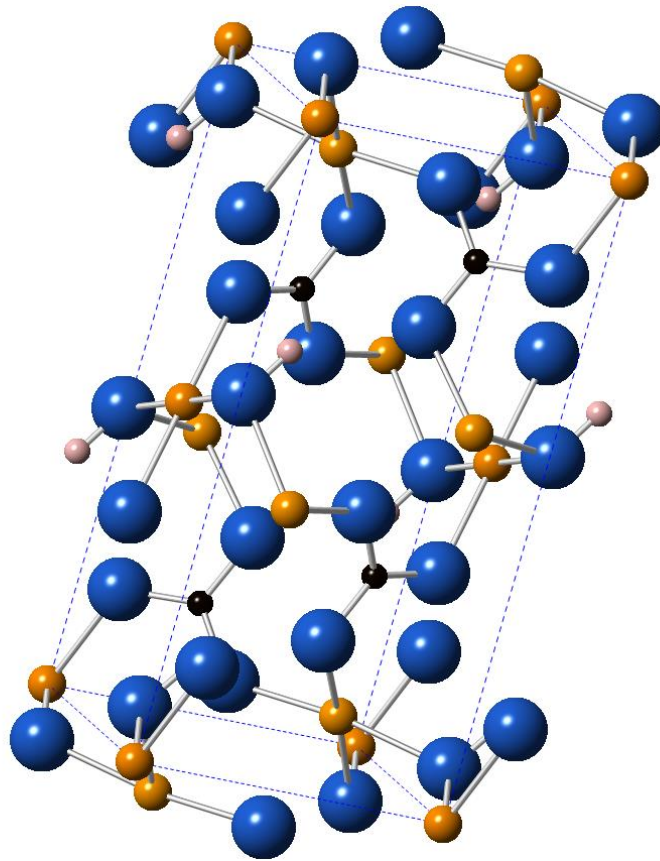
Azurit. Tsumeb/Namibia. Bildbreite 5 cm



Azurit. Congo/Afrika. Bildbreite 8 cm



Azurit. Congo/Afrika. Bildbreite 8 cm



Elementarzelle $a_0 = 5.0 \text{ \AA}$, $b_0 = 5.85 \text{ \AA}$, $c_0 = 10.35 \text{ \AA}$, $\beta = 92.33^\circ$, $Z = 2$
 Raumgruppe $P2_1/c$

Abb: Struktur von Azurit

Weiterführende Literatur zu Azurit

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names, The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 27).

Frost, R.L., Martens, W.N., Rintoul, L., Mahmutagic, E. & Klopogge, J.T. (2002): Raman spectroscopic study of azurite and malachite at 298 and 77 K, Journal of Raman Spectroscopy, 33, 252-259.

Gattow, G. & Zemann, J. (1958): Neubestimmung der Kristallstruktur von Azurit, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$. Acta Crystallographica, 11, 866-872. DOI: 10.1107/S0365110X58002450

Jeschke, H., Opahle, I., Kandpal, H., Valentí, R., Das, H., Saha-Dasgupta, T., Janson, O., Rosner, H., Brühl, A., Wolf, B., Lang, M., Richter, J., Hu, S., Wang, X., Peters, R., Pruschke, T. & Honecker, A. (2011): Multi-step approach to microscopic models for frustrated quantum magnets - the case of the natural mineral azurite. Physical Review Letters, 106, 217201.

Palache, C. & Lewis, L.W. (1927): Crystallography of azurite from Tsumeb, Southwest Africa. *American Mineralogist*, 12, 99-143.

Palache, C. & Lewis, L.W. (1942): Errata: Crystallography of azurite from Tsumeb, Southwest Africa. *American Mineralogist*, 27, 334.

