

Minerale bestimmen – Vernetzung II: chemische Zusammensetzung

P. Wöbcke-Helmle und T. Helmle, 2010, überarbeitet 2018

Entwicklungsältere Schulkinder, die wissen, dass Steine aus Mineralen bestehen, und sich vertiefend mit diesen beschäftigen möchten, können Erfahrungen dahingehend sammeln, dass Minerale aus noch kleineren Einheiten, den Elementen, bestehen.

Die Systematik der Minerale wird meist entsprechend ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer Verbindungen eingeteilt. Die Anzahl der Klassen variiert je nach Erscheinungsjahr der Veröffentlichung und Autor zwischen acht bis zehn Klassen. In Deutschland erfolgt die Klassifizierung meist nach der Systematik von Hugo Strunz. Diese wurde 2009 überarbeitet und umfasst nun 10 Klassen (früher: Hauptgruppen). Wir haben unser Material entsprechend überarbeitet.

Rechteckige gelb gefüllte Karten in verschiedenen Größen geben einen Überblick über die Systematik der Minerale. Die mit einem Wort beschrifteten Karten sind für Kinder, die mit Text beschrifteten gelben Karten sind als Orientierungshilfe für uns Erwachsene gedacht. Gleiches gilt für die Beschriftung der Mineralklassen. Wir heften die Textkarten hinter die Wortkarten, so kann beim Auslegen der Karten eine gute Übersicht gewonnen werden.

Die Karten dieser Serie enthalten die chemische Formel der jeweiligen Minerale sowie ihre Zuordnung zu den Mineralklassen, exemplarisch bei den Quarzen auch zu Mineralgruppen. Man könnte alle Klassen in Gruppen feiner unterteilen. Die rechteckigen und kreisförmigen Karten der Klassen sind größer als die der Gruppen. Die Karten der Minerale der ausgewählten Quarz-Gruppe haben orangefarbene Ränder.

- Interessierte Kinder holen sich nach einer Einführung ein Mineral aus der Sammlung und ordnen dann aus der Elemente-Sammlung die entsprechenden Elemente zu.
- Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass die Minerale den entsprechenden großen rechteckigen Mineralklassenkarten zugeordnet und ggfs. verglichen werden.
- Minerale können – wie gesagt – auch entsprechend ihrer Gruppenzugehörigkeit klassifiziert werden. Das ist aber sehr kompliziert – für Kinder und auch für Erwachsene! Wir haben deshalb exemplarisch für die Klasse der Oxide nur die Quarze als Gruppe ausgewählt. Kinder haben über ihr Interesse für Edelsteine einen Bezug zu dieser Gruppe. Außerdem kann man die Gemeinsamkeiten der Gruppe *sehen*. (Achtung: Quarz wird im deutschsprachigen Raum zur Mineralklasse der Oxide gezählt, im anglo-amerikanischen Raum wird er hingegen zur Klasse der Silikate gerechnet).
- Kinder und Jugendliche, die Anfänge der Atomtheorie (Atome und Moleküle) kennen und mit Molekülbaukästen bereits einfache Moleküle gebaut haben, können die Minerale ebenfalls bauen und die Modelle zuordnen.



Einführung Minerale klassifizieren II; S. 163

Aufbewahrung
www.montessori-
bausaeetze.de

Kasten 5



Mineralklassen

Mineralklassen

Minerale werden nach ihrer chemischen Zusammensetzung in Klassen zusammengefasst. Manchmal haben Minerale der gleichen Klasse auch die gleiche Kristallform. Im deutschsprachigen Raum werden zurzeit zehn Klassen unterschieden. Die Klassifikation stammt von Hugo Strunz:

- I. Elemente
- II. Sulfide und Sulfosalze
- III. Halogenide
- IV. Oxide und Hydroxide
- V. Carbonate und Nitrate
- VI. Borate
- VII. Sulfate
- VIII. Phosphate und verwandte Verbindungen
- IX. Silikate
- X. Organische Verbindungen

Minerale-Abteilungen

Minerale-Abteilungen

Die Minerale-Klassen werden nach bestimmten Merkmalen in
Abteilungen aufgeteilt.

