

## ELEMENTE

**ARSEN:** As, ditrigonal-skalenoedrisch

Physik. Daten: Matter (halb)metallischer Glanz; graue bis schwarze Farbtöne; schwarzer Strich; opakes Mineral.

Härte: 3 - 4                      Dichte: 5,5

Spaltbarkeit: Vollkommen nach (0001), unvollkommen nach (10 $\bar{1}$ 2).

Chem.-physik. Reakt.: **Verflüchtigt** sich vor dem Lötrohr ohne Schmelzen **vollkommen** unter Bildung eines weißen, nach Knoblauch riechenden Rauches (GIFTIG!) und eines weißen, leicht durch Erhitzen vertreibbaren Beschlages (As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Arsen-Nachweis: +

Mineralogie: XX schlecht entwickelt; meist derb, **nierig, schalenartig** (Scherbenkobalt).

Vorkommen: Selten; auf Gängen mit As-haltigen Bi-, Co-, Ni-, Ag- und Cu-Erzen.

Verwendung: Früher für diverse Giftstoffe (Insektizide), heute Problemstoff.

**DIAMANT:** C, kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Diamantglanz; farblos, auch gelb, rosa, bläulich, schwarz; farbloser Strich.

**Härte:** 10                      Dichte: 3,5

Spaltbarkeit: Vollkommen nach dem Oktaeder (111).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar (Pulver verbrennt jedoch bei ca. 800°C in O<sub>2</sub>-reicher Luft); in Säuren unlöslich.

Mineralogie: XX oft flächenreich unter Bevorzugung des Oktaeders {111}.

Vorkommen: Lose und eingewachsen in ultrabasischen Höchstdruckgesteinen ("Primäre Lagerstätte"), z.B. Kimberlit (eine Explosionsbreccie; ist eigentlich das Transportgestein); abgerollt in (Edelstein)seifen ("Sekundäre Lagerstätte").

Verwendung: Als "Industriediamant" zum Schneiden, Schleifen, Polieren, etc. (Härte!); als Edelstein (geschliffen: "Brillant").

**GOLD:** Au, kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Metallischer Glanz; **goldgelbe Farbe**, brauner-goldgelber Strich; dünnste Folien grün durchscheinend; opakes Mineral.

Härte: 2,5 - 3                      **Dichte:** 15 - 19 (je nach Ag-Gehalt)

Spaltbarkeit: Keine; sehr **weich** und **geschmeidig**; zu dünnsten Folien **hämmer-** und **walzbar**; hakiger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Sehr schwer schmelzbar; in Säuren (außer Königswasser) unlöslich.

Mineralogie: XX meist verzerrte Oktaeder; auch Zwillinge nach (111); ansonst blechartig, dendritisch; auch winzige Körner und Anflüge.

Vorkommen: "Freigold" in Quarzgängen, Schiefen; oft "unsichtbar" zusammen mit Pyrit, Arsenkies, Kupferkies; in Seifen ("Goldnuggets").

Verwendung: Edelmetall (Schmuck, Münzen, "Hortungsmetall"); bester elektrischer Leiter (z.B. Kontakte an Leiterplatten und hochwertigen Steckverbindungen).

V.n.ä.K.: Pyrit, Kupferkies, Arsenkies (alle jedoch spröde, härter und mit geringerer Dichte!)

**GRAPHIT:** C, dihexagonal-dipyramidal

Physik. Daten: (Halb)metallischer Glanz; **schwarze Farbe**; schwarzer Strich; opakes Mineral.

**Härte:** 1 (durch Verunreinigungen auch deutlich höher)      Dichte: 2,1 - 2,2

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach der Basis (0001), Spaltblättchen biegsam (beides an feinkörnigen Proben nicht sichtbar!); **leicht abfärbend, fettiges Anfühlen**.

Chem.-phys. Reakt.: Unschmelzbar; schwer brennbar (glühende Funken); in Säuren unlöslich.

Mineralogie: Gute XX selten; meist derb, feinblättrig, schuppig.

Vorkommen: Häufig in kristallinen Schiefen, Phylliten, Marmoren, Quarzitschiefern; in Kontaktgneisen, Pegmatiten und Graniten; seltener in Eruptivgesteinen.

Verwendung: Schmiermittel (Schichtstruktur!), Tiegelmateriale (chemisch inert!), Elektroden (Leitfähigkeit!), Farbpigment (z.B. Bleistifte), Füllstoff (z.B. Reifen).  
V.n.ä.K.: Molybdänlanz (dieser aber eher silbergrau, Metalllanz, höhere Dichte)

**KUPFER:** Cu, kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Metalllanz; **kupferrote Farbe**; Strich kupferrot; opakes Mineral.

Härte: 2,5 - 3                      Dichte: 8,5 - 9

Spaltbarkeit: Keine; leicht **biegsam** und **formbar**; hakiger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Ziemlich leicht schmelzbar; in Säuren mit grünen oder blauen Farbtönen löslich; Beim Lösen in Schwefelsäure entsteht SO<sub>2</sub> (stechender Geruch).  
Cu-Nachweis: +

Mineralogie: XX als Würfel, Oktaeder mit meist gerundeten Kanten, oft verzerrt; ansonst derb eingesprengt, blech- und baumartig; auch mit grünlichen oder braunschwarzen Verwitterungskrusten (Cu-Sekundärminerale) überzogen.

Vorkommen: An der Grenze der Zementations- und Oxidationszone von Cu-Lagerstätten; auf (prähistorischen) Schmelzplätzen.

Verwendung: Elektrischer Leiter; gediegen Kupfer war früher ein wichtiges Kupfererz; heute als Kupfermineral gegenüber Kupferkies weltwirtschaftlich unbedeutend.

V.n.ä.K.: Rotnickelkies (nicht biegsam)

**SCHWEFEL:** S<sub>8</sub>, rhombisch-dipyramidal (stabile Modifikation bei Raumtemperatur)

Physik. Daten: Gemeiner bis Diamantlanz; **wachsgelb**-honigbraun; durchsichtig bis undurchsichtig; farbloser - hellgelber Strich.

Härte: 2                              Dichte: 2,0

Spaltbarkeit: Keine; muscheliger Bruch; sehr spröde und temperaturempfindlich.

Chem.-physik. Reakt.: Sehr leicht schmelzbar; **verbrennt mit blauer Flamme** zu SO<sub>2</sub>-Gas (stechender Geruch); unlöslich in Säuren, löslich in organischen Reagenzien, z.B. CS<sub>2</sub>.  
S-Nachweis: +

Mineralogie: Oft gut entwickelte XX; auch derb, als (erdiger) Anflug; bei etwa 95°C erfolgt die Umwandlung in eine monokline Modifikation.

Vorkommen: Bei vulkanischen Exhalationen (Abscheidung als Sublimationsprodukt erst monoklin, dann Umwandlung in rhombisch); in Sedimenten durch Reduktion von Sulfaten (z.B. zusammen mit Gips); als Umwandlungsprodukt sulfidischer Erze.

Verwendung: Grundstoff der chemischen Industrie, Vulkanisierung von Gummi (Reifen); Gewinnung erfolgt heute bei der Entschwefelung von Erdöl und Erdgas.

V.n.ä.K.: Auripigment (dieser aber nicht brennbar)

**SILBER:** Ag, (ev. ±Au, Cu, Hg), kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Metallischer Glanz; **silberweiße Farbe**, äußerlich durch Ag<sub>2</sub>S meist **matt schwarz** angelaufen; opakes Mineral.

Härte: 2,5 - 3                      Dichte: 13 (meist aber niedriger)

Spaltbarkeit: Keine; Bleche und Drähte **dehnbar, biegsam**; hakiger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Gut schmelzbar, gibt nach einiger Zeit rötlichen Beschlag von Ag<sub>2</sub>O; in Salpetersäure zu farbloser Lösung löslich; in Salzsäure unter Abscheidung eines weißen Niederschlages (AgCl) schlecht löslich.

Ag-Nachweis: +

Mineralogie: XX als verzerrte Würfel und Oktaeder; ansonst derb, blechförmig, drahtartig; Silberschwärze ist dunkel, pulvrig.

Vorkommen: Auf Erzgängen; in Oxidations- und Zementationszone von Ag-Erzvorkommen; Begleiter von anderen Ag-Mineralien.

Verwendung: Edelmetall (Schmuck, Münzmetall), elektrischer Leiter, Filmherstellung.

## SULFIDE, ARSENIDE, SULFOSALZE

### **ANTIMONIT, ANTIMONGLANZ:** $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , rhombisch-dipyramidal

Physik. Daten: Metallischer Glanz; grau; schwarzer bis dunkelgrauer Strich; opakes Mineral.

**Härte:** 2                      **Dichte:** 4,6 - 4,7

**Spaltbarkeit:** Vorzüglich nach (010).

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr unter Abgabe eines weißen, nach (faulem) Kren riechenden Rauches, der sich an kälteren Stellen als weiß-bläulicher Beschlag absetzt ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ) und von dort durch Erhitzen leicht vertreibbar ist, leicht zur immer kleiner werdenden Kugel schmelzbar; in konzentrierten Laugen unter Sulfosalzbildung löslich und nach dem Ansäuern mit HCl als orange-roter Niederschlag ausfällbar.

Sb-Nachweis: +

S-Nachweis: +

Mineralogie: XX oft von beachtlicher Größe, meist **stengelig-strahlig**, durch **Translation oft wellenartig gebogen**; derb meist stengelig-strahlig-spießig.

Vorkommen: Wichtigstes Sb-Mineral; selbständige Gänge mit Quarz; in paläozoischen Schiefen; ansonst mit Pb-Zn-Erzen, Zinnober.

Verwendung: Sb-Erz; Sb für Legierungen; Nachfrage sinkend.

V.n.ä.K.: Bleiglanz, eventuell Manganit, Pyrolusit

### **ARSENKIES, ARSENOPYRIT:** $\text{Fe}[\text{AsS}]$ monoklin-prismatisch (pseudorhombisch)

Physik. Daten: Metallischer Glanz; zinnweiß, im angewitterten Zustand oft leicht gelblich verfärbt; schwarzer Strich; opakes Mineral.

**Härte:** 5,5 - 6;                      **Dichte:** 6,0

**Spaltbarkeit:** Schlecht nach (110); spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Unter Abgabe von  $\text{As}_2\text{O}_3$  (weißer, nach Knoblauch riechender Rauch; GIFTIG!) und  $\text{SO}_2$  zur magnetischen Kugel (Fe-Nachweis: +) schmelzbar; bei Erhitzen unter Luftabschluß (Kölbchen) Bildung eines **roten und gelben Sublimates** und später eines **dunklen As-Spiegels**; schwer löslich in HCl; in  $\text{HNO}_3$  oder Königswasser unter Abscheidung von elementarem S löslich.

As-Nachweis: +

S-Nachweis: +

Fe-Nachweis: + (siehe oben)

Mineralogie: XX oft gut entwickelt (spitzpyramidal, gestreckt), oft rhombenförmige Querschnitte; ansonst derb (körnig, strahlig); enthält oft Ni und Co.

Vorkommen: In pneumatolytisch-hydrothermalen und metasomatischen Erzlagerstätten; in Quarzgängen, Kontaktkalken; regionalmetamorph.

Verwendung: Keine, da bei der Erzverhüttung (Au) mehr As anfällt, als je gebraucht wird.

V.n.ä.K.: Markasit, Pyrit, Magnetkies (magnetisch!), Kobaltglanz

### **AURIPIGMENT:** $\text{As}_2\text{S}_3$ ; monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; **gelbe Farbe**; hellgelber Strich.

**Härte:** 1,5 - 2                      **Dichte:** 3,5

**Spaltbarkeit:** Gut nach (010); an feinkörnigem, erdigem Material unsichtbar.

Chem.-physik. Reakt.: Verflüchtigt sich vor dem Lötrohr auf der Kohle unter Abgabe eines nach Knoblauch riechenden Rauches (GIFTIG!) und eines in der Hitze leicht vertreibbaren weißen Beschlages ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ); **wird beim Erhitzen rot** und gibt im Kölbchen ein **gelbes Sublimat**; in Säuren und Laugen löslich.

As-Nachweis: +

S-Nachweis: +

Mineralogie: Freie XX sehr selten; meist erdig, stengelig, plattig.

Vorkommen: Auf verschiedenen Erzgängen zusammen mit Realgar (besonders in der Nachbarschaft von Arsenkies); ferner in Tonen, Phylliten, Kalken.

V.n.ä.K.: Schwefel (brennbar!)

**BLEIGLANZ, GALENIT:** PbS, kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Metallischer Glanz; bleigraue Farbe; grauschwarzer Strich; opakes Mineral.

Härte: 2,5 - 3            Dichte: 7,2 - 7,6

**Spaltbarkeit:** *Vorzüglich nach dem Würfel* (100) (Struktur isotyp zu Steinsalz).

Chem.-physik. Reakt.: Leicht zur Kugel schmelzbar; in HNO<sub>3</sub> unter Abgabe von elementarem Schwefel löslich; in HCl unter Abgabe von H<sub>2</sub>S und späterem Ausfällen von weißem PbCl<sub>2</sub> schlecht löslich.

**Pb-Nachweis:** +

S-Nachweis: +

Mineralogie: XX oft gut ausgebildet (Würfel, Oktaeder), Flächen oft gekrümmt und / oder parkettiert; Zwillinge nach (111); derb meist grobspätig, dicht; auch eingesprengt.

Vorkommen: Häufigstes Pb-Mineral in hydrothermalen Pb-Lagerstätten (gangartig, Imprägnationen, Metasomatosen); auch sedimentär in Karbonatgesteinen; Begleiter sind Zinkblende, Kupferkies, Pyrit, Fahlerz, Ag-Mineral; Calcit, Baryt, Fluorit, Quarz.

Verwendung: Wichtigstes Pb-Erz, bei erhöhten Ag-Gehalten auch Ag-Erz; Pb für Akkumulatoren, als Legierungsmetall, für Antiklopfmittel in verbleitem Treibstoff; heute Problemstoff (sinkende Nachfrage, hohe Recyclingrate).