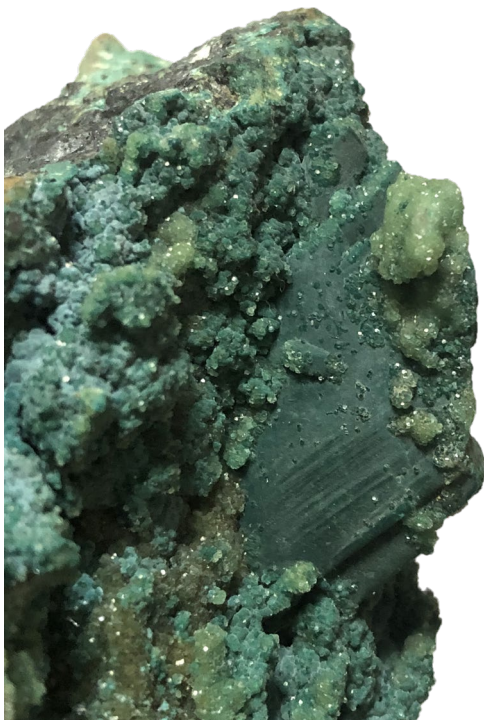
Zigan, F. & Schuster, H.D. (1972): Verfeinerung der Struktur von Azurit, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$, durch Neutronenbeugung. *Zeitschrift für Kristallographie*, 135, 416-436.

Internet

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

Malachit

Chemische Zusammensetzung	: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)$
Kristallsystem	: monoklin, 2/m
Elementarzelle	: $a_0 = 9.48 \text{ \AA}$, $b_0 = 12.03 \text{ \AA}$, $c_0 = 3.21 \text{ \AA}$, $\beta = 98.5^\circ$
Raumgruppe	: $P 2_1/a$
Ausbildung	: erdig, Krusten, gebändert, glaskopffartig, strahlig, nadelige xx
Härte	: 3,5 – 4
Dichte	: 4
Farbe	: hell- bis dunkelgrün
Strich	: hellgrün
Glanz	: Glas- bis Seidenglanz
Spaltbarkeit	: deutlich nach $\{0 0 1\}$
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: Verwitterung von Cu-Mineralen
Paragenese	: Azurit, andere Kupferminerale
Fundorte	: Nishni Tagil/Ural; Katanga/Zaire; Tsumeb/Namibia; Serra Verde/Brasilien; Bisbee/Arizona/USA
Verwendung	: Schmuckstein, früher auch Kupfererz, Kupferzeigemineral



Pseudomorphose von Malachit nach Azurit. Tsumeb Mine/Namibia.
Bildhöhe 10 cm



Malachit. Tsumeb Mine/Namibia.
Bildbreite 10 cm



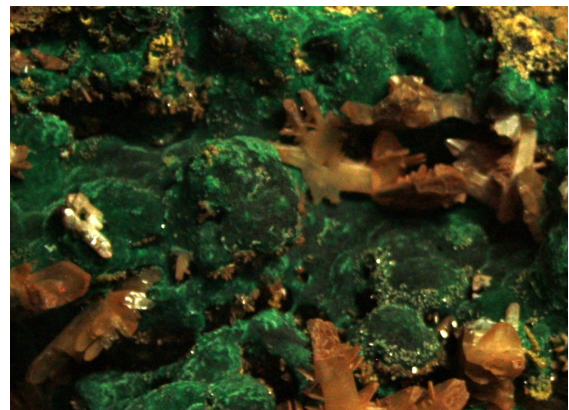
Natürlicher Malachit. Congo/Afrika.
Bildbreite 40 cm



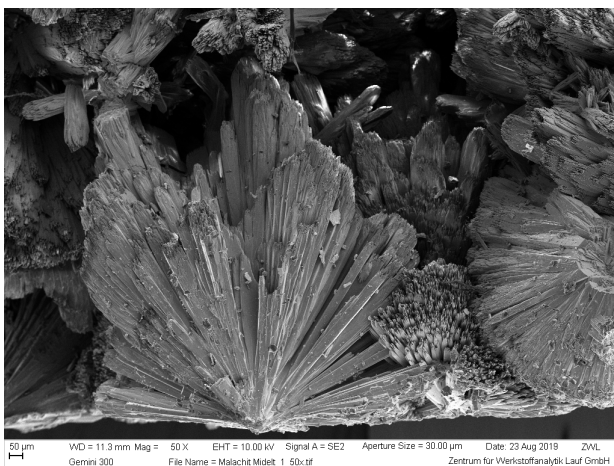
Malachit. Congo/Afrika. Bildbreite 25 cm