Die 1. Klasse, die der Elemente, wurde beispielsweise in folgende
Abteilungen unterteilt:

- metallisch
- halbmimetallisch
- nichtmetallisch

Mineralgruppen

Mineralgruppen

Minerale, die aus chemisch ähnlichen Elementen zusammengesetzt sind und eine gleiche oder weitgehend gleiche Struktur besitzen, bilden eine Gruppe.

Achtung: Minerale einer Gruppe gehören nicht immer zur gleichen Klasse oder Abteilung!

Minerale

Minerale

Minerale sind immer fest (nie flüssig und nie gasförmig). Sie kommen in der Natur vor und sind nicht künstlich hergestellt.

Kristalline Minerale bilden ein Kristallgitter: Ihre Struktur wiederholt sich in drei Raumrichtungen.

Amorphe Minerale sind haben keine gleichbleibende geometrische Struktur. Minerale bestehen aus bestimmten chemischen Verbindungen bestimmter Elemente.

Mineralvarietäten

Mineralvarietäten

Minerale einer Mineralart, die Besonderheiten aufweisen, z. B. in Farbe oder Kristallform, nennt man **Varietäten**.

Elemente

Elemente

Ein Element besteht aus Atomen der gleichen Art.

Atome sind so klein, dass 20 Billionen von ihnen in den Punkt am Ende dieses Satzes passen würden.

Minerale 1

Auf der Erde kommen mehr als 5100 verschiedene Minerale vor. Sie sind hart und haben oft die Form eines Kristalls. Minerale sind die Stoffe, aus denen Gesteine bestehen.

Sie befinden sich außer in Gesteinen auch:

- im Erdmantel
- im Boden
- in Gewässern
- in der Luft
- in Pflanzen
- in Tieren
- in Menschen
-

Alle Lebewesen benötigen Minerale, einige in winzigen Mengen z. B. Fluor und Jod, andere in größeren Mengen z. B. Eisen, Calcium und Magnesium.

Minerale 2

95 Prozent der Erdkruste werden von nur etwa 30 **Mineralen** gebildet.

Unglaublich: 98 Prozent der gesteinsbildenden Minerale bestehen aus nur acht **Elementen!**

- Sauerstoff (O)
- Silizium (Si)
- Aluminium (Al)
- Eisen (Fe)
- Calcium (Ca)
- Natrium (Na)
- Kalium (K)
- Magnesium (Mg)

Minerale 3

Die meisten Minerale entstehen im Magma weit unter der Erdoberfläche.

Wenn das Magma abkühlt, setzen sich Teile des Magmas – die Minerale eben – ab und bilden kleine Blöcke. Diese nennt man Kristalle.

Verschiedene Minerale kristallisieren innerhalb des Magmas bei unterschiedlichen Temperaturen und Drücken. Deshalb können zwei verschiedene Minerale aus gleichen Elementen zusammengesetzt sein.

I. Mineralklasse: Elemente

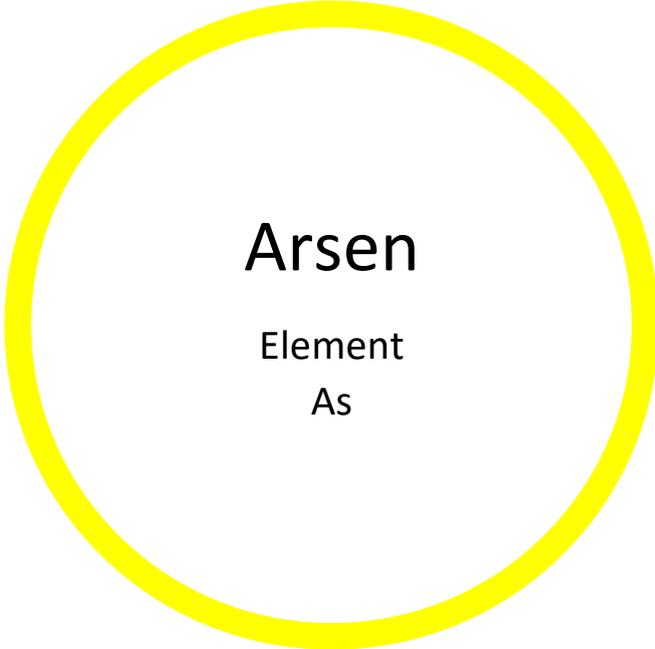
- Arsen
- Diamant
- Gold
- Graphit
- Kupfer
- Schwefel
- Silber
- Silizium