V.n.ä.K.: Antimonit

**BORNIT, BUNTKUPFERERZ:** Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>, tetragonal (pseudokubisch), kubisch >230°

Physik. Daten: Metallischer Glanz; **bronze-braun bis rötlich tombakbraun, violett als Anlauffarbe**; Strich grauschwarz; opakes Mineral.

Härte: 3            Dichte: 5,1

Spaltbarkeit: Keine; muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Wie Kupferkies, jedoch ammoniakalischer Cu-Tetramminkomplex intensiver blau mit weniger Eisenhydroxid-Niederschlag.

Cu-Nachweis: +

Fe-Nachweis: +

S-Nachweis: +

Mineralogie: XX sehr selten; derb eingesprengt, massig.

Vorkommen: Ähnlich Kupferkies; weit verbreitet in Cu-Lagerstätten.

Verwendung: Cu-Erz; Cu als wichtigster elektrischer Leiter.

V.n.ä.K.: Covellin, Magnetkies (magnetisch!), eventuell Kupferkies

**COVELLIN:** CuS, dihexagonal-dipyramidal

Physik. Daten: Metallischer Glanz (frisch) bis halbmatt; grau-**blauschwarze Farbe; Strich blauschwarz**; opakes Mineral.

Härte: 1,5 - 2            Dichte: 4,7

Spaltbarkeit: *Vorzüglich nach Basis* (0001) (an feinkörnigen Proben unsichtbar).

Chem.-physik. Reakt.: Gut schmelzbar, eventuell in feinsten Blättchen sogar brennbar (Geruch nach SO<sub>2</sub>); in HNO<sub>3</sub> löslich.

Cu-Nachweis: + (eventuell vorher abrösten)

S-Nachweis: +

Mineralogie: XX selten; meist derbe blättrige Massen; auch feinkörnig, erdig.

Vorkommen: In der Verwitterungszone von Cu-Lagerstätten; selten als vulkanisches Sublimationsprodukt; in vulkanischen Cu-Lagerstätten.

Verwendung: Heute relativ unbedeutenderes Cu-Erz.

V.n.ä.K.: Bornit (dieser aber bräunlich an frischer Bruchfläche!)

**ENARGIT:** Cu<sub>3</sub>AsS<sub>4</sub>, rhombisch-pyramidal

Physik. Daten: Metallischer Glanz; **stahl-eisengraue Farbe**; grauschwarzer Strich; opakes Mineral.

Härte: 3,5                      Dichte: 4,4

Spaltbarkeit: Vollkommen nach (110); spröde.

Chem.-physik. Reakt.: **Schmilzt leicht** auf der Kohle (Unterschied zu Fahlerzen) unter Bildung eines nach Knoblauch riechenden Rauches und eines weißen, in der Hitze leicht vertreibbaren Beschlages von  $\text{As}_2\text{O}_3$  (GIFTIG!); In  $\text{HNO}_3$  einigermaßen löslich.

Cu-Nachweis: +

As-Nachweis: +

S-Nachweis: +

Mineralogie: Selten; XX kurz säulig, würfelförmlich, auch nadelig, oft mit deutlich **gerieften Flächen**; gewöhnlich jedoch in derben, strahligen, körnigen, spätigen Aggregaten.

Vorkommen: Hydrothermales Gangmineral; auch in metasomatischen Imprägnations- und subvulkanischen Cu-Lagerstätten; zusammen mit Kupferglanz, Bornit, Covellin, Fahlerz, Pyrit.

Verwendung: Lokal wichtiges Cu-Erz (wegen As-Gehalt aber sinkende Nachfrage).

V.n.ä.K.: Fahlerz

**FAHLERZ:**  $(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Zn}, \text{Ag}, \text{Hg} \dots)_{12}[(\text{Sb}, \text{As})\text{S}_3]_4\text{S}$ , kubisch-hexakistetraedrisch

Physik. Daten: Metallisch fettiger bis halbmetallisch **fahler Glanz** (Name); eisengraue bis schwarze Farbe, Strich grau-schwarz (feinstes Pulver auch rotbraun); opakes Mineral.

Härte: 3 - 4                      Dichte: ca. 5

Spaltbarkeit: Keine; muscheliger Bruch; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Schmilzt schlecht auf der Kohle unter Bildung charakteristischer  $\text{As}_2\text{O}_3$  - bzw.  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  - Rauche (Geruch, Beschlag; GIFTIG!) und einer Schmelzkugel; diese in  $\text{HNO}_3$  gelöst und mit Ammoniak alkalisch gemacht, gibt rotbraunen Eisenhydroxid-Niederschlag (Fe-Einbau) in tiefblauer Lösung (Cu-Tetramminkomplex).

Cu-Nachweis: + (siehe oben)

Sb/As-Nachweis: +

S-Nachweis: +

Mineralogie: XX als **Tetraeder**; oft Zwillinge nach (111); meist körnig-derb.

ENDGLIEDER:            **Tennantit:**    Cu-As-Fahlerz

**Tetraedrit:**    Cu-Sb-Fahlerz

Vorkommen: In hydrothermalen Gängen und Klüften als Begleiter von Cu-Erzen, Pyrit, Bleiglanz, Zinkblende, Ag-Mineralien, und Karbonaten.

Verwendung: Cu /Ag-Erz; wichtiges Ag-Erz im Mittelalter (Gewinnung in Schwaz / Tirol).

V.n.ä.K.: Kupferglanz, Zinkblende, Enargit

**GERSDORFFIT:**  $\text{Ni}[\text{AsS}]$ , kubisch-disdodekaedrisch

Physik. Daten: Metallischer Glanz; silberweiße bis hellgraue Farbe; grauschwarzer Strich; opakes Mineral.

Härte: 5                              Dichte: 6

**Spaltbarkeit:** Vollkommen nach (100); unebener Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr Bildung eines nach Knoblauch riechenden Rauches (GIFTIG!) und weißen Beschlages von  $\text{As}_2\text{O}_3$ .

**Ni-Nachweis:** +

As-Nachweis: +

S-Nachweis: +

Mineralogie: Verbreitet, aber selten reichlich; XX (Würfel, Oktaeder, Dodekaeder) selten; meist derb, körnig.

Vorkommen: In Ni-Lagerstätten, oft zusammen mit Kupferkies; oberflächlich häufig in Annabergit (Nickelblüte), ein apfelgrünes wasserhaltiges Nickelarsenat, umgewandelt.

Verwendung: Gelegentlich als Ni-Erz; Ni als wichtiger Stahlveredler (Legierungsmetall).

V.n.ä.K.: Arsenkies

**KOBALTGLANZ, COBALTIT:** Co[AsS], kubisch-disdodekaedrisch

Physik. Daten: Metallischer Glanz; *silberweiß-rötlich*, oft rötlich-grau anlaufend; grauschwarzer Strich; opakes Mineral.

Härte: 5,5                      Dichte: 6,0 - 6,5

Spaltbarkeit: Wechselnd gut nach (100); muscheliger-unebener Bruch, spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Leicht zur (meist magnetischen) Kugel unter As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Bildung (Geruch, Beschlag; GIFTIG!) schmelzend; meist erhebliche Fe-Gehalte, auch Ni möglich; in warmer HNO<sub>3</sub> löslich (rosarote Farbe)

**Co-Nachweis:** +

As-Nachweis: +

S-Nachweis: +

Mineralogie: **Oft modellartig ausgebildete XX** (Pentagondodekaeder mit Oktaeder ergibt einen scheinbaren Ikosaeder); würfelige XX meist mit Riefung analog zu Pyrit; derb und körnig.

Vorkommen: XX eingesprengt in kristallinen Schiefen; auch Imprägnationen in metamorphen Gesteinen; in Gängen von Bi-, Co-, Ni-, Ag-Lagerstätten.

Verwendung: Co-Erz; Co als wichtiger Stahlveredler; auch für magnetische Legierungen.

V.n.ä.K.: Arsenkies, andere Co-Mineralie

**KUPFERGLANZ, CHALKOSIN:** Cu<sub>2</sub>S, monoklin-prismatisch (< 100°C)

Physik. Daten: Metallischer Glanz; stahlgraue Farbe; Strich dunkelgrau; opakes Mineral.

Härte: 2,5 - 3                      Dichte: 5,8

Spaltbarkeit: Schlecht nach (110); muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Zur Kugel schmelzbar; bei **Reduktion entsteht Kupferkorn**; in HNO<sub>3</sub> unter grünblauer Farbe löslich.

Cu-Nachweis: + (nach Abrösten)

S-Nachweis: +

Mineralogie: XX selten, meist derb, eingesprengt; oft erdiger Überzug auf anderen Cu-Erzen; Derberze oft innig mit Pyrit verwachsen, daher mittels chemischer Reaktionen oft mit Kupferkies verwechselbar.

Vorkommen: In der Zementationszone von Kupferlagerstätten; auch sedimentär; als hydrothermale Neubildung.

Verwendung: Unbedeutenderes Cu-Erz.

V.n.ä.K.: Bornit, Fahlerz

**KUPFERKIES, CHALKOPYRIT:** CuFeS<sub>2</sub>, tetragonal-skalenoedrisch

Physik. Daten: Metallischer Glanz; *messinggelb*, oft bunte Anlauffarben; Strich grünlich-schwarz; opakes Mineral.

Härte: 3,5 - 4                      Dichte: 4,2

Spaltbarkeit: Keine; muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr unter SO<sub>2</sub>-Abgabe zur magnetischer Masse (Fe-Nachweis +) sinterbar, an Kanten schmelzbar; in HCl schwer, in HNO<sub>3</sub> gut mit grüner bis grüngelber Farbe unter Abscheidung von S (schwimmt oben) löslich.

**Cu-Nachweis:** +                      } (gleichzeitiger Nachweis mit naßchemischem Verfahren;

**Fe-Nachweis:** +                      } bei Perlen entstehen Mischfarben, daher nicht signifikant)

S-Nachweis: +

Mineralogie: XX selten, tetraederähnlich; meist derb eingesprengt, massig.

Vorkommen: Akzessorisch und lagerstättenbildend in basischen magmatischen Gesteinen; auf Gang- und Kontaktlagerstätten; weltwirtschaftlich am wichtigsten sind aber porphyrische Cu-Lagerstätten, in denen Kupferkies feinst verteilt ("disseminierte" Cu-Lagerstätten) oder gängchenförmig auftritt.

Verwendung: Weltwirtschaftlich wichtigstes Kupfererz; Cu als wichtigster elektrischer Leiter.  
V.n.ä.K.: Pyrit, Markasit (beide härter), Gold (duktil, weicher, und mit höherer Dichte)

**MAGNETKIES, PYRRHOTIN:** ~ FeS, dihexagonal-dipyramidal

Physik. Daten: Metallischer Glanz; **gelb- bis tombakbraun**; wenn angewittert, dunkelbraune Farbe; schwarzer Strich; opakes Mineral; meist **ferromagnetisch**.

Härte: 3,5 - 4,5      Dichte: 4,6

Spaltbarkeit: Gut nach (0001) und (11 $\bar{2}$ 0).

Chem.-physik. Reakt.: Zur magnetischen Masse unter SO<sub>2</sub>-Abgabe sinter- bis schmelzbar; in nichtoxidierenden Säuren unter H<sub>2</sub>S-Abgabe löslich.

Fe-Nachweis: + (erst nach Abrösten)

S-Nachweis: +

Mineralogie: XX selten (rosettenartige sechsseitige Tafeln); meist derb; oft erhebliche Ni-Gehalte (verwachsen mit Pentlandit).

Vorkommen: Basische Magmatite, Granitpegmatite, hydrothermale Gänge, pneumatolytisch-kontaktmetasomatische Lagerstätten; Meteoritenmineral (Troilit); oft zusammen mit Pentlandit, Kupferkies, Pyrit, Magnetit.

Verwendung: Wenn mit Pentlandit, (Ni,Fe)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>, verwachsen, als Ni-Erz; Ni als Stahlveredler.

V.n.ä.K.: Arsenkies, Bornit, Markasit, Kupferkies, Pentlandit, Pyrit

**MARKASIT:** Fe[S<sub>2</sub>], rhombisch-dipyramidal

Physik. Daten: Metallischer Glanz; **messinggelb mit Stich ins Grüne**; Strich grünlich-schwarz; opakes Mineral.

Härte: 6 - 6,5      Dichte: 4,8 - 4,9

Spaltbarkeit: Einigermaßen nach (101); unebener Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Wie Pyrit (siehe dort).

Mineralogie: XX tafelig, kurzsäulig, speer- oder kammartig; Aggregate derb, strahlig, faserig, traubig, nierig, knollig; auch Anflüge.

Vorkommen: Nicht in Erstarrungsgesteinen und kristallinen Schiefen; häufig in Sedimenten, Tonen, Mergeln; zusammen mit Bleiglanz, Pyrit, Zinkblende und Siderit auf Erzgängen; wesentlich seltener als Pyrit.

V.n.ä.K.: Pyrit, Arsenkies, Magnetkies; Gold, Kupferkies (diese beiden jedoch weicher)

**MOLYBDÄNGLANZ, MOLYBDÄNIT:** MoS<sub>2</sub>, dihexagonal-dipyramidal

Physik. Daten: Metallischer Glanz; bleigraue Farbe; Strich schwarz-grau; opakes Mineral.

**Härte:** 1- 1,5      Dichte: 4,7 - 4,8

**Spaltbarkeit:** Vorzüglich nach der Basis (0001).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; sublimiert mit der Zeit vor der Flamme, auf der Kohle auch weißer Beschlag, der sich nach Anblasen mit der Reduktionsflamme tiefblau verfärbt. sehr schwer löslich.

**Mo-Nachweis:** + (erst nach Abrösten)

S-Nachweis: +

Mineralogie: Freie XX selten; meist schuppig-blättchenförmiges Material; läßt sich leicht nach der Basis mit dem Fingernagel **abblättern** (ähnlich Graphit); **fettig anfühlend**; gut biegsam.

