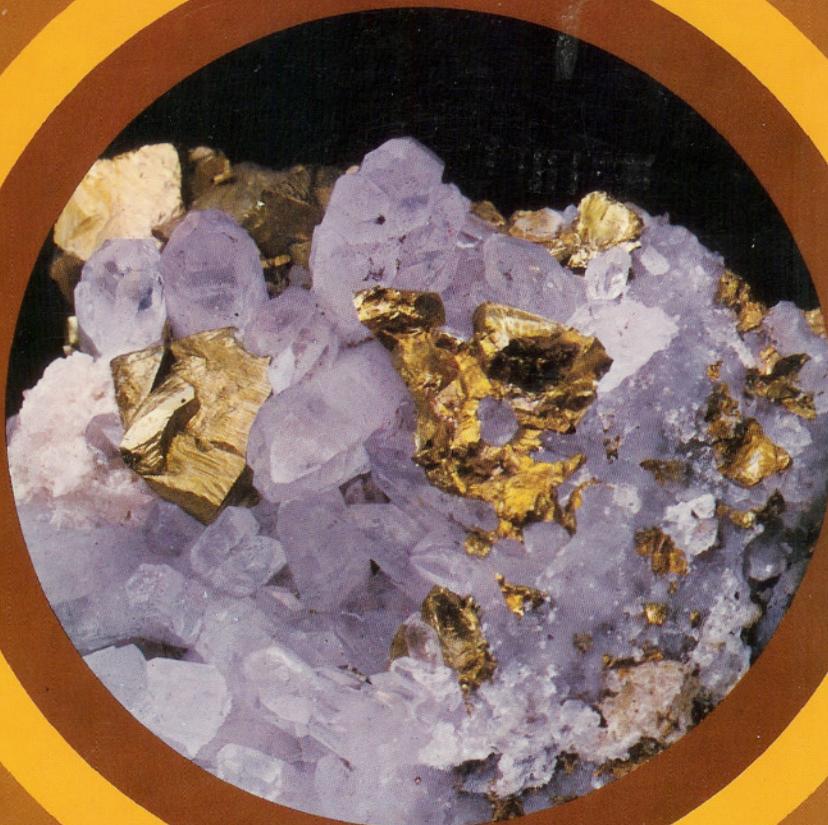


# PHILIPS



# D

# Anleitungsbuch für Mineralogie CE 1460



© Philips GmbH, Bereich Technische Spielwaren, Hamburg – 1977/2

Fotos : Klaus-Jürgen Schnigge

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und fotomechanische Wiedergabe – auch auszugsweise – nicht gestattet.

Wir übernehmen keine Gewähr, daß die in diesem Buch enthaltenen Angaben frei von Schutzrechten sind.

Technische Änderungen vorbehalten.

**Anleitungsbuch**

**Mineralogie**

**CE 1460**

## Vorwort

Herzlichen Glückwunsch zu deinem neuen Mineralogie-Experimentierkasten.

Du hast damit den ersten Kontakt zu einem Teil deiner Umwelt geschaffen, die von vielen Menschen als selbstverständlich hingenommen wird. Anhand der Proben, die diesem Experimentierkasten beiliegen, und mit Hilfe des Anleitungsbuches lernst du, wie man Gesteine und Mineralien bestimmt. Ohne Vorkenntnisse kannst du sofort in die praktische Arbeit einsteigen, wenn du dich nach den Arbeitsaufträgen des Anleitungsbuches richtest.

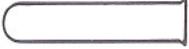
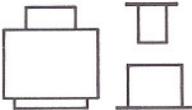
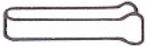
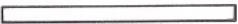
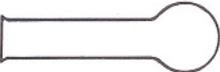
Im Mineralregister findest du Fotos von Mineralien, bei deren Zusammenstellung es weniger darum ging, vom Aussehen her besonders schöne Exemplare zu zeigen, sondern mehr solche, an denen typische Merkmale zu erkennen sind.

Vielleicht wirst du durch die Arbeit mit diesem Experimentierkasten ein neues Hobby entdecken und zukünftig – eventuell auf Urlaubsreisen – selbst Minerale sammeln und bestimmen.