I. Mineralklasse: Elemente

Elemente, die auf der Erde allein, rein und ohne Verbindung mit anderen Elementen vorkommen, nennt man »**gediegene Elemente**«. Sie bilden diese Mineralklasse.

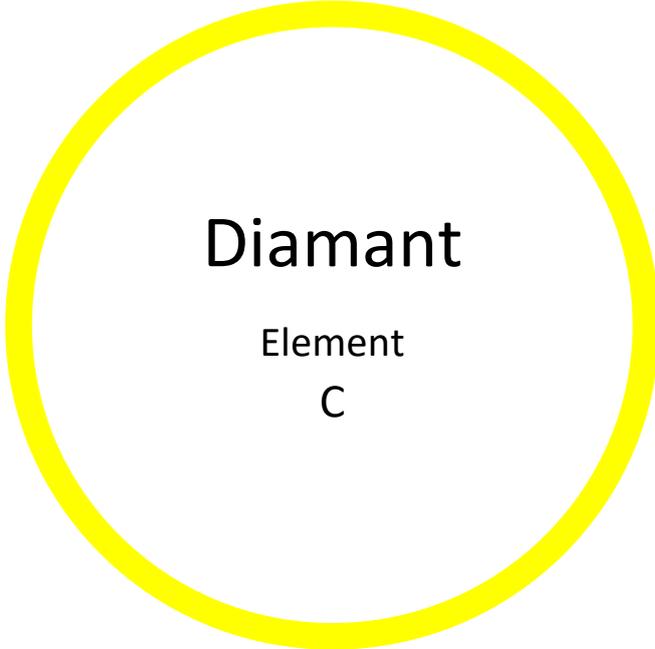
Die Klasse der Elemente werden meist in drei **Abteilungen** unterteilt:

- **Metalle**
Sie sind oft weich, haben ein hohes spezifisches Gewicht und bilden nur selten Kristalle.
- **Halbmetalle**
Sie bilden häufig rundliche Klumpen.
- **Nichtmetalle**
Sie bilden meistens Kristalle, zu ihnen gehören Schwefel und Kohlenstoff (Diamant