Vorkommen: In pneumatolytisch-hydrothermalen Restkristallisation; magmatisch in porphyrischen Lagerstätten (zusammen mit Kupferkies); in Pegmatiten; zusammen mit Scheelit, Wolframit, Topas, Beryll, Quarz, Fluorit, Arsenkies, Kupferkies, Pyrit.

Verwendung: Mo-Erz; Mo als Stahlveredler; MoS<sub>2</sub> als Schmiermittel (Schichtstruktur!).

V.n.ä.K.: Graphit (schwarz, geringere Dichte)

**PROUSTIT, HELLES ROTGÜLTIGERZ:** Ag<sub>3</sub>AsS<sub>3</sub>, ditrigonal-pyramidal

Physik. Daten: Diamantglanz; **scharlach-zinnoberrote Farbe** (manchmal auch dunkler); **gelblichroter Strich**.

Härte: 2,5                      Dichte: 5,6  
 Spaltbarkeit: Schlecht nach (1011); muscheliger Bruch; spröde.  
 Chem.-physik. Reakt.: Leicht schmelzbar unter Bildung eines nach Knoblauch riechenden Rauches (GIFTIG!) und eines weißen Beschlags von  $\text{As}_2\text{O}_3$ ; Reduktion bis zu weichem Silberkorn möglich; in konzentrierter Salpetersäure einigermaßen löslich.  
 Ag-Nachweis: +  
 As-Nachweis: +  
 S-Nachweis: +  
 Mineralogie: Seltenes Mineral; XX prismatisch, rhomboedrisch, pyramidal; derb, eingesprengt, dendritische Anflüge.  
 Vorkommen: Auf tieftemperierten Gängen als Begleiter anderer Silberminerale; zusammen mit Bi-, Co-, Ni-Mineralen auf hydrothermalen Gängen; oft in Silberglanz und gediegen Silber umgewandelt.  
 Verwendung: Ag-Erz; Ag als elektrischer Leiter, Münzmetall.  
 V.n.ä.K.: Realgar, Pyrargyrit, Zinnober, Cuprit

**PYRARGYRIT, DUNKLES ROTGÜLTIGERZ:**  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ , ditrigonal-pyramidal

Physik. Daten: Metall- oder Diamantglanz, auch matt; **tiefröte-bleigraue Farbe; kirschroter fast schwarzer Strich.**

Härte: fast 3  
 Dichte: 5,8 - 5,9  
 Spaltbarkeit: Schlecht nach (1011); muscheliger-splittriger Bruch.  
 Chem.-physik. Reakt.: Wie Proustit, aber Rauch, Geruch und Beschlag von  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ .  
 Ag-Nachweis: +  
 Sb-Nachweis: +  
 S-Nachweis: +  
 Mineralogie, Vorkommen und Verwendung wie Proustit.  
 V.n.ä.K.: Hämatit (dieser aber härter!), Realgar, Proustit, Zinnober, Cuprit

**PYRIT:**  $\text{Fe}[\text{S}_2]$ , kubisch-disdodekaedrisch

Physik. Daten: Metallischer Glanz; **messinggelb**, Farbe aber je nach Verwitterungsgrad (Limonitisierung) ins Braune übergehend, auch bunte Anlauffarben möglich; Strich grünlich-schwarz; opakes Mineral.

**Härte:** 6 - 6,5                      Dichte: 5 - 5,2  
 Spaltbarkeit: Schlecht nach (100); muscheliger Bruch.  
 Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr mit (eventuell blauer Flamme,)  $\text{SO}_2$ -Abgabe und Funkenbildung brennbar und zur magnetischen Kugel (Fe-Nachweis) schmelzbar; unlöslich in  $\text{HCl}$ ; in  $\text{HNO}_3$  löslich (u.U. Abscheidung von elementarem Schwefel); bei Erhitzen unter Luftabschluß (im Kölbchen) Abgabe von  $\text{SO}_2$  und elementarem Schwefel.  
 Fe-Nachweis: + (siehe oben, bzw. erst nach Abrösten)  
 S-Nachweis: +  
 Mineralogie: Sehr verbreitetes Mineral; oft schöne XX (Würfel mit deutlicher Riefung, Pentagondodekaeder, Oktaeder, auch Disdodekaeder); Zwillingsbildung nach dem "Eisernen Kreuz"); derb körnig.  
 Weitere  $\text{FeS}_2$ -Modifikation: Markasit, seltener als Pyrit (siehe diesen).  
 Vorkommen: In nahezu allen Gesteinen; häufigstes Eisensulfid; in Massiv-Sulfidlagerstätten.  
 Verwendung: Für Fe-Gewinnung nur sekundär herangezogen, früher jedoch wichtiger S-Lieferant zur Schwefelsäureherstellung.  
 V.n.ä.K.: Arsenkies, Markasit, Magnetkies (dieser aber meist magnetisch); Gold, Kupferkies (letzte beide jedoch weicher)

**REALGAR:**  $\text{As}_4\text{S}_4$ , monoklin-prismatisch



Physik. Daten: Hoher, diamantartiger Glanz; **orange-hochrote Farbe**; **Strich gelb-orange**.

Härte: 1,5 - 2                      Dichte: 3,5 - 3,6

Spaltbarkeit: Eventuell nach (010); muscheliger Bruch; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Verflüchtigt sich vor dem Lötrohr auf der Kohle unter Bildung eines nach Knoblauch riechenden Rauches (GIFTIG!) und weißen Beschlags von  $\text{As}_2\text{O}_3$ ; gibt im Kölbchen ein **gelb - rotes Sublimat**; in Laugen löslich.

As-Nachweis: +

S-Nachweis: +

Mineralogie: XX kurz-langprismatisch, jedoch nicht nadelig; ansonst derb, körnig, dicht; auch eingesprengt und Anflüge bildend.

Vorkommen: Auf Erzgängen (As-, Sb-, Tl-, Hg- Lagerstätten) zusammen mit Auripigment; in Tonen, Phylliten, Kalken; auf Braunkohlen.

V.n.ä.K.: Proustit, Pyrargyrit, Zinnober (diese aber mit höherer Dichte)

**ROTNICKELKIES, NICKELIN:** NiAs, dihexagonal-dipyramidal

Physik. Daten: Metallischer Glanz; **helle rötliche Farbe**, auch bunt anlaufend; kupferfarbener bis schwarzer Strich; opakes Mineral.

Härte: 5,5                      Dichte: 7,5

Spaltbarkeit: Schlecht nach (0001) und (1010); muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Schwer schmelzbar; vor dem Lötrohr Abgabe eines weißen, nach Knoblauch riechenden Rauches (GIFTIG!) und weißen Beschlages ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ); kein As-Spiegel; in konzentrierten Säuren mit hellgrüner Farbe löslich; oft merkliche Gehalte an Co (ergibt blaue Perlen!) und S (positive Heparprobe!).

Ni-Nachweis: + (mit naßchemischer Komplexreaktion)

As-Nachweis: +

Mineralogie: Fast nie XX; derb eingesprengt, gestrickt, nierig, traubig.

Vorkommen: Neben Pentlandit wichtigstes Ni-Mineral; meist hydrothermal zusammen mit anderen Ni- und Co- (auch Bi- und Ag-) Mineralien; häufig mit Krusten von Ni-Oxidationsmineralien (z.B. Annabergit) versehen.

Verwendung: Ni-Erz; Ni als Stahlveredler (Legierungsmetall).

V.n.ä.K.: Kupfer (biegsam und weicher); Magnetkies, Glanzkobalt (andere Farbe); durch geringe Schwefelgehalte chemisch auch mit Gersdorffit verwechselbar (siehe dort)!

**ZINKBLENDE, SPHALERIT:** ZnS, kubisch-hexakistetraedrisch

Physik. Daten: Halbmetallischer, auch metallischer Glanz; farblos (selten), gelb-durchsichtig-durchscheinend bis schwarz und undurchsichtig (mit zunehmendem Fe-Gehalt dunkler werdend); Strich farblos - braun.

Härte: 4                      Dichte: 4

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach (110).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar, gibt aber vor dem Lötrohr charakteristischen weißen, in der Hitze gelben, nicht vertreibbaren, **Beschlag von ZnO**; in HCl unter Abgabe von  $\text{H}_2\text{S}$  einigermaßen, in  $\text{HNO}_3$  gut löslich.

**Zn-Nachweis:** + (Fe stört!)

S-Nachweis: +

Mineralogie: Häufigstes und wichtigstes Zn-Mineral; **XX meist Tetraeder**, oft verzerrt, auch Zwillinge nach (111). Varianten: Leber- oder Schalenblende ist derbes Material, oft schalig aufgebaut.

Weitere ZnS-Modifikation: **Wurtzit**, dihexagonal-pyramidal; braun, strahlig.

Vorkommen: Besonders auf (tief-)hydrothermalen Erzgängen zusammen mit Pb-Erzen; hochhydrothermal mit Kupferkies in Pegmetiten.

Verwendung: Weltwirtschaftlich wichtigstes Zn-Erz; Zn als Korrosionsschutz auf Stahl, Legierungsmetall mit Cu (Messing)

V.n.ä.K.: Enargit, Fahlerz, Kupferglanz, Siderit; Granat, Vesuvian (beide härter); Wolframit, Zinnstein (beide härter und höhere Dichte)

**ZINNOBER, CINNABARIT:** HgS, trigonal-trapezoedrisch

Physik. Daten: Diamantglanz; **rot - schwarze Farbe; Strich rot**; XX in dünnen Splittern durchsichtig.

Härte: 2 - 2,5                      Dichte: 8,1

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach (1010); splittriger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Verflüchtigt sich vor dem Lötrohr zur Gänze (Achtung! GIFTIGER Dampf!); nur in Königswasser (schlecht) löslich.

**Hg-Nachweis:** +

S-Nachweis: +

Mineralogie: Häufigstes Hg-Mineral; XX meist flächenreich; derbes Material körnig-dicht, auch erdig.

Vorkommen: Mit Pyrit, Antimonit, Quarz und Karbonaten; selbständig in Gängen, Imprägnationen und Metasomatosen; Exhalationsmineral; Verwitterungsprodukt von Hg-Fahlerzen.

Verwendung: Wichtiges Hg-Erz; Hg für Amalgam (Zahnfüllungen), Thermometer; heute eher Problemstoff, Nachfrage sinkend.

V.n.ä.K.: Cuprit, Erythrin, Hämatit, Proustit, Pyrargyrit, Realgar, Bauxit.



## HALOGENIDE, SALZMINERALE

**CARNALLIT:**  $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , rhombisch-dipyramidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos, jedoch durch Eisenoxidhydrateinschlüsse häufig rötlich; farbloser, blasser Strich.

Härte: 2 - 2,5            Dichte: 1,6

Spaltbarkeit: Keine

Chem.-physik.Reakt.: Schmelzbar; zerfließt an der Luft unter Sylvinausscheidung; leicht wasserlöslich; stechender Geschmack; *quietscht beim Eindrücken und Drehen einer Messer- oder Spatelspitze.*

K-Nachweis: +

Mg-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Cl-Nachweis: +

Mineralogie: XX sehr selten; meist körnig Aggregate; manchmal Klumpen.

Vorkommen: In der Carnallitregion von Salzlagerstätten, zusammen mit Steinsalz.

Verwendung: Gewinnung von K-, Mg-Salzen für die chemische Industrie und K-Düngemittel; Herstellung von Mg (Leichtmetall).

V.n.ä.K.: Kainit, Steinsalz, Sylvin

**FLUORIT, FLUSSSPAT:**  $\text{CaF}_2$ , kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos und viele Färbungen (häufig grün und violett, oft ungleichmäßige Verteilung der Farbe); durchsichtig - durchscheinend; farbloser Strich.

Härte: 4                    Dichte: 3,2

*Spaltbarkeit:* vorzüglich nach dem Oktaeder (111).

Chem.-physik. Reakt.: Kaum schmelzbar, jedoch vor dem Lötrohr zerknisternd (dekretitierend); in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> unter Abgabe von HF (F-Nachweis - Vorsicht!) löslich.

Ca-Nachweis: +

*F-Nachweis:* +

Mineralogie: Oft gute XX; meist Würfel, auch Oktaeder und andere Formen;

Durchwachsungszwillinge nach (111); auch derb, grobkristallin - dicht, farbig gebändert, stengelig und manchmal traubig.

Vorkommen: Sehr verbreitetes Mineral; hydrothermales Gangmineral in Erzlagerstätten; in Pegmatiten; Klüften; Imprägnationsmineral in Sandsteinen und Karbonaten.

Verwendung: Flußmittel in der Metallurgie, Glasindustrie; klare XX in der Optik; F-Rohstoff für die chemische Industrie (HF, "Fluorchlorkohlenwasserstoffe" = "FCKW")

V.n.ä.K.: Apatit, Baryt (höhere Dichte!), Beryll, Calcit, Orthoklas, Quarz (bis auf Baryt und Calcit alle härter!).

**KAINIT:**  $\text{KMg}[\text{Cl}|\text{SO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos, weiß, grau, gelblich, rötlich; farbloser Strich.

Härte: 3                    Dichte: 2,1

Spaltbarkeit: Vollkommen nach (100).

Chem.-physik. Reakt.: Schlecht schmelzbar; in Wasser gut löslich; stechender Geschmack.

K-Nachweis: +

Mg-Nachweis: +

Cl-Nachweis: +

S-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie: XX dicktafelig; sonst derbe zuckerkörnige Massen.

Vorkommen: Zusammen mit anderen Salzmineralen und Carnallit in Salzlagerstätten.

Verwendung: Zu Kalidünger vermahlen; Herstellung von Kalisalzen in der chemischen Industrie; Herstellung von Mg (Leichtmetall).