Wir wünschen dir viel Erfolg.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	2
Einzelteile	4
Hinweise für die Arbeit	6
Gesteine und Mineralien	8
1. Form und Farbe der Mineralien	9
2. Strichfarbe der Mineralien	10
3. Bestimmung der Minerale Chalkopyrit, Pyrit, Pyrrhotin, Galenit, Graphit	12
4. Ritzhärtebestimmung	12
5. Magnetismus	14
6. Spaltbarkeit	15
7. Spektroskopische Analyse	16
Beschreibung der Minerale Graphit, Galenit, Pyrit, Chalkopyrit, Pyrrhotin	18
8. Spezifisches Gewicht	18
9. Bestimmung der Mineralien mit der weißen Strichfarbe	20
9.1. Gruppe I – Talk, Gips, Biotit	20
9.2. Gruppe II – Calcit, Baryt, Fluorit	22
9.3. Gruppe III – Amethyst, Bergkristall, Kalifeldspat, Anthophyllitbest	24
Beschreibung der Minerale Talk, Gips, Biotit, Calcit, Baryt, Fluorit, Amethyst, Bergkristall, Kalifeldspat, Anthophyllitbest	26
10. Bestimmung der Mineralien mit der gelben bis braunen Strichfarbe	27
Beschreibung der Minerale Limonit und Sphalerit	28
11. Chemische Analyse	29
Tabelle der chemischen Elemente	29
12. Chemische Analyse für Limonit und Sphalerit	30
13. Chemische Analyse für Pyrit, Chalkopyrit, Pyrrhotin, Galenit, Graphit	32
14. Bestimmung der Minerale Hämatit, Malachit und Schwefel	36
15. Weitere Bestimmungsformen für Mineralien	40
16. Zusammenfassung wichtiger Bestimmungsmöglichkeiten	43
17. Die Fluoreszenz einiger Minerale	47
Mineralregister	48
Farbtafel: Kristallformen	50
Erläuterung der Mineralbeschreibungen	51
Farbtafeln und Mineralbeschreibungen	52
18. Entstehung der Minerale	82
19. Allgemeine Ordnung der Minerale	84
20. Merkmale von Mineralien	87
21. Anleitung zu einer eigenen Mineraliensammlung	90
22. Wie eine Mineraliensammlung angelegt wird	94
Bestimmungstabelle nach Strichfarbe und Härte	96

Teil	Bestell.-Nr.	Bezeichnung	Inhalt
	349.4001	Becherglas	1
	4005	Reagenzgläser	2
	4008	Glasrohr	2
	4009	Uhrglas	1
	4016	Spiritusbrenner	1
	4018	Docht	1
	4023	Pinzette	1
	4025	Lackmuspapier	10
	4037	Stabmagnet	1
	4065	Plastik-Flasche für Salzsäure	1
	4066	Plastik-Flasche für Schwefelsäure	1
	4072	Kupferblech	1
	4075	Magnesiastäbchen	2
	4120	Reagenzglasklammer (mit kleiner Ausbuchtung für Glühkölbchen)	1
	4121	Strichtafel	1
	4122	Lupe	1
	4123	Glasplatte	1
	4124	Glühröhrchen (Röstrohr)	2
	4125	Glühkölbchen	1

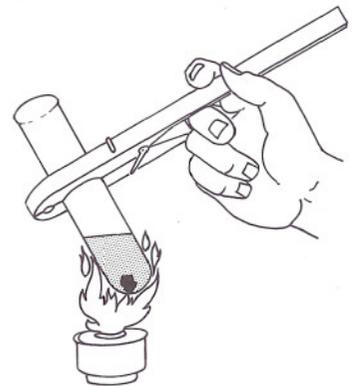
Teil	Bestell.-Nr.	Bezeichnung	Inhalt
	349.4126	Stahlstift 40 mm	1
	4147	Kupferdraht 10 cm	1
	4148	Pfeifenreiniger	3
	5021	Kompaß	1
<b>Chemikalien:</b>			
	4047	Soda	1
	4060	gelbes Blutlaugensalz	1
	4063	Borax	1
	4108	Phosphorsalz	1
	4109	Ammoniumrhodanid	1
<b>Mineralien</b>			
	4127	Amethyst	2
	4128	Anthophyllitasbest	2
	4129	Baryt	2
	4130	Bergkristall	2
	4131	Biotit	2
	4139	Calcit	2
	4132	Chalkopyrit	1
	4134	Fluorit	2
	4135	Galenit	2
	4136	Gips	2
	4137	Graphit	2
	4138	Hämatit	2
	4133	Kalifeldspat	2
	4140	Limonit	2
	4142	Malachit	2
	4143	Pyrit	2
	4141	Pyrrhotin	1
	4144	Schwefel	2
	4146	Sphalerit	1
	4145	Talk	2
	4296	Anleitungsbuch	1

### Hinweise für die Arbeit

Sicher möchtest du mit deinem neuen Mineralienkasten nun sofort die ersten Versuche durchführen. Doch bevor du mit den ersten Versuchen beginnst, solltest du die folgenden Hinweise aufmerksam lesen. Du kannst dir dadurch unnötige Fehler beim Experimentieren ersparen. Nur die gelungenen Versuche können dir Erkenntnisse vermitteln.