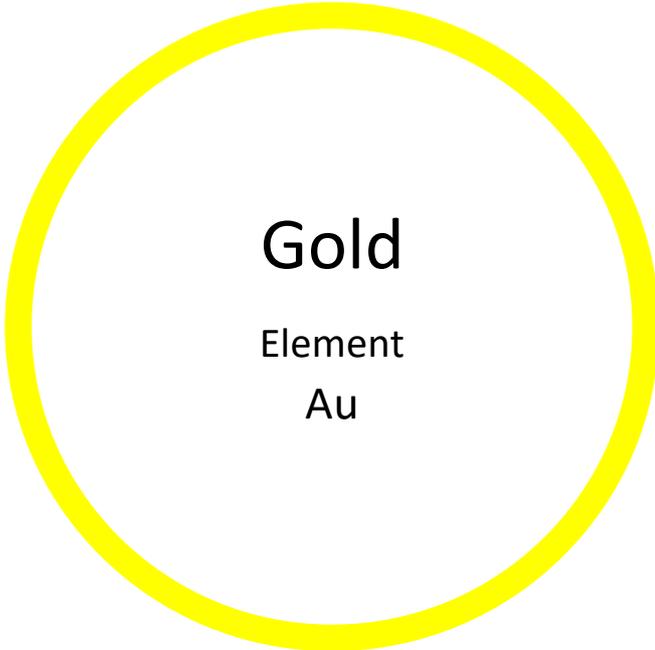
Arsen

Element
As



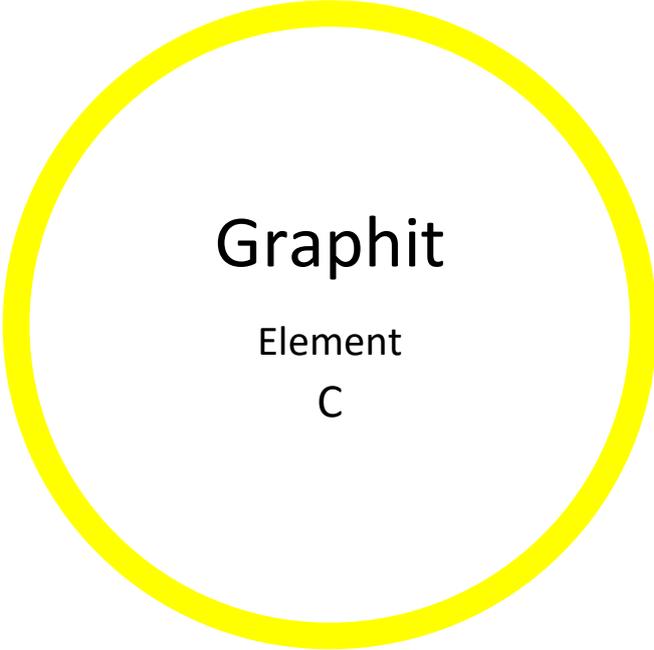
Diamant

Element
C



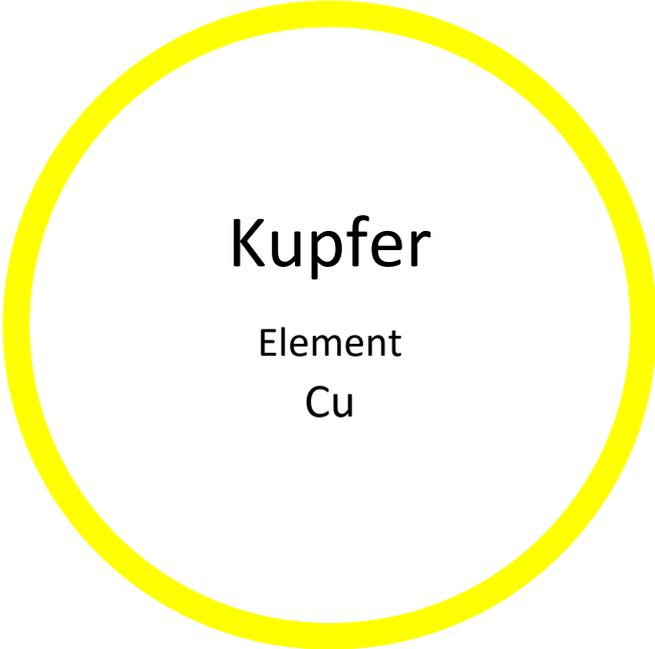
Gold

Element
Au



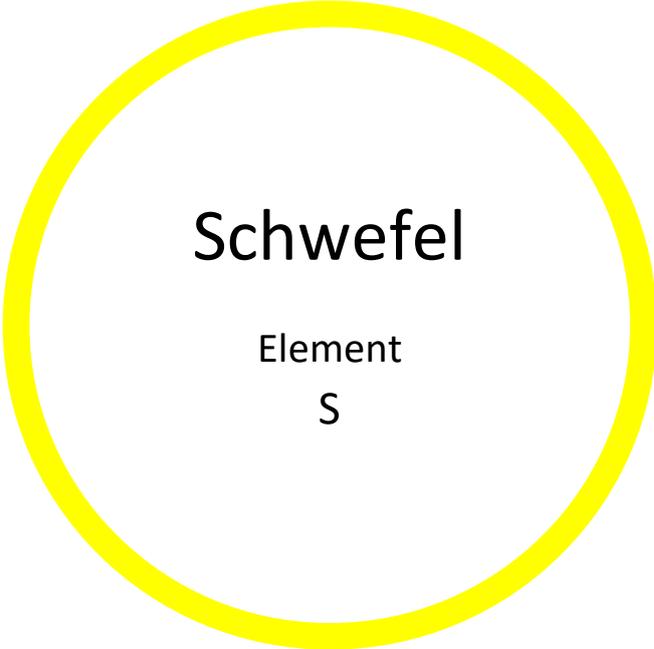
Graphit

Element
C



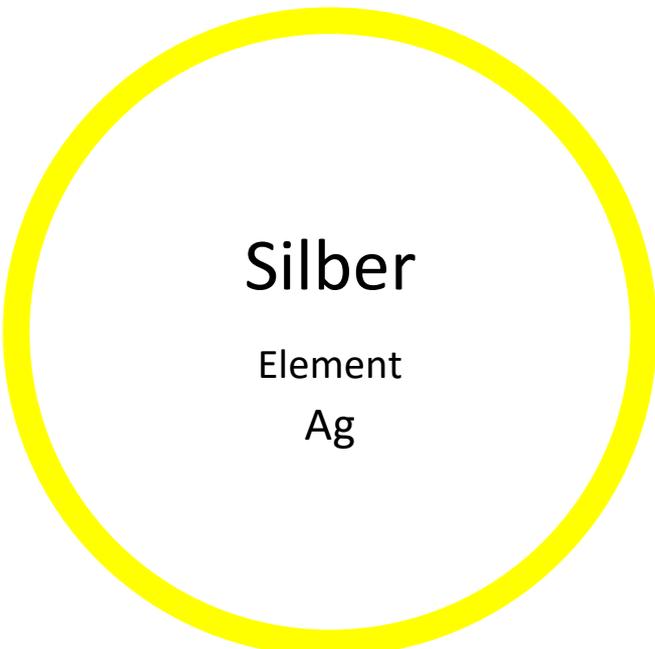
Kupfer

Element
Cu



Schwefel

Element
S



Silber

Element
Ag



Silizium

Element
Si

II. Mineralklasse Sulfide und Sulfosalze

- Bismuthinit
- Buntkupferkies (Bornit)
- Pyrit

II. Mineralklasse Sulfide (S^{2-}) und Sulfosalze ($[AsS_3]^{3-}$, $[SbS_3]^{3-}$ und $[BiS_3]^{3-}$)

Sulfide und Sulfosalze entstehen aus der Reaktion von Schwefelwasserstoffsäure mit Metallen oder Halbmetallen.

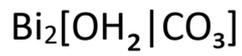
Zu dieser Mineralklasse gehören viele Erzminerale.

Sulfide haben oft einen Metallglanz, sind häufig undurchsichtig, und bilden sehr schöne Kristalle.

Sulfosalze sind eher selten.

Bismuthinit

Sulfid



Buntkupferkie

S

Bornit

Sulfid



Pyrit

Eisenkies/
Schwefelkies

Sulfid



III. Mineralklasse: Halogenide

- Fluorit
- Steinsalz (Halit)

III. Mineralklasse Halogenide (F^- , Cl^- , Br^- , I^-)

Halogenide sind Verbindungen zwischen Halogenen (Fluor, Chlor, Brom, Jod) und Elementen anderer Gruppen, meist Metallen.

Halogenide bilden oft transparente, kubische Kristalle. Sie lassen sich vollkommen spalten, gut in Wasser lösen, haben einen hohen Schmelzpunkt und können Strom gut leiten.

Halogenide entstehen meist durch Verdampfung (als Evaporite), können aber auch in vulkanischen Dämpfen auskristallisieren.