V.n.ä.K.: Sylvin, Carnallit, Polyhalit, Steinsalz

**POLYHALIT:**  $K_2Ca_2Mg[SO_4]_4 \cdot 2H_2O$ , triklin-pinakoidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos, jedoch durch Eisenoxidhydrateinschlüsse häufig rot; farbloser-blasser Strich.

Härte: 3 - 3,5                      Dichte: 2,8

Spaltbarkeit: Sehr gut nach (101).

Chem.-physik. Reakt.: Schwacher Salzgeschmack; in Wasser schwer, in HCl jedoch gut löslich; meist positiver Cl-Nachweis (oft mit Steinsalz vermenget!)

K-Nachweis: +

Mg-Nachweis: +

Ca-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

S-Nachweis: + (auch naßchemischer Sulfatnachweis gut möglich)

Mineralogie: XX selten; meist spanförmige, spießige und stengelige, gelegentlich auch gebogene Aggregate.

Vorkommen: In der Polyhalitregion von Salzlagerstätten zusammen mit Gips und Anhydrit; mit Steinsalz oft innig vermenget.

Verwendung: Wegen geringen K-Gehaltes üblicherweise nicht abgebaut.

V.n.ä.K.: Kainit, Carnallit

**STEINSALZ, HALIT:** NaCl, kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos, aber auch helle Farbtöne (gelb, rot; blau, violett); meist durchsichtig-durchscheinend; farbloser Strich.

Härte: 2                              Dichte: 2,2

***Spaltbarkeit:*** Vorzüglich nach dem Würfel (100).

Chem.-physik. Reakt.: Leicht schmelzbar; ***salziger Geschmack***; leicht wasserlöslich.

Na-Nachweis: +

Cl-Nachweis: +

Mineralogie: XX oft von beachtlicher Größe, meist Würfel; auch derb, grobspätig, faserig (Fasersalz); häufig durch Fe-Oxidhydrate rötlich gefärbt (Rotsalz).

Vorkommen: Zusammen mit anderen Salzmineralien sowie mit Gips und Ton vermenget in ozeanischen Salzlagerstätten durch Verdampfung ("Evaporite") des Meerwassers gebildet; Ausblühungen in Wüstenböden und Exhalationsprodukt von Vulkanen. In Österreich: Unter den Werfener Schichten im Haselgebirge (Perm) mit Gips, Anhydrit und Ton.

Verwendung: Grundstoff der chemischen Industrie; Produktion von Speise-, Industrie- (Wasserenthärtung) und Streusalz.

V.n.ä.K.: Carnallit, Sylvin, Kainit

**SYLVIN:** KCl, kubisch-hexakisoktaedrisch (isotyp zu Steinsalz)

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos, meist rötlich; durchsichtig - durchscheinend; farbloser Strich.

Härte: 2                              Dichte: 1,9 - 2,0

Spaltbarkeit: Sehr vollkommen nach dem Würfel (100).

Chem.-physik. Reakt.: Leicht schmelzbar; ***bitterer salziger Geschmack***; H<sub>2</sub>O-löslich.

K-Nachweis: +

Cl-Nachweis: +

Mineralogie: XX meist Würfel (eventuell mit Oktaeder kombiniert); körnig, spätig, seltener stengelig.

Vorkommen: Wichtigstes Mineral der K-Mg-Salzmineralien ("Abraumsalze"), jedoch seltener als Steinsalz; Ausblühungen in Steppenböden; vulkanische Exhalationen.

Verwendung: Kalidünger, K-Rohstoff in der chemischen Industrie.

**S U L F A T E**

**ANHYDRIT:** Ca[SO<sub>4</sub>], rhombisch-dipyramidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos-durchsichtig-undurchsichtig, weiß, grau, blau, rot; Strich farblos.

Härte: 3 - 4                      Dichte: 2,9 - 3,0

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach allen Endflächen, das heißt (100), (010), (001).

Chem.-physik. Reakt.: Kaum schmelzbar; ansonst wie Gips, jedoch keine Wasserabgabe; schlecht säurelöslich.

Mineralogie: XX würfelförmlich, prismatisch; Zwillingbildungen; Pseudomorphosen nach Gips und Steinsalz; auch fein- und grobkristalline Stücke (marmorartig).

Vorkommen: Wie Gips, jedoch seltener; in inneren bzw. tieferen Teilen von Gipslagerstätten.

Verwendung: Zu Baustoffen verarbeitet ("Anhydritestrich").

V.n.ä.K.: Baryt (hohe Dichte), Cölestin, Gips (Wasserabgabe), Calcit-Aragonit (säurelöslich)

**BARYT, SCHWERSPAT:** Ba[SO<sub>4</sub>], rhombisch-dipyramidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos-durchsichtig, auch undurchsichtig; meist weiß, aber auch bräunlich; Strich farblos.

Härte: 3 - 3,5                      **Dichte:** 4,5 ("Schwerspat"!)

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach (001) und (210); Bruch muscheliger, spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; in Säuren unlöslich; nur mit Soda aufschließbar.

S-Nachweis: +

Ba-Nachweis: + (erst nach sehr langem Abrösten auf der Kohle möglich)

Mineralogie: XX formenreich und oft von beachtlicher Größe; tafelig nach (001); derb grobblättrig bis dicht; oft Pseudomorphosen nach anderen Mineralien.

Vorkommen: Wichtigstes Ba-Mineral; häufig in hydrothermalen Gängen als Gangart mit sulfidischen Erzen; metasomatisch in Kalkstein; auch sedimentäre Lager.

Verwendung: Ba-Erz; Schwerepulver in der Bohrtechnik; Füll- und Pigmentstoff in der Papier- und Gummiindustrie; Röntgenkontrastmittel.

V.n.ä.K.: Cölestin, Anhydrit, Calcit-Aragonit (säurelöslich !), Feldspäte (alle jedoch mit geringerer Dichte); ferner Cerussit, Scheelit, Strontianit

**CHALKANTHIT, KUPFERVITRIOL:** Cu[SO<sub>4</sub>] · 5H<sub>2</sub>O, triklin-pinakoidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; **blau**; Strich hellblau-farblos.

Härte: 2,5                      Dichte: 2,2 - 2,3

Spaltbarkeit: Keine; muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Wird beim Erhitzen erst farblos bis weiß, dann dunkel; wasserlöslich; bitter schmeckend.

Cu-Nachweis: +

S-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie und Vorkommen: XX selten; meist Krusten, nierenförmige Aggregate und als Ausblüher (Cu-Sekundärmineral) meist in Trockengebieten oder in alten Stollen.

Verwendung: Selten als Cu-Erz; Schädlingsbekämpfungsmittel (üblicherweise synthetisch hergestellt).

V.n.ä.K.: Azurit (dieser jedoch wasserunlöslich!)

**CÖLESTIN:** Sr[SO<sub>4</sub>], rhombisch-dipyramidal (isotyp zu Baryt)

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos-durchsichtig, weiß **oft bläulich**; farbloser Strich.

Härte: 3 - 3,5                      Dichte: 3,9 - 4,0

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach (001) und (210); Bruch muscheliger.

Chem.-physik. Reakt.: Schwer schmelzbar; in Wasser, Säuren und Laugen unlöslich; mit Soda aufschließbar.

S-Nachweis: +

**Sr-Nachweis:** + (erst nach längerem Abrösten des Mineralpulvers auf der Kohle)

Mineralogie: XX flächenreich, meist gestreckt; körnig, stengelig, traubig, knollig, dicht.

Vorkommen: In Klüften und Hohlräumen kalkig-toniger Sedimente; Begleiter von Gips, Boraten, Strontianit.

Verwendung: Sr-Erz.

V.n.ä.K.: Gips, Anhydrit; Baryt (höhere Dichte); Calcit, Aragonit (diese aber Säure-löslich); Cerussit, Colemanit, Strontianit

**EPSOMIT:**  $Mg[SO_4] \cdot 7H_2O$ , rhombisch-disphenoidisch (pseudo-tetragonal)

Physik. Daten: Glasglanz; meist farblos-rötlich; farbloser Strich.

Härte: 2 - 2,5      Dichte: 1,65

Spaltbarkeit: Vollkommen nach (010).

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr bei Wasserabgabe aufblähend, ansonst schwer schmelzbar; **leicht wasserlöslich**; unangenehm **bitterer schmeckend** ("Bittersalz").

Mg-Nachweis: +

S-Nachweis: + (auch **naßchemischer Sulfatnachweis** gut möglich)

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie: XX stengelig; lassen oft morphologisch die Zugehörigkeit zur Klasse 222 erkennen; sonst faserige, erdige Ausblühungen.

Vorkommen: Als Umwandlungsprodukt in der Kieseritregion von Salzlagerstätten; Ausblühungen in Salzsteppen; Verwitterungsprodukt in Erzlagerstätten.

Verwendung: (Veterinär)medizinisch als Abführmittel.

V.n.ä.K.: Polyhalit

**GIPS:**  $Ca[SO_4] \cdot 2H_2O$ , monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Gemeiner bis seidenartiger Glanz; farblos-durchsichtig bis durchscheinend; farbloser Strich.

**Härte:** 2      Dichte: 2,3 - 2,4

**Spaltbarkeit:** Vorzüglich nach (010); dünne Spaltstücke **plastisch deformierbar**.

Chem.-physik. Reakt.: Zu farblos-trüber Perle einigermaßen schmelzbar; in Säure mäßig, in Wasser schwer löslich; mit Soda aufschließbar.

**H<sub>2</sub>O-Nachweis:** +

S-Nachweis: +

Ca-Nachweis: + (erst nach langem Abrösten des Mineralpulvers auf Kohle)

Mineralogie: XX tafelig nach (010), nach X- oder Z- Achse gestreckt; oft **gebogen durch Translation**. Zwillinge nach (100) (Schwalbenschwanzzwillinge); derb, grobspätig. Varietäten: Faserig mit Seidenglanz (Fasergips); feinkörnig-weiß (Alabaster); verunreinigt durch organische Substanzen mit graubrauner Farbe (Stinkgips); durchsichtige dünne Tafeln (Marienglas).

Vorkommen: Häufig in Evaporiten und Salzlagerstätten; in Tonen und Mergeln; in der Oxidationszone sulfidischer Erzlagerstätten; Absatzprodukt von Thermalwässern.

Verwendung: Wichtiger Baustoff; beim "Gipsbrennen" wird das Halbhydrat erzeugt, welches später, mit Wasser vermischt, wieder zu Gips aushärtet; heute in großen Mengen auch bei der Rauchgasentschwefelung gewonnen ("REA-Gips").

V.n.ä.K.: Anhydrit, Talk, Calcit, Cölestin, Kaolinit, Muskovit, Phlogopit, Ulexit

## OXIDE, HYDROXIDE

**BAUXIT:**

Ist kein Mineral sondern ein Sedimentgestein aus unterschiedlichen Aluminiumoxidhydraten. Daneben sind oft Eisenoxidhydrate vorhanden, die dem Bauxit eine **intensiv rotbraune Färbung** verleihen.

Enthaltene Al-Mineralen: Hydrargillit (Gibbsit),  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , monoklin-prismatisch; Alumogel,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ; Diaspor,  $\alpha\text{-AlO}(\text{OH})$ , rhombisch; Böhmit,  $\gamma\text{-AlO}(\text{OH})$ , rhombisch. Härte und Dichte infolge der verschiedenen Phasen stark wechselnd.

Härte: 1 - 3                      Dichte: 2,0 - 2,6

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; in heißer  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eventuell nach Glühen löslich; durch  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$  aufschließbar.

**Al-Nachweis:** + (Da der Nachweis bei höheren Fe-Gehalten versagt, Mineralpulver vorher in HCl kochen. Dadurch werden die Fe-Oxidhydrate mit gelber Farbe gelöst, und am verbleibenden hellen Bodensatz kann anschließend Al bestimmt werden.)

$\text{H}_2\text{O}$ -Nachweis: +

Mineralogie: Erdig, massig; häufig auch oolithisch.

Vorkommen: (a) In Karsttaschen umgelagert, durch Verwitterung silikatischer Gesteine entstanden (Karstbauxit); (b) Lateritbauxit entsteht durch tropische, lateritische Verwitterung von Silikatgesteinen.

Verwendung: Bei  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalten  $>50\%$  als Al-Erz (Al ist das wichtigste Leichtmetall); Ausgangsstoff zur Sinterkorunderzeugung (Hartstoff).

V.n.ä.K.: Erdiger Hämatit, Limonit, Zinnober, erdiger Cuprit

**BRAUNSTEIN:**  $\sim \text{MnO}_2$ , Gemenge verschiedener Manganoxide

Physik. Daten: Gemeiner - halbmattlicher Glanz; schwarz-braun, undurchsichtig; braunschwarzer Strich.

Härte: 1 - 6                      Dichte: 1 - 4

Spaltbarkeit: Keine

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; in heißer HCl unter **Abgabe von  $\text{Cl}_2$ -Gas** (gelbgrün, stechender Geruch, giftig!) löslich; beim trockenen Erhitzen  **$\text{O}_2$ -Abgabe** (glimmender Holzspan beginnt zu brennen).

**Mn-Nachweis:** + (Perle)

$\text{H}_2\text{O}$ -Nachweis: +

Mineralogie: Gemenge verschiedener Mn-Oxide (Psilomelan, Pyrolusit, Manganit); erdige weiche Massen: "Wad"; oft mit erheblichen Gehalten (auch adsorptiver Natur) von anderen Metallen (Co, Cu, Ba; auch U, Ra) und Wasser.

Vorkommen: In oxidischen Mn-Erzlagerstätten; in der Oxidationszone karbonatischer und silikatischer Mn-Erzlagerstätten.

Verwendung: Wichtiges Mn-Erz; Mn als Stahlveredler; reines  $\text{MnO}_2$  für Batterien.

V.n.ä.K.: Eventuell dichter Antimonit, Limonit

**CHROMIT:**  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , kubisch hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Metallisch-halbmattlicher Glanz; **schwarz undurchsichtig**, nur dünnste Splitter randlich braun durchscheinend; Strich braun; meist unmagnetisch.