Malachit. Congo/Afrika. Bildbreite 10 cm



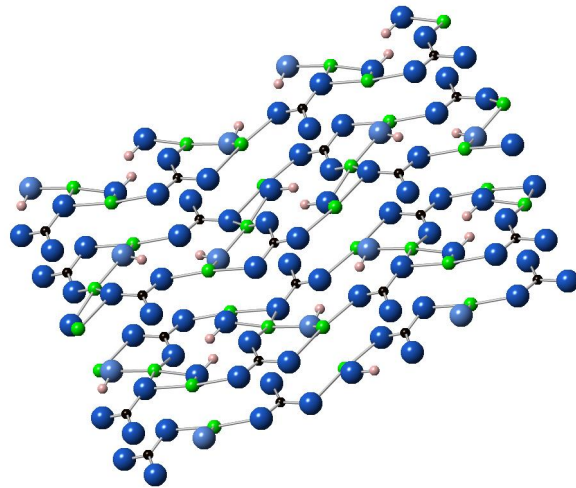
Malachit. Australien. Bildbreite 5 cm



REM-Aufnahme von Malachit



Malachit. Mashamba West/
Kolwezi/Congo/Afrika. Bildbreite ca. 5 cm.



Elementarzelle $a_0 = 9.502 \text{ \AA}$, $b_0 = 11.974 \text{ \AA}$, $c_0 = 3.240 \text{ \AA}$, $\beta = 98.75^\circ$, $Z = 4$
 Raumgruppe $P 2_1/a$

Abb: Struktur von Malachit

Weiterführende Literatur zu Malachit

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 185).

Frost, R.L., Martens, W.N., Rintoul, L., Mahmutagic, E. & Klopogge, J. T (2002): Raman spectroscopic study of azurite and malachite at 298 and 77 K. Journal of Raman Spectroscopy, 33, 252-259.

Girgsdies, F. & Behrens, M. (2012): On the structural relations of malachite. II. The brochantite MDO polytypes. Acta Crystallographica, B68, 571-577.

Ramsdell, L.S. & Wolfe, C.W. (1950): The unit cell of malachite. American Mineralogist, 35, 119-120.

Suesse, P. (1967) Verfeinerung der Kristallstruktur des Malachits, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. Acta Crystallographica: 22: 200-204. DOI: 10.1107/S0365110X67000222

Wells, A.F. (1951): Malachite: Re-examination of crystal structure. Acta Crystallographica, 4, 200-204.

Zigan F., Joswig W., Schuster H.U. & Mason S.A. (1977): Verfeinerung der Struktur von Malachit, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, durch Neutronenbeugung. Zeitschrift für Kristallographie, 145, 412.

Internet

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

Borate

Borax Tinkal

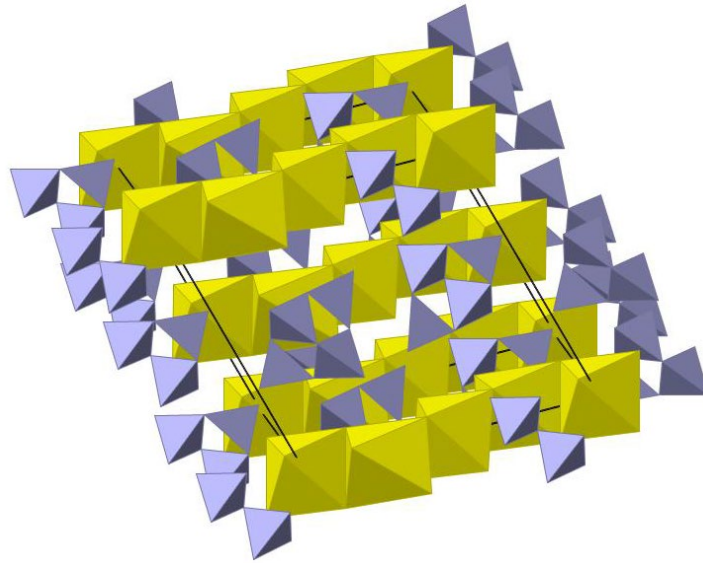
Chemische Zusammensetzung	: $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Kristallsystem	: monoklin, $2/m$
Elementarzelle	: $a_0 = 11.86 \text{ \AA}$, $b_0 = 10.67 \text{ \AA}$, $c_0 = 12.20 \text{ \AA}$, $\beta = 106.3^\circ$
Raumgruppe	: $C 2/c$
Ausbildung	: säulige Kristalle
Härte	: 2 – 2,5
Dichte	: 1,7 – 1,8
Farbe	: weiß, grau
Strich	: weiß
Glanz	: Fettglanz
Spaltbarkeit	: deutlich nach $\{100\}$
Bruch	: muschelig
Vorkommen	: Boraxseen,
Paragenese	: andere Borate
Fundorte	: Türkei; Clear Lake, Borax Lake/Kalifornien/USA
Verwendung	: Bormineral