Fluorit

Flussspat

Halogenid

CaF_2

Steinsalz

Halit

Halogenid

NaCl

IV. Mineralklasse: Oxide und Hydroxide

- Hämatit
- Korund
- Limonit
- Magnetit
- Quarz
- Rutil

IV. Mineralklasse Oxide und Hydroxide (O^{2-} , OH^{-})

Oxide und Hydroxide sind Verbindungen aus Reaktionen von Sauerstoff oder Hydroxylgruppen mit Elementen anderer Gruppen.

Verbindungen mit Silicium, Magnesium, Aluminium, Natrium, Calcium, Kalium und Eisen kommen häufig vor.

Oxide und Hydroxide sind weit verbreitet.

Oxide und Hydroxide entstehen am häufigsten magmatisch oder durch Metamorphose.

Hämatit

Roteisenerz

Oxid



Korund

Rubine, Saphire

Oxid



Limonit

Brauneisenerz

Mineralgemenge aus
verschiedenen
Eisenoxiden

Magnetit

Magneteisenstein

Oxid
 $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}\text{O}_4$

Rutil

Oxid
 TiO_2

Quarz

Quarzgruppe

Oxid
 SiO_2

Gruppe der Quarze

Klasse der Oxide

Gruppe der Quarze

Klasse der Oxide

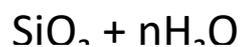
Quarze entstehen aus Opal. Ein Opal enthält mehr Wasser als Quarz. Wenn ein Opal – im Laufe langer Zeiträume – Wasser verliert, entsteht Quarz.

Skelette von Kieselalgen (Diatomeen), Radiolarien und Kieselschwämmen bestehen aus Opal.

Opal

Quarzgruppe

Oxid



Quarz

Quarzgruppe

Oxid



Chalzedon

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie

Oxid
 SiO_2

Achat

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie

Oxid
 SiO_2

Moosachat

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie

Oxid
 SiO_2

Karneol

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie

Oxid
 SiO_2

Onyx

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie

Oxid
 SiO_2

Heliotrop

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie

Oxid
 SiO_2

Brekzienjaspis

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie

Oxid
 SiO_2

Bergkristall

Quarzvarietät

Oxid
 SiO_2

Falkenauge

Quarzvarietät

Oxid
 SiO_2

Rauchquarz

Quarzvarietät

Oxid
 SiO_2

Rosenquarz

Quarzvarietät

Oxid
 SiO_2

Amethyst

Quarzvarietät

Oxid
 SiO_2

Citrin

Quarzvarietät

Oxid

SiO_2

Aventurin

Quarzvarietät

Oxid

SiO_2

Tigerauge

Quarzvarietät

Oxid

SiO_2

Gelber Jaspis

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie
Jaspisvarietät

Oxid

SiO_2

Roter Jaspis

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie
Jaspisvarietät

Oxid

SiO_2

Leopardenfelljaspis

Quarzgruppe
Chalzedonfamilie
Jaspisvarietät

Oxid

SiO_2

V. Mineralklasse: Carbonate und Nitrate

- Aragonit
- Azurit
- Calcit
- Dolomit
- Magnesit
- Malachit

V. Mineralklasse: Carbonate und Nitrate (CO_3 , NO_3)

Carbonate und Nitrate sind Verbindungen von Metallen und Halbmetallen mit der Carbonatgruppe CO_3 oder der Nitratgruppe NO_3 .

Carbonat-Minereale bilden meist gute, regelmäßige Kristalle ohne Einschlüsse aus. Sie haben oft blasser Farben und leuchten wenig.

Carbonate sind wichtig für Tiere und Menschen. Ihre Knochen und Zähne bestehen aus Carbonaten.