Härte: 5,5                      Dichte: 4,5 - 4,8

Spaltbarkeit: Keine; muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; nach Erhitzen vor dem Lötrohr eventuell schwach magnetisch; in Säuren praktisch unlöslich; durch Soda schwer, mit  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$  leicht aufschließbar.

**Cr-Nachweis:** +

Mineralogie: Häufigstes und wichtigstes Cr-Mineral; gehört zur Spinellgruppe; kleine oktaedrische XX sehr selten; meist derb, körnig eingesprengt, auch lagig - schlierig.

Vorkommen: Frühmagmatisches Ausscheidungsprodukt; meist an ultrabasische Gesteine, wie Peridotite, und daraus entstandene Serpentinite gebunden; Anreicherung in Seifen ("Sekundäre Lagerstätte").

Verwendung: Wichtigstes Cr-Erz (Cr als Stahlveredler); Herstellung von feuerfesten Steinen (Chromit-Periklassteine) für die Metallurgie.

V.n.ä.K.: Hämatit (roter Strich); Ilmenit, Magnetit (beide mit schwarzem Strich, letzterer magnetisch!); Rutil

**CUPRIT:**  $\text{Cu}_2\text{O}$ , kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Halbmetallischer Glanz (Diamantglanz); durchscheinend bis undurchsichtig; **tiefrot-schwarz** (erdig-hellrot); **Strich rot**.

Härte: 3,5 - 4                      Dichte: 6

Spaltbarkeit: Gut nach dem Oktaeder (111); muscheliger Bruch; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Sehr schwer schmelzbar; wird in Oxidationsflamme schwarz (Bildung von Tenorit -  $\text{CuO}$ ); in Reduktionsflamme auf der Kohle zu gediegen Cu (Kupferkorn) reduzierbar; in heißer HCl und  $\text{HNO}_3$  mit grüner Farbe löslich.

Cu-Nachweis: +

Mineralogie: XX häufig; derb als Rotkupfererz.

Vorkommen: Im Eiseneren Hut von Cu-Lagerstätten an der Grenze der Oxidations- zur Zementationszone; häufig gemeinsam mit gediegen Kupfer, Malachit und Azurit.

Verwendung: Selteneres, aber lokal bedeutendes Cu-Erz.

V.n.ä.K.: Hämatit, Proustit, Pyrrargyrit, Zinnober, Erythrin; erdig mit Bauxit

**GOETHIT:**  $\alpha\text{-FeO(OH)}$ , rhombisch; siehe auch Limonit!

Physik. Daten: Diamant-Seidenglanz; **braune Farbe; Strich gelb-braun**.

Härte: 5-5,5                      Dichte: 4,2 - 4,3

Spaltbarkeit: Vollkommen nach (010), gut nach (100).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; wird vor dem Lötrohr schwarz und magnetisch (Fe-Nachweis); in Säuren langsam löslich.

Fe-Nachweis: +

$\text{H}_2\text{O}$ -Nachweis: +

Mineralogie: XX selten (prismatisch und tafelig); meist strahlig ("Nadeleisenerz"), samtartig; auch Krusten (brauner Glaskopf).

Vorkommen und Verwendung siehe Limonit.

V.n.ä.K.: Lepidokrokit

**HÄMATIT:**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ditrigonal-skalenoedrisch

Physik. Daten: Metallischer oder halbmetallischer Glanz; undurchsichtig **schwarz**, nur in dünnsten Splintern und XX blutrot durchscheinend; **Strich meist rotbraun** (kirschrot).

Härte: 6,5                      Dichte: 5,2- 5,3

(Härte und Dichte bei schuppigem Material aber wesentlich geringer!)

Spaltbarkeit: Keine, aber Absonderung nach (0001).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; wird vor dem Lötrohr magnetisch (Fe-Nachweis); in Säuren schwer löslich; mit Soda schwer, mit Kaliumpyrosulfat leicht aufschließbar.

Fe-Nachweis: +

Mineralogie: XX mit mannigfachen Trachten, zumeist tafelig; Zwillingsbildungen; Varietäten: grob kristallin (Eisenglanz), schuppig-blättrig (Eisenglimmer), kugelig-traubig (roter Glaskopf), feinkristallin-dicht (Roteisenerz).

Vorkommen: Hämatitquarzite (Itabirite) bilden riesige Lagerstätten (z.B. Brasilien); Gänge in verschiedenen Gesteinen; Nebengemengteil kristalliner Schiefer und Sedimente; vulkanisches Exhalationsmineral.



Verwendung: Weltwirtschaftlich neben Magnetit das wichtigste Fe-Erz; Farbpigment für z.B. Rostschutzfarben (von Waldenstein / Stmk.), aber auch als roter Naturfarbstoff ("Rötel") bei Naturvölkern und früheren Kulturen.

V.n.ä.K.: Cuprit, Ilmenit, Magnetit (magnetisch), Chromit; dichter Roteisenstein mit Bauxit

**ILMENIT:**  $\text{FeTiO}_3$ , trigonal-rhomboedrisch

Physik. Daten: Metallisch-halbmatalischer Glanz; *braunschwarze - tiefschwarze Farbe; schwarzbrauner - tiefschwarzer Strich*; eventuell sehr schwach ferromagnetisch.

Härte: 5 - 6                      Dichte: 4,5 - 5

Spaltbarkeit: Schlecht; muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Praktisch unsmelzbar; kann nach Erhitzen jedoch magnetisch werden; in Säuren kaum löslich; Phosphorsalzreduktionsperle blutrot (Fe-Ti); Aufschluß des Mineralpulvers in Soda, anschließend mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  lösen.

Fe-Nachweis: +                      (Perle; sonst erst nach Aufschluß)

*Ti-Nachweis:* +                      ( " " " " " )

Mineralogie: XX mit rhomboedrischem oder tafeligem Habitus (selten); ansonst derb; eingewachsen auch körnig.

Vorkommen: Als frühmagmatische Ausscheidung; in Serpentiniten und Chloritschiefern; sekundär auf Seifenlagerstätten (zusammen mit Rutil und SEE-Mineralen; wichtig!).

Verwendung: Fe- und Ti-Erz zur Stahlerzeugung; Erzeugung des Farbpigments "Titanweiß" (reines  $\text{TiO}_2$ ).

V.n.ä.K.: Chromit, Hämatit, Magnetit (magnetisch!), Rutil, Zinnstein

**KORUND:**  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ditrigonal-skalenoedrisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos-schmutzigfärbig, auch prächtig rot und blau, selten gelb (Edelsteinvarietäten); durchsichtig bis durchscheinend; blasser Strich.

*Härte:* 9                      Dichte: 4,0

Spaltbarkeit: Keine, aber Absonderung nach (0001) bzw. nach Rhomboeder ( $10\bar{1}2$ ); muscheliger bis splittriger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Unsmelzbar; in Säuren unlöslich.

Al-Nachweis: +

Mineralogie: XX meist tonnenförmig; auch Zwillingsbildungen. Varietäten: Edelkorunde (rot: **Rubin**, blau und gelb: **Saphir**); "Smirgel" (dicht, feinkörnig, dunkel gefärbt).

Vorkommen: XX in Syeniten, Graniten, Pegmatiten; in regionalmetamorphen Gesteinen (Gneisen); abgerollt in Seifen; "Smirgel" ist ein (aus Bauxiten oder Lateriten hervorgegangenes) kontaktmetamorphes, feinkörniges Gestein aus Korund, Spinellen (z.B. Magnetit), Quarz, Hämatit, Ilmenit, Sprödglimmer, etc.

Verwendung: Edelstein; Lasermaterial (heute meist synthetisch); Schleif- und Poliermittel (ebenso fast ausschließlich synthetisch hergestellt); Zwischenprodukt bei der Herstellung von Al aus Bauxit.

V.n.ä.K.: Spinell, Granat, Cordierit, Apatit, Topas (diese alle jedoch weicher!)

**LEPIDOKROKIT:**  $\gamma\text{-FeO(OH)}$ , rhombisch; siehe auch Limonit!

Physik. Daten: Wie Goethit; Farbe mehr ins Rote gehend; dünne Splitter rot durchscheinend.

Dichte: ~ 4,0

Chem.-physik. Reakt.: Wie Goethit.

Mineralogie: XX in Form winziger Blättchen ("Rubinglimmer"); seltener als Goethit.

Vorkommen und Verwendung siehe Limonit.

V.n.ä.K.: Goethit

**LIMONIT:**  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

Ist eigentlich kein Mineral sondern ein Gemenge aus verschiedenen Fe-Oxihydroxiden wie Goethit, Lepidokrokit, und amorphen Bestandteilen mit wechselndem

Wassergehalt. Der Name Limonit wird oft als Feldname für Fe-Oxidhydroxide, deren Identität nicht bestimmt ist, verwendet.

Physik. Daten: Gemeiner-halbmattlicher Glanz, selten metallischer Glanz; undurchsichtig;

**Farbe gelb-braun**, oft Anlauffarben; **Strich gelb-braun**.

Härte: 1 - 5,5                      Dichte: 2,7 - 4,3

Spaltbarkeit: Keine

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; wird beim Glühen dunkel und magnetisch (Fe-Nachweis); in heißer HCl im gepulverten Zustand unter Gelbfärbung langsam löslich.

Fe-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie: Meist derb und fest, auch locker und erdig, vielfach auch in Knollen; Bohnenförmige und nierige Massen („Brauner Glaskopf“); Klumpen; in hohlen Geoden ("Scheppersteine") in Sanden und Tonen; oolithisch.

Vorkommen: Verbreitet, oft mit oxydischen Manganerzen; in der Oxidationszone ("eiserner Hut") sulfidischer und karbonatischer Eisenlagerstätten; vielfach Pseudomorphosen nach anderen Eisenmineralien (Pyrit, Siderit, usw.).

Verwendung: Besonders früher (seit der Eisenzeit) ein wichtiges, leicht verhüttbares Fe-Erz.

V.n.ä.K.: Hämatit, Bauxit; Psilomelan, Pyrolusit (letztere mit schwarzem Strich)

**MANGANIT:** MnO(OH), monoklin-prismatisch (pseudorhombisch)

Physik. Daten: Metallischer Glanz; **schwarz** undurchsichtig, in dünnsten Splittern rotbraun durchscheinend; Strich **braun**.

Härte: 4                              Dichte: 4,4

Spaltbarkeit: Vollkommen nach (010); Bruch uneben; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Siehe Braunstein, Wasser entweicht aber erst bei höheren Temperaturen; in konzentrierter HCl unter schwacher **Chlorentwicklung** (gelbgrünes, stechend riechendes, GIFTIGES Gas! Vorsicht!) löslich.

**Mn-Nachweis:** + (Perle)

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie: XX stengelig mit Basis; oft Zwillinge (Kniezwillinge wie Rutil, Durchwachsungszwillinge wie Staurolith); spießig-strahlig; oft oberflächlich in Pyrolusit umgewandelt (dann schwarzer Strich).

Vorkommen: In hydrothermalen Gängen; auf selbständigen Gängen neben Baryt und Calcit; seltener in Braunsteinen.

Verwendung: Mn-Erz; Mn als Stahlveredler.

V.n.ä.K.: Pyrolusit, eventuell Antimonit, Enargit

**MAGNETIT:** Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Metallischer (seltener halbmattlicher) Glanz; **schwarze Farbe**; Strich schwarz (im angewitterten Zustand braun); opakes Mineral; **ferromagnetisch**.

Härte: 5,5                              Dichte: 5,2

Spaltbarkeit: Keine; oktaedrische Absonderung; muscheliger Bruch; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; in Säuren sehr schwer löslich; ansonst wie Hämatit.

Fe-Nachweis: +

Mineralogie: XX meist Oktaeder; auch Zwillinge; sonst derb, auch massig; gehört zu den Spinellen.

Vorkommen: Akzessorisch in fast allen Gesteinen verbreitet; in magmatischen Gesteinen, Alkalipegmatiten, kristallinen Schiefen; in Gängen und Klüften; lagerstättenbildend; sekundär in Seifen angereichert; in Meteoriten.

Verwendung: Neben Hämatit das wichtigste Fe-Erz; Fe als Grundstoff der Stahlindustrie.

V.n.ä.K.: Ilmenit, Hämatit, Chromit, Rutil, Zinnstein (jedoch keiner ferromagnetisch!)

**PSILOMELAN-KRYPTOMELAN-GRUPPE:** ~ MnO<sub>2</sub> mit H<sub>2</sub>O, Na, K, Sr, Ba, Pb

Physik. Daten: Matter, eventuell schimmernder Glanz; Farbe schwarz; Strich schwarz.  
Härte: 5 - 6                      Dichte: 4,5 - 5  
Spaltbarkeit: Keine; muscheliger Bruch.  
Chem.-physik. Reakt.: Siehe Braunstein  
**Mn-Nachweis:** +  
Mineralogie: Gelbbildung mit Übergängen zu feinstkristallinem Material; stets schlecht kristallisiert.  
Vorkommen: Zusammen mit anderen Mn-Oxiden und Limonit im Braunstein; sehr verbreitet; oft mit glatter, matt glänzender Oberfläche ("schwarzer Glaskopf").  
Verwendung: Mn-Erz für die Stahlerzeugung.  
V.n.ä.K.: Pyrolusit, Manganit, Limonit (schwarzer mit braunem Glaskopf leicht verwechselbar)

**PYROLUSIT:**  $\beta$ -MnO<sub>2</sub>, tetragonal

Physik. Daten: (Halb)metallischer Glanz; Farbe stahlgrau-schwarz; Strich schwarz.  
Härte: 6 (lockere Aggregate geringer)                      Dichte: 5  
Spaltbarkeit: Keine, aber Scheinspaltbarkeit nach (010) und (110).  
Chem.-physik. Reakt.: Siehe Braunstein.  
**Mn-Nachweis:** +  
Mineralogie: Meist pseudomorph insbesondere nach Manganit; erdige und strahlig-kristalline Massen; lockere Aggregate leicht abfärbend.  
Vorkommen: In Mn-Schiefern; in oxidischen Mn-Lagerstätten in Klüften; dentritisch in vielen anderen Phasen eingewachsen.  
Verwendung: Sehr wichtiges Mn-Erz; Mn als Stahlveredler  
V.n.ä.K.: Psilomelan, Manganit; eventuell Limonit (letzterer hat braunen Strich!)