### Und nun beachte:

1. Am günstigsten richtest du dir deinen Arbeitsplatz in der Küche, in einem Keller- oder Bodenraum mit guter Lüftungsmöglichkeit ein. Sprich mit deinen Eltern darüber, wo bei euch der beste Platz dafür ist. Sehr praktisch wäre es, wenn du einen Wasseranschluß in der Nähe hättest.
2. Schütze deinen Arbeitsplatz durch eine Auflage. Das kann eine nicht mehr benötigte Platte oder ein altes Wachstuch sein. Auch eine große Plastikfolie ist gut geeignet. Trage bei der Durchführung der Experimente für alle Fälle eine alte Schürze oder einen Kittel. Außerdem ist es ratsam, daß du stets einen Lappen bereitlegst, mit dem du jederzeit vergossene Flüssigkeiten schnell aufwischen kannst. Wasche dir die Hände, wenn du die Experimente beendet hast.
3. Vor der Ausführung eines Versuches solltest du die Anweisung erst immer **ganz** lesen, damit dir die einzelnen Arbeitsschritte klar werden. Du kannst dir dann vorher schon die Geräte und Chemikalien bereitstellen und verlierst während des Experiments keine Zeit damit.
4. Führe nur **einen** Versuch durch und räume dann erst wieder deinen Arbeitsplatz auf, bevor du mit dem nächsten Experiment beginnst. Halte den Mineralogiekasten gut verschlossen, wenn du nicht damit arbeitest. Hast du noch kleinere Geschwister, so stelle ihn immer so gut weg, daß sie ihn nicht erreichen können. Schließe ihn am besten ein.
5. Verwende bei den Experimenten stets nur die angegebenen Chemikalienmengen. Durch größere Mengen erzielst du keine besseren Ergebnisse. Im Gegenteil, der Versuch kann eventuell mißlingen. Nicht gebrauchte Proben fülle am besten sofort wieder in die Vorratsröhrchen zurück. Bewahre Chemikalien aber **niemals** in Eß- oder Trinkgefäßen auf.
6. Wenn du einen Geruch prüfen willst, halte niemals die Nase direkt darüber. Fächle dir mit der Hand über dem Gefäß etwas Luft zu. Manche Gase haben nämlich einen sehr stechenden Geruch oder können in starker Konzentration die Schleimhäute reizen.
7. Soll in einem Reagenzglas etwas erwärmt werden, so verwende dazu nur die großen, hitzebeständigen Reagenzgläser. In den Versuchsanleitungen werden sie kurz „große Reagenzgläser“ genannt. Spanne sie immer in die Reagenzglasklammer. Halte das Glas schräg, so daß die Öffnung von dir fortzeigt und auch auf keinen anderen Menschen gerichtet ist. Erwärme dann den Boden des Glases und bewege es dabei leicht in der Spiritusflamme hin und her.

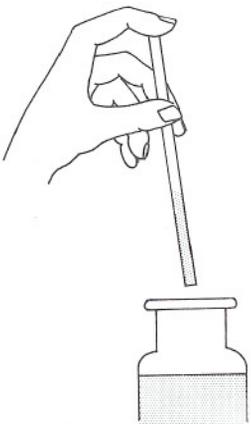


8. Glasgefäße, auch solche, die als hitzebeständig gelten, müssen beim Erhitzen sorgfältig behandelt werden, damit sie nicht zerspringen. Achte deshalb immer darauf, daß sie außen trocken sind, bevor sie in die Flamme gehalten werden. Besonders empfindlich sind Glasgeräte gegenüber plötzlichen Temperaturschwankungen. Erhitztes Glas darf also niemals in kaltes Wasser getaucht werden!



9. Vor dem ersten Experiment mußt du den Spiritusbrenner mit Brennspiritus füllen, den du in jeder Drogerie erhältst. Benutze dazu einen Trichter. Außerdem mußt du den Docht durch den Dochthalter ziehen und in den Brenner einsetzen. Soll der Brenner später nachgefüllt werden, so mußt du **auf jeden Fall** vorher die Flamme löschen. Stelle vor dem Entzünden die Spiritusflasche beiseite.

10. Aus Sicherheitsgründen sind diesem Mineralienkasten keine Säuren und Laugen beigegeben worden, da die Flaschen beim Transport evtl. beschädigt werden könnten und der Inhalt des Kastens dann verdorben wäre. Die Säuren sowie einige nicht beiliegende Chemikalien mußt du dir in einer Apotheke oder Drogerie kaufen. Einige Chemikalien und Flüssigkeiten sind im Buch, bei den Versuchen, als gefährlich bezeichnet. Sprich mit deinen Eltern, ob du sie benutzen darfst. Du kannst sie dann ebenfalls in einer Apotheke, Drogerie oder Chemikalienhandlung kaufen.