Borax (weiße Entwässerungshülle).
Boron/Kalifornien/USA. Bildbreite 9 cm



Borax. Kalifornien/USA. Bildbreite 9 cm



Elementarzelle $a_0 = 11.858 \text{ \AA}$, $b_0 = 10.674 \text{ \AA}$, $c_0 = 12.197 \text{ \AA}$, $\beta = 106.68^\circ$, $Z = 4$
 Raumgruppe $C 2/c$

Abb: Struktur von Borax

Weiterführende Literatur zu Borax

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 43).

Gainsford, G.J., Kemmitta, T. & Highama, C. (2008): Redetermination of the borax structure from laboratory X-ray data at 145 K. Acta Crystallographica, E64, i24-i26.

Levy, H.A. & Lisensky, G.C. (1978): Crystal structures of sodium sulfate decahydrate (Glauber's salt) and sodium tetraborate decahydrate (borax). Redetermination by neutron diffraction. Acta Crystallographica, B34, 3502-3510.

Li, J., Xia, S., Gao, S. (1995) FT-IR and Raman spectroscopic study of hydrated borates. Spectrochimica Acta, Part A - Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 51, 519-532.

Morimoto, N. (1956): The crystal structure of borax. Mineralogical Journal, 2, 1-18.

Reeder, R. J. (1983): Carbonates, Mineralogy and Chemistry. Reviews in Mineralogy, 11, 145-190.

Smith, W.C. (1966): Borax and other compounds. California Division of Mines and Geology Bulletin, 191, 104-111.

Internet

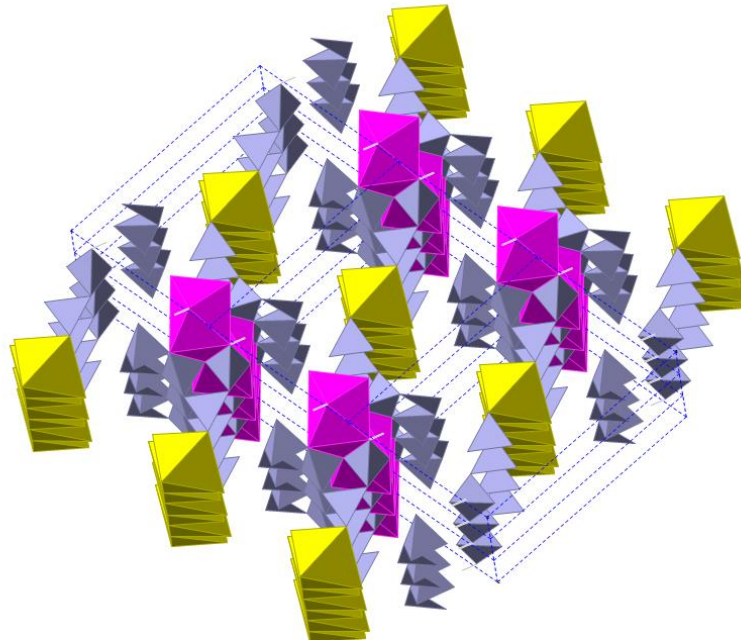
<http://rruff.info/doclib/hom/borax.pdf>