Nitrate haben häufig eine geringe Härte, viele sind leicht wasserlöslich. Sie bilden nur selten Kristalle. Nitrate werden als Dünger und für Sprengstoffe

Aragonit

Carbonat
 CaCO_3

Azurit

Carbonat
 $\text{Cu}_3(\text{OH}|\text{CO}_3)_2$

Calcit

Kalkspat

Carbonat
 CaCO_3

Dolomit

Dolomitspat

Carbonat
 $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$

Magnesit

Carbonat
 MgCO_3

Malachit

Carbonat
 $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2|\text{CO}_3]$

VI. Mineralklasse

Borate

- Borax

VI. Mineralklasse Borate (BO_3)

Borate sind Verbindungen von Metallen und Halbmetallen mit der Boratgruppe BO_3 .

Es gibt mehr als 100 Boratminerale. Ein bekanntes Mineral dieser Klasse ist Borax.

Boratminerale haben meist blasser Farben. Sie sind relativ leicht und weich.

Borate entstehen häufig durch Eindampfung von Salzwasser. Sie lagern sich dann zwischen Sedimentgesteinen ein.

Borax

Borat



VII. Mineralklasse Sulfate und verwandte Verbindungen

- Anhydrit
- Baryt
- Gips
- Marienglas
- Sandrose

VII. Mineralklasse

Sulfate ($[\text{SO}_4]^{2-}$) und verwandte Verbindungen

(Chromate, Molybdate, Wolframate ...)

Sulfate sind Salze der Schwefelsäure. Sie entstehen aus Verbindungen von Metallen mit der Sulfatgruppe (SO_4).

Sulfate kommen eher selten vor. Viele entstehen durch Verdunstungen.

Sulfathaltige Minerale haben meist helle Farben. Sie sind häufig nicht sehr hart.

Anhydrit

Sulfat
 CaSO_4

Baryt

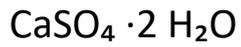
Schwerspat

Sulfat
 BaSO_4

Gips

Selenit - Gipsspat

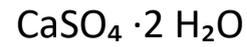
Sulfat



Marienglas

Gipsvarietät

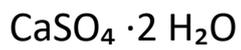
Sulfat



Sandrose

Gipsvarietät

Sulfat



VIII. Mineralklasse Phosphate und verwandte Verbindungen

- Apatit
- Türkis

VIII. Mineralklasse Phosphate (PO_4) und verwandte Verbindungen (Arsenate, Vanadate)

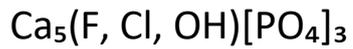
Phosphate sind Verbindungen aus Metallen mit der Phosphatgruppe PO_4 .

Viele Phosphatminerale haben kräftige Farben und bilden gute Kristalle aus. Sie haben eine geringe bis mittlere Härte.

Manche Phosphate haben einen hohen Bleigehalt, andere sind radioaktiv. Phosphate sind wichtig für die Knochen und Zähne der Tiere.

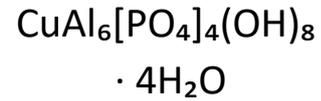
Apatit

Phosphat



Türkis

Phosphat



IX. Mineralklasse Silikate und verwandte Verbindungen

- verschiedene Silikatgruppen

IX. Mineralklasse

Silikate (SiO_4) und verwandte Verbindungen

Silikate entstehen aus Verbindungen von Metallen mit Siliziumoxid (SiO_4).

Die Klasse der Silikate ist die größte Klasse aller Mineralien.

75 bis 90 % der Erdkruste besteht aus Silikaten.

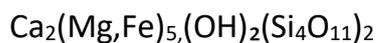
60 bis 65 % der Erdkruste besteht aus Feldspaten.

Alle magmatischen Gesteine bestehen im Wesentlichen aus Silikaten.

Silikate haben eine durchscheinende Transparenz. Sie sind mittelhart bis hart.