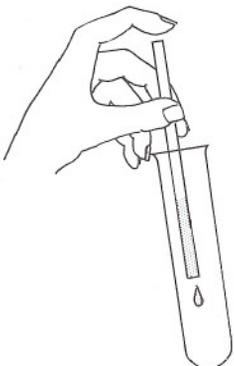


11. Beim Verdünnen von Säuren mußt du immer langsam die Säure ins Wasser gießen – nie umgekehrt! Beim Erhitzen von Säuren oder Laugen das Glas mit der Klammer schräge so über die Flamme halten, daß die Öffnung von dir wegzeigt. Die Flüssigkeiten von den Versuchen immer in ein großes Gefäß mit Wasser gießen, es ist besser, stets alle Flüssigkeiten erst mit Wasser stark zu verdünnen, bevor du sie in den Ausguß schüttest.

12. Um Säuren oder Reagenzlösungen auf die Probe zu geben, benutzt du ein Glasrohr als Tropfgeber. Dafür tauchst du das saubere Glasrohr nur etwa 1 bis 2 cm tief in die Flüssigkeit, die du zugeben willst. Dann hältst du das obere Ende des Rohres zu und bringst das Rohr in das Glas, wo die Flüssigkeit hinein soll. Jetzt kannst du durch Anheben des Fingers von der Rohröffnung tropfenweise die Flüssigkeit zugeben. Am besten übst du diese tropfenweise Zugabe von Flüssigkeiten zuerst einmal mit Wasser in einem leeren Glas.

13. Alle Experimente sollten nur mit sauberen Geräten durchgeführt werden. Glasgefäße können leicht mit Wasser gereinigt werden, dem du etwas Spülmittel beigibst. Hartnäckige Verschmutzungen, besonders Kalkrückstände, lassen sich mit verdünnter Salzsäure entfernen. Du mußt allerdings immer mit klarem Wasser nachspülen. Die dünnen, einseitig geschlossenen und offenen Glasröhrchen reinigst du am besten mit Hilfe eines Pfeifenreinigers. Ein guter Rat zum Schluß: Am einfachsten lassen sich die Geräte sofort nach dem Experiment reinigen (Kap. 14.33).

14. Es empfiehlt sich, daß du bei den Versuchen eine Schutzbrille trägst. (349. 4149).



## **Gesteine und Mineralien**

Auf Spaziergängen oder Wanderungen am Strand oder im Gebirge hast du sicherlich schon häufig Steine gefunden, die du aufgehoben und betrachtet hast, weil sie sich von den Steinen ihrer Umgebung unterschieden oder weil sie in der Sonne glitzerten.

Vielleicht hast du schon Steine entdeckt, bei denen du meinstest, sie müßten Gold oder Silber enthalten, weil dich die Farbe der Steine an diese Metalle erinnerte.

Nur geübte Menschen können Steine nach bloßem Betrachten bestimmen. Es gibt aber auch für den ungeübten Betrachter Möglichkeiten, die ihn in die Lage versetzen, einem Stein mit relativer Sicherheit den richtigen Namen zuzuordnen. Dieser Experimentierkasten soll dir helfen, diese Fertigkeit zu erwerben.

Zunächst mußt du zwei Begriffe unterscheiden lernen: **Gestein** und **Mineral**. Minerale und Gesteine bilden zusammen die feste Kruste der Erde, sind der Boden auf dem wir leben, Häuser bauen und Ackerbau betreiben. Sie sind aber auch das Material, aus dem Berge und Gebirge bestehen, aus denen Kohle und Erze abgebaut werden.

Gesteine sind „vergesellschaftete“ Minerale, das heißt, verschiedene Minerale sind im Gestein zusammengeschlossen, sind in einer Art Gesellschaft aus der flüssigen Magmamasse des Erdinneren erkaltet.

Jedoch nicht alle Gesteine und Minerale, die wir heute kennen, sind magnetischen Ursprungs. Viele sind erst später entstanden, sie sind sozusagen „aus zweiter Hand“. Dabei hat der Einfluß der Witterung – die Verwitterung – eine große Rolle gespielt. Im Anhang kannst du im Kapitel „Die Entstehung der Minerale“ mehr darüber erfahren.

## **Die Mineralien deines Experimentierkastens**

In deinem Experimentierkasten hast du keine Gesteine, sondern Mineralien. Wenn du die einzelnen Mineralien genauer betrachtest, kannst du an einigen auch fremde Mineralienreste erkennen.