**RUTIL:** TiO<sub>2</sub>, ditetragonal-dipyramidal

Physik. Daten: Halbmetallisch-diamantartiger Glanz; meist undurchsichtig; braunrot-schwarz, selten farblos-durchsichtig; blasser Strich.  
Härte: 6 - 6,5                      Dichte: 4,2 - 4,3  
Spaltbarkeit: Vorzüglich nach Prisma (110); muscheliger bis unebener Bruch; spröde.  
Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; in Säuren unlöslich; durch K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub> oder Soda (schlechter) aufschließbar; dunkle Farbe meist durch Fe-Gehalt (auch durch Nb- und Ta-Gehalt) bedingt.  
**Ti-Nachweis:** + (Phosphorsalzreduktionsperle, oder nach Aufschluß in Lösung)  
Mineralogie: XX **dicksäulig-stengelig-nadelig mit tetragonalem Querschnitt**, längs gestreift; Zwillingbildungen (z.B. "Sagenit"-Gitterung); derb; feinstrahlig oft als Einschluß in Quarz.  
Vorkommen: Gabbropegmatite, pneumatolytisch-hydrothermale Quarzgänge, hydrothermale Klüfte, schwach metamorphe Tonsedimente; in Eklogiten, Amphiboliten, Granuliten; abgerollt in Seifen ("Sekundäre Lagerstätte").  
Verwendung: Synthetisches TiO<sub>2</sub> als Farbpigment; Ti-Erz; Ti als Stahlveredler, aber auch als selbständiges Metall (medizinische Prothesen) und in Sonderlegierungen, bzw. zur Hartstofferzeugung (TiN).  
V.n.ä.K.: Ilmenit, Magnetit (dunkler Strich !) Granat, (Almandin-Pyrop), Turmalin, Zirkon, Wolframit, Zinnstein (höhere Dichte), Monazit, Chromit  
Weitere TiO<sub>2</sub>-Modifikationen:  
**Anatas**, tetragonal; gelblich - braun - blauschwarz; kleine spitzpyramidale XX in alpinen Klüften.  
**Brookit**, rhombisch; braun - rot, flach, dünntafelig. Beide seltener als Rutil.

**SPINELL:** Al<sub>2</sub>MgO<sub>4</sub>, kubisch-hexakisoktaedrisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos und alle möglichen Farben (rot, braun, grün); blasser Strich.

**Härte:** 8                      Dichte: 3,5 (bei höherem Fe-Gehalt bis über 4)

Spaltbarkeit: Schlecht; muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; in Säuren unlöslich; Al- und Mg-Nachweise problematisch.

Mineralogie: XX meist als (eventuell gerundete) **Oktaeder** ausgebildet; auch Zwillinge; Mischkristalle durch Einbau von  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ , ... ; Edelspinelle sind rote und blaue durchsichtige Varietäten

Vorkommen: In Kontaktkalken und -dolomiten; in vielen basischen Gesteinen; akzessorisch in Graniten und Gneisen; abgerollt in Seifen (sekundär).

Verwendung: Edelstein; wird als Edelsteinimitation in großen Mengen synthetisch hergestellt.

V.n.ä.K.: Beryll, Korund

**ZINNSTEIN, CASSITERIT:**  $\text{SnO}_2$ , ditetragonal-dipyramidal (isotyp zu Rutil)

Physik. Daten: Halbmimetallischer-diamantartiger Glanz; selten farblos-durchsichtig, meist undurchsichtig, braun-schwarz; meist blasser Strich.

Härte: 6 - 7                      Dichte: 7,0

Spaltbarkeit: Schlecht nach (110); muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; in Säuren unlöslich.

**Sn-Nachweis:** +

Mineralogie: XX meist dicksäulig gedrunken mit tetragonalem Querschnitt; selten auch nadelig; "Visiergraupen"-Zwillinge; dunkle Farbe durch Fe-, Mn-, (Ta-)Gehalt.

Vorkommen: In Pegmatiten und pneumatolytischen Gängen; in Greisen; abgerollt in Seifen; Abbau meist aus Seifenlagerstätten.

Verwendung: Wichtigstes Zinnerz; Sn zur Oberflächenbeschichtung (Glas, Metalle), als Lot, Legierungen (mit Kupfer: "Bronze").

V.n.ä.K.: Ilmenit, Magnetit (magnetisch!), Rutil, Turmalin, Vesuvian, Wolframit, Columbit, Zinkblende, Zirkon

## KARBONATE

**ANKERIT:** Ca(Fe,Mg,Mn)[CO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>, trigonal-rhomboedrisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; meist gelblich-bräunliche Farbe; durchscheinend; blasser Strich.

Härte: 4                      Dichte: 3 - 4

Spaltbarkeit: Ausgezeichnet nach (10 $\bar{1}$ 1).

Chem.-physik. Reakt.: Nicht schmelzbar; in heißer HCl unter Gelbfärbung und Aufbrausen infolge CO<sub>2</sub>-Entwicklung löslich.

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

Ca-Nachweis: +

Mg-Nachweis: ± (je nach Mg-Gehalt; Verfahren siehe Dolomit)

Fe-Nachweis: + (naßchemisch oder Perle)

Mineralogie: XX nur als Rhomboeder, ansonst derb, spätig.

Vorkommen: An Sideritlagerstätten gebunden; am steirischen Erzberg als "Rohwand".

V.n.ä.K.: Dolomit, Magnesit, Siderit

**ARAGONIT:** Ca[CO<sub>3</sub>], rhombisch-dipyramidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos-durchsichtig, weiß, grau; Strich farblos.

Härte: 3,5 - 4                      Dichte: 2,9 - 3,0

Spaltbarkeit: Keine deutliche; muscheliger Bruch; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; **leicht löslich in verdünnter kalter HCl unter Abgabe von CO<sub>2</sub>** (Aufbrausen).

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

Ca-Nachweis: +

Unterscheidung von Calcit durch positive Meigsche Reaktion: Kochen des Kristallpulvers mit verdünnter wässriger Lösung von Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ruft deutliche **Violettfröbung des Aragonitpulvers** hervor.

Mineralogie: XX meist nach c gestreckt; täuschen auch hexagonale Symmetrie vor (Drillingsbildung, aber auch Einkristalle, da Winkel bei {110} etwa 120° beträgt); meist spießig stengelig; oft braune Bänderung; auch baumartig verästelt ("Eisenblüte") oder kugelig ("Erbsenstein").

Vorkommen: Viel seltener als Calcit; in Hohlräumen und Klüften jüngerer Eruptivgesteine; in metasomatischen Sideritlagerstätten; Ausscheidungsprodukt von Thermalquellen; als Perlmutter-schicht mancher Molluskenschalen und der Perlen; fast nie gesteinsbildend.

Verwendung: Als Schmuck in Form von Perlmutterprodukten und Perlen.

V.n.ä.K.: Calcit, Colemanit, Natrolith, Strontianit

**AZURIT:** Cu<sub>3</sub>[CO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>, monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Gemeiner-halbmattlicher Glanz; **tiefblau** (erdig hellblau); **hellblauer Strich**.

Härte: 3,5 - 4                      Dichte: 3,7 - 3,9

Spaltbarkeit: Gut nach (100); muscheliger bis unebener Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: In Säuren unter Aufbrausen (CO<sub>2</sub>-Entwicklung) löslich; wird vor dem Lötrohr durch Reduktion schwarz.

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

Cu-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie: XX häufig, flächenreich, säulig, auch tafelig, oft zu rundlichen Gruppen (Kugeln) verbunden; als erdige Anflüge auf Cu-Erzen; auch derb.

Vorkommen: Als Cu-Sekundärmineral in der Oxidationszone von Cu-Lagerstätten; seltener als Malachit.

V.n.ä.K.: Vivianit, Lasurit, Chalkantit, Lazulith

**CALCIT, KALKSPAT:** Ca[CO<sub>3</sub>], ditrigonal-skalenoedrisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos-durchsichtig, aber auch alle möglichen Fremdfärbungen (häufig gelb-braun durch organische Einschlüsse); Strich farblos.

Härte: 3                      Dichte: 2,7

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach dem Rhomboeder (10  $\bar{1}$  1).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; zersetzt sich aber bei ca. 800°C zu CaO und CO<sub>2</sub> ("Kalkbrennen"); **leicht löslich in verdünnter kalter HCl unter Abgabe von CO<sub>2</sub>** (Aufbrausen).

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

Ca-Nachweis: +

Unterscheidung von Aragonit durch negative Meignsche Reaktion: Kochen des Kristallpulvers mit verdünnter Lösung von Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ruft keine oder nur schwache Graufärbung des Calcitpulvers hervor.

Mineralogie: Sehr wichtiges Mineral (bildet etwa 2 % der gesteinsbildenden Mineralien im zugänglichen Teil der Erdkruste); XX sehr mannigfaltig und trachtenreich (Prismen, Rhomboeder, Skalenoeder, seltener Basispinakoid); häufig Zwillingbildungen nach verschiedenen Gesetzen; gesteinsbildend (Kalkstein und diverse andere kalkige Sedimente). Varietäten: Kalkstein (oft mit zahlreichen Verunreinigungen auch organischer Natur); Marmor: grobkristalliner metamorpher Kalkstein; Kalktuff oder Travertin: poröser Kalkstein; Tropfstein: Absatz aus kalkreichen Wässern.

Vorkommen: XX in Gesteinsklüften, besonders auf Erzgängen; oft junge Neubildung in magmatischen Gesteinen; verbreitet in Sedimenten ("Kalkalpen"), kontaktmetamorph aus Kalksilikaten; organisch gebildet in Schalen und Gehäusen von Tieren, aber auch von Kalkalgen.

Verwendung: Wichtiger Massenrohstoff: Bausteine, Dekorsteine, Schotter, Kies, Kalksand. Herstellung von "gebranntem Kalk" (CaO), der mit Wasser "gelöscht" wird (Ca(OH)<sub>2</sub>), mit Sand und Wasser zum Kalkmörtel gemischt wird, und mit dem CO<sub>2</sub> der Luft wieder zu Calcit aushärtet. Kalk und Ton werden zu Zementklinker gebrannt und zu Zement gemahlen (Herstellung von Beton!). Klare XX für optische Polarisatoren.

V.n.ä.K.: Anhydrit, Aragonit, Baryt, Chabasit, Cölestin, Fluorit, Gips, Magnesit, Strontianit, Zinkspat, Dolomit, Adular

**CERUSSIT:** Pb[CO<sub>3</sub>], rhombisch-dipyramidal (isotyp zu Aragonit)

Physik. Daten: Diamantglanz; weiße, aber auch graue bis ins Schwarze gehende Farbtöne (wenn mit PbS vermengt); farbloser Strich (wenn mit PbS vermengt, Strich grau).

Härte: 3,5                      **Dichte:** 6,5

Spaltbarkeit: Keine; muscheliger Bruch; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Leicht schmelzbar unter Erzeugung eines in der Hitze gelblichen, in der Kälte weißen Beschlages (Pb-Nachweis); bis zur **weichen grauen Bleikugel** reduzierbar; in Säuren erst nach Pulvern und starkem Erwärmen unter Aufschäumen (CO<sub>2</sub>-Abgabe) löslich; zerknistert vor dem Lötrohr.

**Pb-Nachweis:** + (siehe oben)

CO<sub>2</sub>-Nachweis: + (siehe oben)

Mineralogie: XX tafelig, selten nadelig-spießig; oft Drillingsbildung wie Aragonit; derb, auch pulverige Überzüge.

Vorkommen: Zusammen mit anderen Bleimineralen (vor allem Bleiglanz) insbesondere in der Verwitterungszone von Bleilagerstätten; "Schwarzbleierz" ist ein Gemenge von Bleiglanz und Cerussit.

Verwendung: Lokal als Pb-Erz.

V.n.ä.K.: Anglesit, Baryt, Cölestin, Scheelit, Hemimorphit

**DOLOMIT:** CaMg[CO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>, trigonal-rhomboedrisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos, selten durchsichtig, oft etwas gefärbt (gelblich - bräunlich); farbloser Strich.

Härte: 3,5                      Dichte: 2,9

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach Rhomboeder ( $10 \bar{1} 1$ ).

Chem.-physik. Reakt.: Reaktion mit HCl (unter CO<sub>2</sub>-Entwicklung) schwächer als bei Calcit; Aufbrausen erst bei Erwärmen (Unterscheidung von Calcit im Gelände).

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

**Ca-Nachweis:** +

**Mg-Nachweis:** + (Pulver in HCl lösen, mit Ammoniak neutralisieren, etwas Soda im Überschuß zusetzen, Ca fällt als Karbonat aus, Mg bleibt in der Lösung! Nach kurzer Zeit vom Niederschlag abgießen. Restlösung mit NaOH stark alkalisch machen. Mg fällt als Hydroxid aus. Dieses ist durch „Feigl-Reagenz“ kornblumenblau anfärbbar.)

Mineralogie und Vorkommen: XX wesentlich formenärmer als Calcit; meist Rhomboeder; schöne XX auf Erzgängen; meist aber feinkörnig, massig als Sedimentgestein, z.B.

Wettersteindolomit und Hauptdolomit (z.B. in den Lienzer und Südtiroler Dolomiten).

Verwendung: Wichtiger Massenrohstoff: Schotter, Splitt; auch für die Feuerfestindustrie.

V.n.ä.K.: Ankerit, Calcit, Chabasit, Magnesit, Zinkspat

**MAGNESIT:** Mg[CO<sub>3</sub>] ditrigonal-skalenoedrisch (isotyp zu Calcit)

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; meist undurchsichtig bis durchscheinend; in der Regel farblos, aber auch gelb, grau oder braun; farbloser Strich.