Ulexit (Fernsehstein)

Chemische Zusammensetzung	: $\text{NaCaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Kristallsystem	: triklin
Elementarzelle	: $A = 8,82 \text{ \AA}, b = 12,87 \text{ \AA}, c = 6,68 \text{ \AA}$ $\alpha = 90,4^\circ, \beta = 109,0^\circ, \gamma = 105,0^\circ$
Raumgruppe	: P1-
Ausbildung	: prismatisch, langnadelig
Härte	: 2-2.5
Dichte	: $1.9\text{-}2.0 \text{ g/cm}^3$
Farbe	: farblos, weiß
Strich	: weiß
Glanz	: glasartig, seidig
Spaltbarkeit	: vollkommen nach (010) und (100)
Bruch	: uneben, spröde
Vorkommen	: in Borax- und Salzseen
Paragenese	: andere Borate,
Fundorte	: Türkei; China; Kalifornien/USA; Antofagasta/Chile
Verwendung	: Schmuckstein, Fernsehstein



Ulexit. Kalifornien. Bildbreite 12 cm



Elementarzelle $a_0 = 8.809 \text{ \AA}$, $b_0 = 12.86 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.678 \text{ \AA}$,
 $\alpha = 90.25^\circ$, $\beta = 109.17^\circ$, $\gamma = 105.08^\circ$, $Z = 2$
Raumgruppe $P\bar{1}$

Abb: Struktur von Ulexit

Weiterführende Literatur zu Ulexit

Artikel und Bücher

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (2003): Handbook of Mineralogy, Volume V. Borates, Carbonates, Sulfates. Mineral Data Publishing, Tucson, AZ, 813 S (daraus S. 722). <http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/ulexite>

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names, The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 313).

Clark, J.R. & Appleman, D.E. (1964): Pentaborate polyanion in the crystal structure of ulexite, $\text{NaCaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_6(\text{H}_2\text{O})_5$. Science (Washington DC, United States), 145, 1295-1296. DOI: 10.1126/science.145.3638.1295

Clark, J.R. & C.L. Christ (1959): Studies of borate minerals, V: Reinvestigation of the X-ray crystallography of ulexite and probertite. American Mineralogist. 44. 712-719.

Murdoch, J. (1940): The crystallography of ulexite. American Mineralogist, 25, 754-762.

Weichel-Moore, E.J. & Potter, R.J. (1963): Fibre optical properties of ulexite. Nature, 200, 1163-1165.

Colemanit

Chemische Zusammensetzung	: $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$
Kristallsystem	: monoklin
Elementarzelle	: $a = 8,71 \text{ \AA}$, $b = 11,25 \text{ \AA}$; $c = 6,09 \text{ \AA}$ $\beta = 110,1^\circ$
Raumgruppe	: $\text{P2}_1/\text{a}$
Ausbildung	: große Kristalle, pseudooktaedrisch bis pseudorhomboedrisch, Colemanitrosen, langstengelig
Härte	: 4.5
Dichte	: 2.42 g/cm^3
Farbe	: farblos, weiss bis bräunlich gefärbt
Strich	: weiß
Glanz	: Glas- bis Diamantglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen nach (010),
Bruch	: spröde
UV	hellgelb bis hellgrün
Vorkommen	: In Boraxseen
Paragenese	: Andere Borate, Calcit, Gips
Fundorte	: San Bernardino/Graubünden/Schweiz; Kestelek/Türkei; Kalifornien/USA; Kanada; Argentinien