Du wunderst dich wahrscheinlich, daß die einzelnen Mineralien nicht benannt sind. Der Experimentierkasten und das Buch sind so aufgebaut, daß du die Mineralien selbst bestimmen kannst. Du brauchst keine Sorge zu haben, daß dir dies eventuell nicht gelingen könnte. Jedes deiner Mineralien hat typische Merkmale, die du bald erkennen wirst, so daß du schließlich jedem Mineral auch den richtigen Namen zuordnest.

Wichtig ist allerdings, daß du genau liest, sorgfältig arbeitest und gut beobachtest. Beachte auch die Hinweise, die dir gegeben werden, wenn du Chemikalien bei der Bestimmung verwenden mußt.

Im Anhang findest du jedes Mineral noch einmal abgebildet und beschriftet.

# 1. Form und Farbe der Mineralien

In diesem Experimentierkasten liegen folgende 20 Mineralien:

Amethyst	Graphit
Anthophyllitasbest	Hämatit
Baryt	Kalifeldspat
Bergkristall	Limonit
Biotit	Malachit
Calcit	Pyrit
Chalkopyrit	Pyrrhotin
Fluorit	Schwefel
Galenit	Sphalerit
Gips	Talk

Von jedem Mineral hast du je nach Größe 1 bis 2 Probestücke.

- 1.1. Teile ein Blatt Zeichenpapier in 20 gleichgroße Felder auf und schreibe in jedes Feld oben den Namen eines der Minerale. Du kannst diesen vorbereiteten Bogen in den Deckel deines Laborkastens legen. Immer dann, wenn du ein Mineral genau bestimmt hast, ordnest du es in diese vorbereiteten Felder ein. Du sollst nun mit Hilfe dieses Buches die Mineralien bestimmen. Es ist nicht möglich, alle Mineralien gleichzeitig zu untersuchen. Deshalb mußt du sie nach bestimmten Merkmalen ordnen. Beim ersten Hinsehen bietet sich dabei die Farbe und die Form des Minerals an.
- 1.2. Sortiere auf einem zweiten Zeichenblatt deine Mineralien nach den Farben Gelb, Grün, Violett, Weiß, Braun, Goldglanz, Silberglanz und Rostfarben. Nimm von jedem Mineral nur ein Probestück. So könnte dein Ergebnis aussehen:

<b>gelb</b> Schwefel	<b>violett</b> Amethyst	<b>rostfarben</b> Hämatit	<b>silberglanz</b> Graphit Galenit
<b>grün</b> Malachit Fluorit	<b>weiß</b> Calcit Gips Bergkristall Talk	<b>braun</b> Limonit Baryt Sphalerit Kalifeldspat	<b>goldglanz</b> Biotit Pyrit Chalkopyrit Pyrrhotin Anthophyllitasbest

Das Wort „könnte“ weist schon darauf hin, daß dein Ergebnis auch anders ausfallen kann. Möglicherweise hast du der Farbe Grün nicht nur 2, sondern insgesamt 6 Minerale zugeordnet, der Farbe Silberglanz nur 2, der Farbe Braun nicht 3, sondern nur eins usw. Die Farbe des Minerals wird durch seine chemische Zusammensetzung bedingt. Geringe Beimengungen von anderen Substanzen können verursachen, daß Minerale in verschiedenen Farbtönen auftreten. Man kann sich dann bei der Bestimmung sehr irren.

- 1.3. Betrachte nun die äußere Form der Minerale. Nimm die Lupe zu Hilfe.

- 1.4. Halte die Minerale gegen Licht, beispielsweise gegen das Licht einer Stehlampe.

Du hast sicherlich bemerkt, daß einige Minerale lichtdurchlässig sind, andere wieder nicht.

Bei den lichtdurchlässigen erkennt man in einigen deutlich glatte Flächen, so, als wären sie aneinandergewachsen. Diese ebenen glatten Flächen sind charakteristisch für Kristallbildungen.

Unter günstigen Bedingungen erstarren Minerale zu Kristallen, die symmetrisch sind, z. B. zu Würfeln, Pyramiden oder anderen Formen. Meistens behindern sich die einzelnen Kristalle beim Wachsen jedoch gegenseitig. Die Formen sind dann nicht voll ausgebildet. So ist es schwer, das Mineral nach seiner Kristallform zu bestimmen.

Kristallform und Farbe sind oft nur ungenügende Erkennungsmittel für Mineralien, sind deshalb auch nur bedingt geeignet, die Mineralien zu bestimmten Gruppen zusammenzufassen.

## 2. Strichfarbe der Mineralien

Charakteristischer als die Erscheinungsfarbe des Minerals ist oft die Farbe des Pulvers, die sogenannte Strichfarbe.