Härte: 4 - 4,5                      Dichte: 3,0

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach dem Rhomboeder ( $10 \bar{1} 1$ ).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; dissoziiert ab ~500 °C zu MgO + CO<sub>2</sub>; erst nach Pulvern und Erwärmen in konzentrierter HCl löslich (Unterschied zu Calcit und Dolomit).

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

**Mg-Nachweis:** +

Mineralogie: Selten XX; bildet Mischkristalle mit Siderit; meist **grobspätig als Spatmagnetit** ("Kristallmagnetit", in Österreich auch "Pinolitmagnetit"); die Korngrenzen der XX sind dabei durch geringe Fe- und Graphitgehalte oft gut nachgezeichnet; scheinbar **amorph als Gelmagnetit** (winzige, verfilzte, meist rein weiße Kristallaggregate mit oft merklichem SiO<sub>2</sub>-Gehalt und splittrigem Bruch).

Vorkommen: Als Spatmagnetit in der Grauwackenzone, als Gelmagnetit in (hydrothermalen) Umwandlungszonen ultrabasischer Gesteine; als Salinarmagnetit in Evaporiten; XX auf Erzgängen.

Verwendung: Brennen von feuerfesten Steinen (Herstellung von MgO, Periklas) für die Auskleidung von Drehrohröfen, Stahlkonvertern, etc.

V.n.ä.K.: Calcit, Dolomit, eventuell Siderit

**MALACHIT:** Cu<sub>2</sub>[CO<sub>3</sub>](OH)<sub>2</sub>, monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; **grüne Farbe** verschiedener Intensität; Strich hell.

Härte: 4                              Dichte: 4

Spaltbarkeit: Gut nach (001); muscheliger Bruch; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr durch Reduktion **schwarz werdend**; eventuell zu metallischem Cu reduzierbar; in verdünnten Säuren unter Aufbrausen löslich.

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Cu-Nachweis: +

Mineralogie: XX selten; meist derbe traubige Massen (grüner Glaskopf); auch

Pseudomorphosen nach anderen Cu-Mineralien (Cuprit, Kupferglanz, usw.).

Vorkommen: Als Cu-Sekundärmineral in der Oxidationszone von Cu-Lagerstätten.

Verwendung: Schön gezeichnete Stücke werden verschliffen (Ziergegenstände, Schmuck).

V.n.ä.K.: Chrysokoll, Fuchsit

**RHODOCHROSIT, MANGANSPAT:**  $\text{Mn}[\text{CO}_3]$ , ditrigonal-skalenoedrisch (Calcit-Typ)

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; *rosa-himbeerrot, angewittert schwarz*; meist durchscheinend; wenn nicht angewittert, farbloser Strich.

Härte: 4,0                      Dichte: 3,5

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach Rhomboeder ( $10 \bar{1} 1$ ).

Chem.-physik. Reakt.: Fast unschmelzbar; wird beim Erhitzen vor dem Lötrohr schwarz; feines Pulver in heißer HCl löslich.

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

**Mn-Nachweis:** +

Mineralogie: Selten XX; meist körnig oder dicht; auch schalig.

Vorkommen: Hydrothermal auf Gängen und kontaktmetasomatisch; sedimentär in karbonatischen Mn-Lagerstätten (dann von graubrauner Farbe).

Verwendung: Mn-Erz; rosa Schmuckstein.

V.n.ä.K.: Rhodonit

**SIDERIT, EISENSPAT:**  $\text{Fe}[\text{CO}_3]$ , ditrigonal-skalenoedrisch (isotyp zu Calcit)

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; frisch farblos-grau, angewittert *gelb-braun*; Strich farblos bis gelblichbraun (angewittert).

Härte: 4 - 4,5                      Dichte: 3,7 - 3,9

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach dem Rhomboeder ( $10 \bar{1} 1$ ).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; erst in heißer HCl unter deutlicher Gelbfärbung und Aufbrausen infolge CO<sub>2</sub>-Abgabe löslich.

CO<sub>2</sub>-Nachweis: + (siehe oben)

**Fe-Nachweis:** +

Mineralogie: XX meist nur Rhomboeder, oft sattelförmig gekrümmt; meist derb, grobspätig - feinkörnig, auch radialstrahlig; lückenlose Mischungsreihe FeCO<sub>3</sub>-MgCO<sub>3</sub>.

Vorkommen: Sedimentär und metasomatisch bildet er oft mächtige Lagerstätten, die auf Fe abgebaut werden (Erzberg / Stmk.); auf pegmatitischen bis hydrothermalen Gängen.

Verwendung: Früher wichtiges Fe-Erz (in Österreich: "Steirischer Erzberg"); heute untergeordnet oder nur als Zuschlagstoff bei der Verhüttung "saurer" Fe-Erze.

V.n.ä.K.: Ankerit, Calcit, Dolomit, Magnesit, Zinkblende, Zinkspat

**SMITHSONIT, ZINKSPAT:**  $\text{Zn}[\text{CO}_3]$ , ditrigonal-skalenoedrisch (isotyp zu Calcit)

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos, gelblich, grau, blaßgrün; blasser Strich.

Härte: 5                              Dichte: 4,4

Spaltbarkeit: Ausgezeichnet nach ( $10 \bar{1} 1$ ).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; auf Kohle in Hitze gelber, in Kälte weißer Beschlag von ZnO; in heißer HCl unter Aufbrausen (CO<sub>2</sub>-Entwicklung) löslich.

**Zn-Nachweis:** +

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

Mineralogie: XX selten; meist derb, feinkörnig, nierig, stalaktitisch, erdig; Sinterkrusten.

Vorkommen: In der Oxidationszone von Pb-Zn-Lagerstätten; auch selbständig in Kalken und Dolomiten; Begleiter sind oft andere Zn-Oxidationsminerale.

Verwendung: Besonders früher wichtiges Zn-Erz ("Galmei").

V.n.ä.K.: Calcit, Dolomit, Prehinit, Wulfenit

**STRONTIANIT:**  $\text{Sr}[\text{CO}_3]$ , rhombisch-dipyramidal (isotyp zu Aragonit)

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos-weiß oder mit blassen Farben; farbloser Strich.

Härte: 3,5 - 4                      Dichte: 3,7

Spaltbarkeit: Gut nach (110).



Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr schwer kantenschmelzbar; in HCl unter Aufschäumen (CO<sub>2</sub>) etwa wie Dolomit löslich.

CO<sub>2</sub>-Nachweis: +

**Sr-Nachweis:** +

Mineralogie: XX aragonitähnlich, meist stengelig bis säulig.

Vorkommen: Auf hydrothermalen Erzgängen und (metasomatischen) Magnesitlagern; selten Neubildungen in Mergeln; relativ selten (seltener als Cölestin).

Verwendung: Sr-Erz, in der Pyrotechnik.

V.n.ä.K.: Aragonit, Baryt, Calcit, Cölestin, Colemanit, Natrolith.

## B O R A T E

**BORAX:** Na<sub>2</sub>[B<sub>4</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>] · 8H<sub>2</sub>O, monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos; Strich farblos.

Härte: 2 - 2,5                      Dichte: 2,7 - 2,8

Spaltbarkeit: Halbwegs nach (100); muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Leicht schmelzbar; wasserlöslich; **Geschmack** eigenartig süßlich und etwas zusammenziehend (adstringierend).

Na-Nachweis: +

B-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie: Kurz- und dicksäulige, in der Tracht dem Augit ähnliche XX; sonst derbe, körnige Massen.

Vorkommen: Zusammen mit anderen Boraten in Sedimenten von "Boratseen".

Verwendung: Herstellung technischer Borate wie Waschmittel, Flußmittel, etc.

V.n.ä.K.: Kernit

**COLEMANIT:** Ca[B<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(OH)<sub>3</sub>] · H<sub>2</sub>O, monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos; durchsichtig bis undurchsichtig; farbloser Strich.

Härte: 4 - 4,5                      Dichte: 2,4

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach (010).

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr unvollkommen schmelzbar (zerspritzend); in heißen Säuren (besonders H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) löslich.

**Ca-Nachweis:** +

B-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie: XX flächenreich, säulig - spießig; derbe bis stengelige Aggregate.

Vorkommen: In Sedimenten von "Boratseen", zusammen mit Ulexit, Gips.

Verwendung: Herstellung technischer Borate wie Waschmittel, Flußmittel, etc.

V.n.ä.K.: Aragonit, Cölestin, Strontianit, Ulexit

**KERNIT:** Na<sub>2</sub>[B<sub>4</sub>O<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>] · 3H<sub>2</sub>O, monoklin

Physik. Daten: Glasglanz; farblos; Strich farblos.

Härte: 2,5                      Dichte: 2

**Spaltbarkeit:** Sehr vollkommen nach (100) und (001).

Physik.-chem. Reakt.: Leicht schmelzbar; wasserlöslich; **Geschmack** süßlich und zusammenziehend (adstringierend).

Na-Nachweis: +

B-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie: XX oft groß, gestreckt; ansonst grobkristallin mit **ausgezeichnet erkennbarer stengeligter Spaltbarkeit.**

Vorkommen: In Sedimenten von "Boratseen" zusammen mit anderen B-Mineralien.

Verwendung: Herstellung technischer Borate wie Waschmittel, Flußmittel, etc.  
V.n.ä.K.: Ulexit, Fasergips, Borax

**ULEXIT:**  $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , triklin-pinakoidal

Physik. Daten: Gemeiner - Seidenglanz; farblos; farbloser Strich.

Härte: 1                      Dichte: 2

Spaltbarkeit: Keine.

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr quellend und dann leicht schmelzbar; in heißem Wasser schwach, in Säuren gut löslich.

B-Nachweis: +

Ca-Nachweis: + (Ausfällung als  $\text{CaSO}_4$ )

Na-Nachweis: +


$\text{H}_2\text{O}$ -Nachweis: +

Mineralogie: Meist *feinstfaserige parallele Aggregate*, die sich auch zu Knollen vereinigen können.

Vorkommen: In Trockengebieten in Sedimenten von "Boratseen" zusammen mit anderen Boraten.

Verwendung: Herstellung technischer Borate wie Waschmittel, Flußmittel, etc.

V.n.ä.K.: Gips, Colemanit



**PHOSPHATE, ARSENATE, VANADATE,  
MOLYBDATE, WOLFRAMATE**

**AMBLYGONIT:**  $\text{LiAl}[\text{PO}_4](\text{OH},\text{F})$ , triklin-pinakoidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; helle Farbtöne (grünlich, hellgrau, rosa); blasser Strich.

Härte: 6                      Dichte: 3

Spaltbarkeit: Vollkommen nach (001), gut nach (100) auch (110); ähnlich Feldspäte.

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr aufblähend und dann zur Kugel schmelzbar; schlecht säurelöslich; eventuell nach langem Kochen mit Säuren **hochrote Flammenfärbung** (Li+) erzielbar; P- und Al-Nachweis problematisch; Wasserabgabe nicht leicht zu beobachten.

Mineralogie: Feldspatähnlich; XX selten; meist xenomorph in Li-Pegmatiten und in pneumatolytischen Gängen; Begleiter von Spodumen und auch Zinnwaldit.

Vorkommen: Li-Phosphat-Pegmatite; Pneumatolyte (zusammen mit Zinnerzen und Apatit).

Verwendung: Herstellung von Li-Salzen.

V.n.ä.K.: Alle Feldspäte, Spodumen

**ANNABERGIT:**  $\text{Ni}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Matter Glasglanz; **hellgrüne Farbe**; blaßgrüner Strich.

Härte: 2,5                      Dichte: 3 - 3,1

Spaltbarkeit: Gut nach (010).

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr leicht unter Bildung eines weißen, nach Knoblauch riechenden Rauches (GIFTIG!) und Bildung eines weißen, in der Hitze leicht vertreibbaren Beschlages ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) schmelzbar; in Säuren mit hellgrüner Farbe löslich.

**Ni-Nachweis:** + (naßchemische Komplexreaktion)

As-Nachweis: +

$\text{H}_2\text{O}$ -Nachweis: +

Mineralogie: XX selten; meist erdige, pulvrige auch kugelige Anflüge.

Vorkommen: Verwitterungsmineral von primären Ni- und Co-Erzen; stellenweise Begleiter von rosa Erythrin.

V.n.ä.K.: Erdige, grüne Cu-Oxidationsminerale

**APATIT:**  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$ , hexagonal-dipyramidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos und viele Farben, häufig gelb-grünlich; durchsichtig-undurchsichtig; farbloser Strich.

Härte: 5                      Dichte: 3,1 - 3,2

Spaltbarkeit: Gut nach der Basis (0001) und nach (10 $\bar{1}$ 0); muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Sehr schwer schmelzbar; insbesondere in  $\text{HNO}_3$  löslich.

Ca-Nachweis: +

**P-Nachweis:** +

Mineralogie: Oft schöne und flächenreiche XX, die die **hexagonale Symmetrie** erkennen lassen; stengelig; auch derb, körnig, knollig, krustig; Varietät Phosphorit: Siehe dort.

Vorkommen: Akzessorisch in fast allen magmatischen und vielen metamorphen Gesteinen; magmatische Apatitlagerstätten in Alkaligesteinen; Gangart, Kluftmineral, etc.; Hydroxylapatit als organische Skelettsubstanz (Knochen, Zähne).

Verwendung: Als Bestandteil des Phosphorits für Kunstdünger; in der chemischen Industrie.

V.n.ä.K.: Beryll (härter), Cordierit, Enstatit, Fluorit (weicher), Korund (härter), Nephelin, Prehnit, Vanadinit, Smithonit

**ERYTHRIN:**  $\text{Co}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Starker Glasglanz; **rote-violette** Farbtöne; rosaroter Strich.

Härte: 2,5                      Dichte: 3,1

Spaltbarkeit: Gut nach (010).