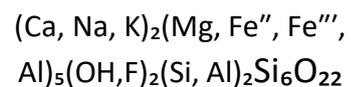
Aktinolith

Silikat



Hornblende

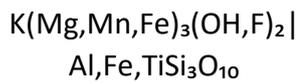
Silikat



Biotit

Dunkelglimmer

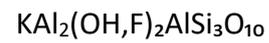
Silikat



Muskovit

Hellglimmer

Silikat



Albit

Natronfeldspat

Silikat



Anorthit

Kalkfeldspat

Silikat



Amazonit

Silikat



Mikroklin

Kalifeldspat

Silikat



Mondstein

Silikat
 KAlSi_3O_8

Orthoklas

Kalifeldspat

Silikat
 KAlSi_3O_8

Sonnenstein

Silikat
 $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}]$

Oligoklas

Silikat
 $(\text{Na,Ca})(\text{Si,Al})_2\text{Si}_2\text{O}_8$

Almandin

Silikat
 $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$

Diopsid

Silikat
 $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

Augit

Silikat
(Ca, Na)(Mg, Fe^{II}, Fe^{III}, Ti)
(Si, Al)₂O₆

Bronzit

Silikat
Mg₂[Si₂O₆]

Lasurit

Silikat
(Na,Ca)₈(SO₄,
S,Cl)₂(AlSiO₄)₆

Sodalith

Silikat
Na₈Cl₂(Al₆Si₆O₂₄)

Kaolinit

Silikat
Al₂[(OH)₈|Si₄O₁₀]

Dysthen

Kyanit

Silikat
Al₂[(O|SiO₄)]

Leucit

Silikat
 KAlSi_2O_6

Stilbit

Silikat
 $\text{NaCa}_2\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

Zirkon

Silikat
 ZrSiO_4

Talk

glimmerartiges Schichtsilikat

Silikat
 $\text{Mg}_3(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}$

Olivin

Peridot, Forsterit

Silikat
 $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{SiO}_4$

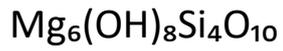
Staurolith

Silikat
 $(\text{Fe}_2, \text{Mg}, \text{Zn})$
 $\text{Al}_9\text{Si}_4\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Serpentin

Antigorit

Silikat



Epidot

Silikat



Beryll

Silikat



Prehnit

Silikat



Sillimanit

Silikat



Andalusit

Silikat



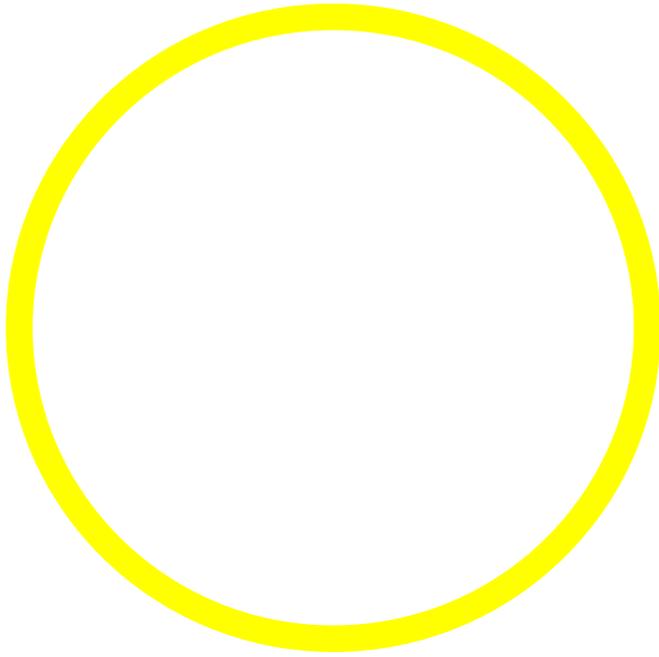
X. Mineralklasse organische Verbindungen

X. Mineralklasse organische Verbindungen (C)

Minerale als organische Verbindungen enthalten hauptsächlich Kohlenstoff (C).

Bei diesen Mineralen handelt es sich um Kohlenwasserstoffe, Harze und organische Säuren.

Die Wissenschaftler sind sich nicht einig darüber, ob Bernstein ein Mineral ist.



Bernstein

harzähnliche Verbindung

78%C, 10 %H, 11%O,
wenig S