- 2.1. In deinem Experimentierkasten ist eine unglasierte Porzellantafel. Erzeuge durch Reiben mit dem eindeutig gelben Mineral – es ist der Schwefel – auf der Porzellantafel einen Strich.

- 2.2. Verreibe den Strich leicht mit dem Finger und betrachte ihn. Der Strich ist weiß, hat aber einen gelben Schimmer.

Schwefel erzeugt immer diese weißgelbe Strichfarbe.

- 2.3. Nun versuche dasselbe mit dem violetten Mineral, das gut kristallisiert ist.

Du hast einen violett schimmernden Strich erwartet, aber er ist weiß. Strichfarbe und äußere Farbe eines Minerals stimmen oft nicht überein. Wesentlich für die Strichfarbe ist jedoch, daß sie keine Rücksicht auf die Farbtonungen nimmt, in denen das Mineral vorkommt. Der Fluorit z. B., der sich auch unter den Mineralen deines Experimentierkastens befindet, kann grün, blau, violett oder gelbbraun getönt sein. Führst du jedoch die Strichprobe durch, erhältst du, egal ob du grünen, blauen, violetten oder gelbbraunen Fluorit nimmst, stets einen weißen Strich.

Du kannst mit Hilfe der Strichfarbe deine Mineralien gruppieren.

2.4. Teile einen Bogen Papier in 5 Felder auf und schreibe in jedes Feld eine der nachfolgenden Farben:  
 Weiß, Braun, Rotbraun, Schwarz, Hellgrün. Innerhalb dieser Farben sind leichte Tönungen möglich.

2.5. Prüfe jetzt die Strichfarbe jedes Minerals, indem du mit dem Mineral auf der Porzellantafel einen Strich erzeugst, den du anschließend mit dem Finger leicht verreibst.  
 Betrachte den Strich mit der Lupe bei gutem Licht (Tageslicht) und ordne die Minerale den 5 Feldern auf deinem Zeichenbogen zu. Betrachte nach Beendigung der Arbeit deine Strichfarbgruppierungen. Den Farben Rotbraun, Hellgrün und Weiß hast du nur jeweils ein Mineral zuordnen können. Es sind:

- Schwefel – Strichfarbe Weißgelb
- Hämatit – Strichfarbe Rotbraun
- Malachit – Strichfarbe Hellgrün

2.6. Ordne die 3 Minerale zunächst in die entsprechenden Felder deines vorbereiteten Zeichenblattes im Kastendeckel ein. Du kannst sie später noch genauer untersuchen.  
 Den anderen Farben hast du 2 bzw. 5, dem Weiß sogar 10 Minerale zugeordnet.

<b>weiß</b>	<b>schwarz</b>
Calcit	Graphit
Fluorit	Galenit
Bergkristall	Pyrrhotin
Amethyst	Chalkopyrit
Baryt	Pyrit
Anthophyllitasbest	
Schwefel	<b>braun</b>
Gips	Sphalerit
Kalifeldspat	Limonit
Biotit	
Talk	

Um weitere Bestimmungsformen kennenzulernen, wende dich jetzt den 5 Mineralien zu, die du mit der Strichfarbe Schwarz herausgesucht hast. Arbeite vorläufig nur mit diesen 5 Mineralen. Damit die anderen Minerale dich am Arbeitsplatz nicht stören, lege sie nach Strichfarben geordnet in Briefumschläge.

### 3. Bestimmung der Minerale Chalkopyrit, Pyrit, Pyrrhotin, Galenit, Graphit

- 3.1. Lege die 5 Minerale mit dem schwarzen Strich nebeneinander und betrachte sie.  
Alle haben einen metallglänzenden Schimmer.
- 3.2. Nimm das schwarze Mineral und versuche, auf einem Blatt Papier damit zu malen.
- 3.3. Versuche es zum Vergleich auch mit dem bleigrauen Mineral.  
Einen Strich hinterläßt nur das schwarze Mineral. Es heißt Graphit.  
Graphit schreibt auf Papier.  
Das bleigraue Mineral ist Galenit. Mit Galenit kann man auf Papier nicht schreiben.  
Die drei anderen Minerale lassen sich durch bloßes Betrachten kaum voneinander unterscheiden. Sie sind messinggelb bis bronzegelb und können an der Oberfläche bunt angelaufen sein.  
Die Unterscheidung wird dir mit den Versuchsgruppen 4, 5 und 6 gelingen.