Chem.-physik. Reakt.: Vor dem Lötrohr leicht unter Bildung eines weißen, nach Knoblauch riechenden Rauches (GIFTIG!) und Bildung eines weißen, in der Hitze leicht vertreibbaren Beschlages ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) zur dunklen Kugel schmelzbar; in Säuren je nach deren Konzentration mit blauer - roter Farbe löslich.

**Co-Nachweis:** + (Perle)

As-Nachweis: +

$\text{H}_2\text{O}$ -Nachweis: +

Mineralogie: XX stengelig und tiefviolett; ansonst rosa-erdige Ausblühungen und Beschläge.

Vorkommen: In der Oxidationszone von Ni- und Co-Erzen.

V.n.ä.K.: XX mit Kämmererit (Cr-Chlorit), Mn-Epidot; erdig mit Zinnober, Cuprit

**LAZULITH, BLAUSPAT:**  $(\text{Mg,Fe})\text{Al}_2[\text{PO}_4]_2(\text{OH,F})_2$ , monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; **hell-dunkelblau**; durchscheinend - undurchsichtig; farbloser Strich.

Härte: 5 - 6                      Dichte: 3,1

Spaltbarkeit: Keine; splittriger Bruch; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; beim Glühen weiß werdend; in heißen Säuren nur wenig löslich.

$\text{H}_2\text{O}$ -Nachweis: +

Mg-Nachweis: +

Al-Nachweis: +

**P-Nachweis:** + (besser nach Aufschluß mit Soda)

Mineralogie: XX selten; meist derb.

Vorkommen: In tiefthermalen Quarzgängen und -lagen.

V.n.ä.K.: Sodalith, Vivianit, Türkis

**MONAZIT:**  $\text{Ce}[\text{PO}_4]$ ; monoklin-prismatisch (bisweilen mit SEE, Zr, Th, U)

Physik. Daten: Hoher Glanz; rötliche bis braune Farben; Strich farblos, aber auch blaßbraun.

Härte: 5 - 5,5                      Dichte: um 5 (mit Fremdelementeinbau wechselnd)

Spaltbarkeit: Wechselnd deutlich nach (001) oder (100).

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; in HCl kaum löslich; mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  befeuchtet (oder darin gelöst) gibt er eine **grünliche Flammenfärbung**. Je nach U- und/oder Th-Gehalt radioaktive Strahlung mit Geigerzähler feststellbar.

**Ce-Nachweis:** + (Boraxperle fluoresziert im UV-Licht mit gelber Farbe)

P-Nachweis: + (erst nach Schmelzaufschluß möglich)

Mineralogie: Kleine XX mit wechselnder Tracht (dicktafelig, aber auch prismatisch); ansonst körnig.

Vorkommen: In Graniten, Pegmatiten und Gneisen eingewachsen; kurzadelig in alpinen Klüften; abgerollte Körner in Sanden und Seifen angereichert (Monazitseifen; wichtige Lagerstätten).

Verwendung: Gewinnung von Ce und diversen SEE aus Monazitsanden und -seifen; Ce für Spezialpoliermittel und Zündsteine.

V.n.ä.K.: Xenotim, Zirkon, Columbit, Rutil

**PHOSPHORIT:**

Mit Phosphaten (zumeist Apatit) sehr stark angereichertes Sedimentgestein, das feinkörnige Bestandteile aus verwitterten Gesteinen (Sand) enthält. Die Phosphatanteile sind meist organischen Ursprungs (aus Knochen, Zähnen, Hartteilen mancher niedriger Tiere), waren erst kolloidal (Ausfällen bei niedriger Temperatur) und sind jetzt feinkristallin.

Physik. Daten: Gemeiner Glanz (wenn dicht); dunkle Farbtöne; heller bis blasser Strich.

Härte und Dichte stark wechselnd (da von den Bestandteilen anhängig).

Unebener, muscheliger, auch erdiger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Wie Apatit, jedoch oft sehr **stark verunreinigt**; adsorptiv festgehaltenes Wasser; auch karbonathaltig, daher beim Lösen in Säuren oft **Gasentwicklung** (CO<sub>2</sub>).

Ca-Nachweis: +

**P-Nachweis**: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: + (siehe oben)

Mineralogie: Kreideartig, pulverig, locker, erdig; traubig, krustig, **knollig**.

Vorkommen: In Sedimenten, Sanden.

Verwendung: Für Kunstdünger und chemische Industrie; F-Gewinnung.

V.n.ä.K.: Diverse andere, unscheinbare, erdige Minerale

**PYROMORPHIT**: Pb<sub>5</sub>[PO<sub>4</sub>]<sub>3</sub>Cl, hexagonal-dipyramidal (isotyp zu Apatit)

Physik. Daten: Gemeiner bis Diamantglanz; alle möglichen Färbungen, jedoch **grüne und braune Töne** vorherrschend ("Grünbleierz"); blasser Strich.

Härte: 3,5 **Dichte**: 6,7 - 7

Spaltbarkeit: Keine; Bruch muscheliger bis uneben; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: **Sehr leicht schmelzbar**; gibt auf der Kohle einen charakteristischen gelben - weißen, einigermaßen vertreibbaren Beschlag von PbO; säurelöslich.

P-Nachweis: +

**Pb-Nachweis**: +

Cl-Nachweis: +

Mineralogie: Meist nur kleine nadelartige oder tönchenförmige XX von hohem Glanz; ansonst derb, traubig-nierig; auch Krusten und Anflüge.

Vorkommen: In den obersten Oxidationszonen von Bleilagerstätten; oft zusammen mit Cerussit, Limonit, Hemimorphit, Smithsonit, Wulfenit, Vanadinit.

Verwendung: Früher als seltenes Pb-Erz.

V.n.ä.K.: Vanadinit

**SHEELIT**: Ca[WO<sub>4</sub>], tetragonal-dipyramidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; farblos-grau bis schmutziggelb und orange; durchsichtig-undurchsichtig; farbloser Strich; **fluoresziert im UV-Licht** bläulich oder gelblich (je nach Mo-Gehalt).

Härte: 5 **Dichte**: 6,0

Spaltbarkeit: Gut nach (101); muscheliger Bruch; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Sehr schwer schmelzbar; in Säuren unter Abscheidung hellgelber Wolframsäure schlecht löslich.

Ca-Nachweis: + (Flammenfärbung eher schlecht)

W-Nachweis: +

Mineralogie: XX meist auf- und eingewachsen; in alpinen Klüften (spitz)pyramidale Tracht; auch derb und unscheinbar.

Vorkommen: Pegmatitisch-pneumatolytisch, auch kontaktpneumatolytisch; in alpinen Klüften; in Quarziten, Gneisen und Amphiboliten.

Verwendung: Wichtigstes W-Erz; W als Stahlveredler; als Metall für Glühwendel; zur Herstellung von WC als Hartstoff.

V.n.ä.K.: Anglesit, Baryt, Cerussit, Anatas; derb mit Quarz (geringere Dichte)

**TRIPHYLIN und LITHIOPHYLIT**: Li(Fe,Mn)[PO<sub>4</sub>], rhombisch-dipyramidal

Physik. Daten: Fettartiger Glasglanz; lachsfarbene - **blaue - braune** Töne, oft fleckig; nur in dünnsten Splittern durchscheinend; blasser Strich.

Härte: 4 - 5 **Dichte**: 3,4 - 3,6

Spaltbarkeit: Gut nach (001).

Chem.-physik. Reakt.: Leicht zur (magnetischen) Kugel schmelzbar; in Säuren leicht löslich.

P-Nachweis: +

Fe-Nachweis: + (Fällung als Hydroxid gemeinsam mit Mn)

Mn-Nachweis: + (Fällung als Hydroxid gemeinsam mit Fe)

**Li-Nachweis:** +

Mineralogie: Seltenes Phosphat; meist eingewachsen; unscheinbar.

Vorkommen: In Li-Phosphat-Pegmatiten zusammen mit anderen P-Mineralien; mit Beryll, Spodumen, Amblygonit.

**VANADINIT:**  $\text{Pb}_5[\text{VO}_4]_3\text{Cl}$ , hexagonal-dipyramidal (isotyp zu Apatit)

Physikal.-Daten: Diamantglanz; meist **rötliche Farbe, aber auch gelb, orange, braun;** heller, zuweilen gelblicher Strich.

Härte: 3 **Dichte:** 7,0

Spaltbarkeit: Keine; muscheliger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Leicht schmelzbar; beim Anblasen auf der Kohle entsteht ein in der Hitze gelber, in der Kälte weißer Beschlag von PbO, der sich durch Hitze gut vertreiben läßt; säurelöslich.

**Pb-Nachweis:** +

**V-Nachweis:** +

Cl-Nachweis: +

Mineralogie: XX meist klein mit hexagonalem Querschnitt, von hohem Glanz und flächenreich; oft Durchwachsungen; ansonst derb, traubig-nierig, auch faserig.

Vorkommen: Seltenes Mineral; Begleiter von Pyromorphit und anderen Pb-Oxidationsmineralien in der Oxidationszone von Bleilagerstätten; gelegentlich Drusen in Klüften von Kalksteinen und Dolomiten.

Verwendung: Selten als V-Erz; V als Stahlveredler.

V.n.ä.K.: Apatit, Wulfenit, Pyromorphit

**VIVIANIT:**  $\text{Fe}_3^{2+}[\text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , monoklin-prismatisch

Physik. Daten: Starker Glasglanz - matt; frisch farblos, wird rasch **blau**; Strich farblos-blau.

Härte: 2 **Dichte:** 2,6 - 2,7

Spaltbarkeit: Vollkommen nach (010).

Physik.-chem. Reakt.: Leicht zur magnetischen Masse schmelzbar (Fe-Nachweis); in Säuren löslich.

Fe-Nachweis: + (siehe oben)

P-Nachweis: +

H<sub>2</sub>O-Nachweis: +

Mineralogie: XX nadelig, spießig; ansonst derb, erdig, knollig, pulvrig.

Vorkommen: In Tonen, Torfmooren; auf fossilen Knochen und Muscheln.

V.n.ä.K.: Azurit, Lazulith

**WOLFRAMIT:**  $(\text{Fe},\text{Mn})\text{WO}_4$ , monoklin-prismatisch

Kristallchemisch eigentlich ein Oxid und kein Wolframat (keine  $[\text{WO}_4]$ -Gruppen).

Physik. Daten: Halbmetallischer Diamantglanz; tiefbraune bis schwarze Farbe; Strich braunschwarz.

Härte: 5 - 5,5 **Dichte:** 7,2 - 7,5

Spaltbarkeit: Vorzüglich nach (010); unebener Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Sehr schwer zur magnetischen Kugel schmelzbar; in konzentrierter HCl langsam löslich, beim Verdünnen Ausfallen von gelber Wolframsäure; Fe + W zusammen ergeben eine charakteristische **blutrote Phosphorsalz-Reduktionsperle**.

**W-Nachweis:** + (Perle oder Reduktion in Lösung; besser nach Soda-Aufschluß)

Mineralogie: Oft große dicktafelige XX mit charakteristischer Längsriefung; auch derb, strahlig, schalig-blättrig.

Vorkommen: In Sn-W-Pegmatiten, pneumatolytischen Gängen, in Greisen; häufig in Seifen (sekundär) angereichert.

Verwendung: Nach Scheelit das wichtigste W-Erz; W als Stahlveredler, für Glühwendel, zur WC-Herstellung (Hartstoff).

V.n.ä.K.: Columbit, Rutil, Zinkblende (alle geringere Dichte); Zinnstein

**WULFENIT:**  $\text{Pb}[\text{MoO}_4]$ , tetragonal-pyramidal

Physik. Daten: Gemeiner-harziger-fettartiger Diamantglanz; meist **gelbe-orange-hellbraune** Farbe; undurchsichtig-durchscheinend; blasser Strich.

Härte: 3                      Dichte: 6,7 - 6,9

Spaltbarkeit: Ziemlich deutlich nach (101); Bruch muschelrig; spröde.

Chem.-physik. Reakt.: Schmilzt unter Zerknistern; auf der Kohle bildet sich dabei ein gelber (heiß) bis weißer (kalt) Beschlag von  $\text{PbO}$ ; in Säuren einigermaßen löslich; mit Schwefelsäure und Alkohol bildet sich eine blaue Lösung.

**Pb-Nachweis:** +

**Mo-Nachweis:** +

Mineralogie: XX meist **tetragonale dünne Tafeln** mit deutlichen Basisflächen, jedoch auch "dipyramidale" Formen; oft zu zelligen Gebilden zusammengewachsen; auch derb und erdig.

Vorkommen: Manchmal in der Oxidationszone von Pb-Lagerstätten.

Verwendung: Lokal als Pb- und besonders Mo-Erz.

V.n.ä.K.: XX mit Vanadinit, erdig mit Zinkspat

**XENOTIM:**  $\text{Y}[\text{PO}_4]$ , ditetragonal-dipyramidal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz; gelbe - (meistens) braune Farbe; blasser Strich.

Härte: 4 - 5                      Dichte: 4,5 - 5,1

Spaltbarkeit: Vollkommen nach (110); splittriger Bruch.

Chem.-physik. Reakt.: Unschmelzbar; in Säuren unlöslich; Y-Nachweis schwierig.

$\text{PO}_4$ -Nachweis: + (erst nach Aufschluß mit  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ )

Mineralogie: XX kurzprismatisch, pyramidal, auch tafelig; derb als eingesprengte Körner; durch Ersatz von Y durch andere SEE und Th wird Radioaktivität hervorgerufen (dabei oft deutliche Verfärbung des Nebengesteins).

Vorkommen: Akzessorisch in Graniten, Pegmatiten, Alkaligesteinen; sekundär angereichert in Seifen (wichtige Lagerstätten).

Verwendung: Herstellung von Y und anderen SEE für die chemische Industrie; für Y-Spezialkeramiken.

V.n.ä.K.: Monazit, Zirkon