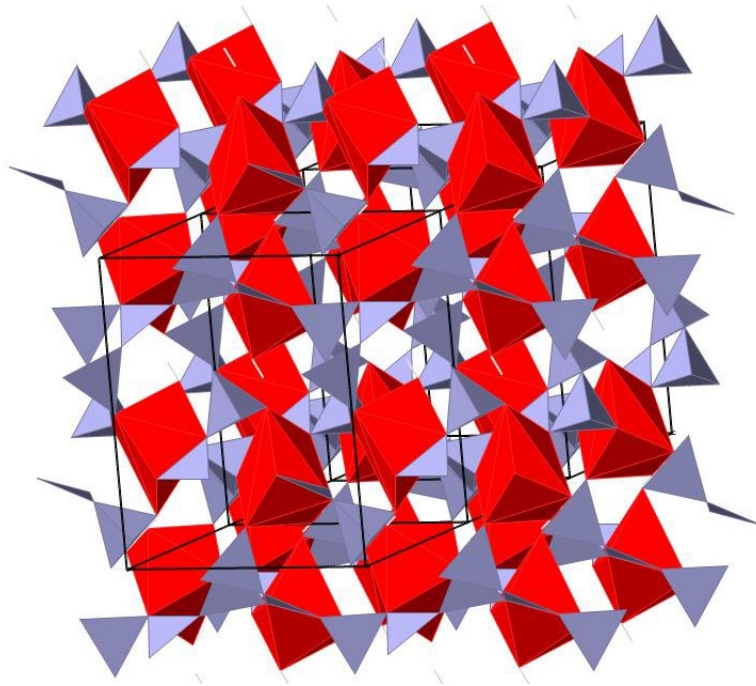
Colemanit. Kalifornien. Bildbreite 10 cm



Colemanit. Boron Mine/Kalifornien/USA.
Bildhöhe 4 cm



Colemanit. Kütahya Province/Türkei.
Bildhöhe 4 cm



Elementarzelle $a_0 = 8.743 \text{ \AA}$, $b_0 = 11.264 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.102 \text{ \AA}$, $\beta = 110.12$, $Z = 4$
 Raumgruppe $P 2_1/a$

Weiterführende Literatur zu Colemanit

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.

Anthony, J.W., Bideaux, R.A., Bladh, K.W. & Nichols, M.C. (2003): Handbook of Mineralogy, Volume V. Borates, Carbonates, Sulfates. Mineral Data Publishing, Tucson, AZ, 813 S. (daraus S. 158). <http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/colemanite>

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 70).

Burns, P.C. & Hawthorne, F.C. (1993): Hydrogen bonding in colemanite: an X-ray and structure-energy study. The Canadian Mineralogist, 31, 297-304.

Christ, C.L., Clark, J.R. & Evans, H.T. (1954): The structure of colemanite, $\text{CaB}_3\text{O}_4(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, determined by the direct method of Hauptman and Karle. Acta Crystallographica, 7, 453-454.

Christ, C.L., Clark, J.R. & Evans, H.T. (1958): The crystal structure of colemanite, $\text{CaB}_2\text{O}_4(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Acta Crystallographica, 11, 761-770.

Perloff, A. & Block, S. (1960): Low-temperature phase transition of colemanite. American Mineralogist, 45, 229.

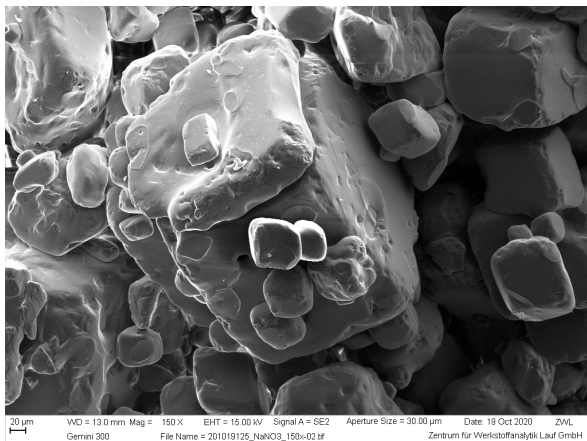
Rogers, A.F. (1919) Colemanite pseudomorphous after inyoite from Death Valley, California. American Mineralogist: 4: 135-139.