Mineral	Aussehen	Besondere Eigenschaft	Strichfarbe
Graphit	schwarz	schreibt auf Papier	schwarz glänzend
Galenit	bleigrau	—	schwarz-grau
Pyrit	messinggelb mit Anlauffarben	—	schwarz-grünlich
Chalkopyrit	messing- oder goldgelb mit Anlauffarben	—	schwarz-grünlich
Pyrrhotin	gold oder bronzegelb mit Anlauffarben	—	schwarz-grau

### 4. Ritzhärtebestimmung

#### Prüfung bei Graphit, Galenit, Pyrit, Chalkopyrit und Pyrrhotin

- 4.1. Versuche mit dem Fingernagel die 5 Minerale zu ritzen.  
Bei einem Mineral – es ist der Graphit – gelingt dir das ganz leicht, bei allen anderen nicht. Minerale haben nicht alle die gleiche Härte. Graphit z. B. ist weicher als die 4 anderen Minerale, oder, anders ausgedrückt, die 4 anderen Minerale sind härter als Graphit.  
Es gilt für die Härte folgender Grundsatz: Kann ein Mineral von einem zweiten geritzt werden, so ist das zweite härter als das erste.  
Nach diesem Grundsatz wurde eine Härteskala von 10 Stufen aufgestellt. Dabei weist die Stufe 1 die geringste Härte, die Stufe 10 die größte Härte auf. Alle Gesteine und Mineralien lassen sich in diese 10 Stufen einordnen.

Für jede Stufe gibt es einen typischen Vertreter, von denen du einige – sie sind mit einem Kreuz gekennzeichnet – auch in deinem Experimentierkasten hast.

Härte 1	=	Talk*)
Härte 2	=	Gips*)
Härte 3	=	Calcit*)
Härte 4	=	Fluorit*)
Härte 5	=	Apatit
Härte 6	=	Kalifeldspat*)
Härte 7	=	Quarz (Bergkristall, Amethyst*)
Härte 8	=	Topas
Härte 9	=	Korund
Härte 10	=	Diamant

In deinem Experimentierkasten liegen noch 3 Hilfsmittel zur ungefähren Ritzhärtebestimmung. Es ist das Kupferblech (Härte 3), die Glasscheibe (Härte 5) und der Stahlstift (Härte 6). Natürlich steht dir auch dein Fingernagel (Härte 2) zur Verfügung.

Bei Versuch 4.1. hast du schon festgestellt, daß du Graphit mit dem Fingernagel ritzen kannst.

Graphit hat die Härte 1

- 4.2. Ritze mit dem Kupferblech (Härte 3) die 4 Minerale, die du nicht mit dem Fingernagel ritzen konntest. Betrachte mit der Lupe. Es gelingt dir nur deutlich bei einem Mineral. – Es ist der Galenit.

Galenit hat die Härte 2,5–3

Alle anderen Minerale sind härter als Kupferblech.

- 4.3. Ritze nun die verbleibenden 3 Minerale mit der Glasscheibe (Härte 5) und betrachte mit der Lupe. Du kannst 2 Minerale ritzen. Das

Chalkopyrit – Härte 3,5–4

und das

Pyrrhotin – Härte 4

- 4.4. Benutze den Stahlnagel (Härte 6) und versuche, das letzte Mineral – Pyrit – zu ritzen. Betrachte mit der Lupe. Du kannst Pyrit mit dem Stahlnagel nicht ritzen. Es ist mindestens genauso hart wie der Stahlnagel.

Pyrit – Härte 6–6,5

Galenit, Graphit und Pyrit unterscheiden sich sehr deutlich in der Ritzhärte.

Chalkopyrit und Pyrrhotin hingegen kannst du auch nach dieser Bestimmung noch nicht voneinander unterscheiden, weil sie etwa die gleiche Härte aufweisen. Bei der nächsten Bestimmung gelingt die Unterscheidung sehr deutlich.

## 5. Magnetismus

### Prüfung bei den Mineralien Chalkopyrit, Pyrit, Pyrrhotin, Graphit, Galenit.

Zwei weitere Hilfsmittel bei der Mineralbestimmung können Magnet und Kompaß sein.

Einige Mineralien besitzen magnetische Kräfte. Diese sind manchmal so stark, daß man das Mineral wie einen Magneten benutzen kann. Oft sind die Kräfte auch nur so schwach, daß sie eben noch mit Hilfe der Kompaßnadel nachweisbar sind.

Andere Mineralien haben keine eigenen magnetischen Kräfte, werden aber von einem Magneten angezogen. In den allermeisten Fällen bedeutet das gleichzeitig, daß das Mineral eisenhaltig ist. Nickel und Kobalt werden jedoch auch vom Magneten angezogen.