Nitrate

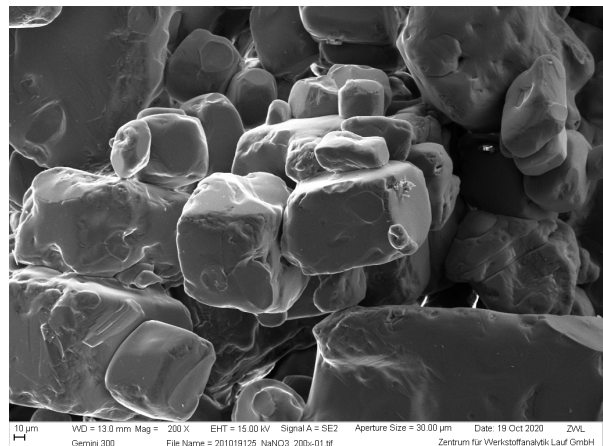
Nitronatrit

„Natronsalpeter, Chilesalpeter“

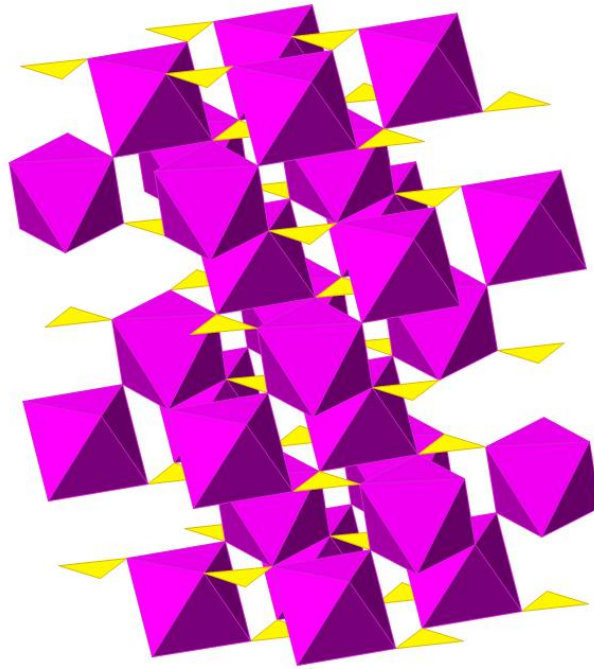
Chemische Zusammensetzung	: NaNO_3
Kristallsystem	: trigonal, $\bar{3}m$
Elementarzelle	: $a_0 = 5.07 \text{ \AA}$, $c_0 = 16.81 \text{ \AA}$
Raumgruppe	: R-3c
Ausbildung	: meist körnig, pulverig
Härte	: 1 – 1,5
Dichte	: 2.2
Farbe	: farblos, weiß, grau
Strich	: weiß
Glanz	: Glasglanz
Spaltbarkeit	: vollkommen
Bruch	: muschelig – spröde
Vorkommen	: als erdiges Mineral in Trockenzonen, sedimentär, Teil von Calichehorizonten
Paragenese	: zusammen mit Halit
Fundorte	: Ägypten; Kalifornien/USA; Chile und andere Trockenzonen
Verwendung	: Mineraldünger
Besonderheiten	: gut wasserlöslich, hygroscopisch



REM-Aufnahme von künstlichem Nitronatrit.



REM-Aufnahme von künstlichem Nitronatrit.



Elementarzelle $a_0 = 5,07 \text{ \AA}$, $c_0 = 16,820 \text{ \AA}$, $Z = 6$
 Raumgruppe $R\bar{3}c$

Abb: Struktur von Nitronatrit

Weiterführende Literatur zu Nitronatrit

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.

Blackburn, W.H. & Dennen, W.H. (1997): Encyclopedia of Mineral Names. The Canadian Mineralogist, Special Publication 1, 360 S. (daraus S. 217).

Brooke, H.J. (1823): On the crystalline forms of artificial salts. The Annals of Philosophy, 5, 449-452; 38-43; 117-121; 374.

Goettlicher, S. & Knoechel, C.D. (1978): Zur Kristallstruktur von Natriumnitrat. Zeitschrift für Kristallographie, 148, 101-105.

Palache, C., Berman, H. & Frondel, C. (1951): The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana, Yale University 1837-1892, Volume II: Halides, Nitrates, Borates, Carbonates, Sulfates, Phosphates, Arsenates, Tungstates, Molybdates, Etc. John Wiley and Sons, Inc., New York, 7th edition, revised and enlarged, 1124 S. (daraus S. 300-302 (as Soda-Niter)).

Internet

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