- 5.1. Prüfe mit den 5 Mineralien Galenit, Graphit, Pyrit, Chalkopyrit und Pyrrhotin, ob sich mit ihrer Hilfe eine Nähnadel anziehen läßt. Die 5 Mineralien vermögen die Nadel nicht aus ihrer Lage zu bewegen. Eine starke magnetische Kraft besitzt keines der 5 Minerale.

- 5.2. Lege nun den Kompaß auf den Tisch und warte, bis die Nadel sich eingependelt hat. Nimm dann eins der beiden Minerale Chalkopyrit oder Pyrrhotin in die Hand und bewege es dicht am Ende der Kompaßnadel hin und her.

- 5.3. Versuche es dann mit dem zweiten Mineral. Mit einem der beiden Minerale – es ist das Pyrrhotin – kannst du die Kompaßnadel bewegen. Pyrrhotin hat schwache magnetische Kräfte. Chalkopyrit bewegt die Kompaßnadel nicht. Es hat keine magnetische Kraft. Mit dem Kompaß ist es dir also möglich, Pyrrhotin von Chalkopyrit zu unterscheiden.

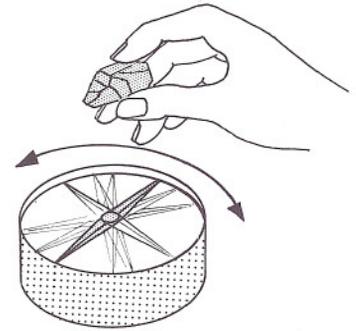
Pyrrhotin lenkt die Kompaßnadel ab

- 5.4. Prüfe jetzt die Minerale Pyrit, Galenit und Graphit. Alle 3 Minerale bewegen die Kompaßnadel nicht. Auch sie besitzen keine magnetischen Kräfte.

- 5.5. Führe den Magneten aus deinem Experimentierkasten an die 5 Minerale heran.

Pyrrhotin wird vom Magneten angezogen

Chalkopyrit, Pyrrhotin und Pyrit enthalten Eisen, allerdings in chemisch gebundener Form. Aber nur Pyrrhotin wird vom Magneten angezogen. Das Eisen von Pyrit läßt sich mit dem Magneten nachweisen, wenn das Mineral längere Zeit geglüht (geröstet) wird. Eine entsprechende Versuchsbeschreibung findest du unter 13.1.–13.9. Galenit und Graphit sind weder eisen- noch nickel- noch kobalthaltig.



Mineral	Aussehen	Besondere Eigenschaft	Härte
Graphit	schwarz	schreibt auf Papier	1
Galenit	bleigrau		2,5–3
Pyrit	messinggelb mit Anlauffarben		6 –6,5
Chalkopyrit	messinggelb mit Anlauffarben		3,5–4
Pyrrhotin	bronzegelb mit Anlauffarben	magnetisch	4

## 6. Spaltbarkeit

### Prüfung bei Galenit, Graphit, Chalkopyrit, Pyrit, Pyrrhotin.

Viele Minerale zeigen eine charakteristische Spaltbarkeit. Sie zerfallen bei mechanischer Bearbeitung (beispielsweise mit einem Hammer) in Bruchstücke, die von ebenen Flächen begrenzt sind oder ebene Flächen zeigen. Diese ebenen Flächen, auch Spaltflächen genannt, laufen parallel zu den Kristallflächen.

Für die Beurteilung der Spaltbarkeit gilt folgender Grundsatz: Je leichter sich Spaltflächen herstellen lassen und je ebener und glatter sie sind, um so besser ist die Spaltbarkeit. Minerale, die schlechte Spaltbarkeit aufweisen, zeigen einen unebenen, muscheligen oder splittrigen Bruch.

Die Güte der Spaltbarkeit wird in vier Gruppen unterteilt:

höchst vollkommen	– Biotit
vollkommen	– Galenit
deutlich	– Fluorit
undeutlich	– Chalkopyrit

- 6.1. Versuche Galenit mit einem Messer zu schneiden und zu schaben. Du stellst fest, daß du Späne abschaben kannst.
- 6.2. Brich mit einer Zange ein kleines Stück Galenit ab. Zerschlage es vorsichtig mit einem Hammer und betrachte die Splitter mit der Lupe. Du siehst viele glatte Flächen und zum Teil würfliche Abspaltungen. Auf den Spaltflächen ist ein hoher Metallglanz.  
Galenit ist vollkommen spaltbar
- 6.3. Versuche Chalkopyrit mit einem Messer zu schneiden oder zu schaben. Brich mit einer Zange ein kleines Stück Chalkopyrit ab. Anschließend zerschlägst du es mit einem Hammer und betrachtest die Spaltprodukte.  
Chalkopyrit läßt sich mit einem Messer nicht schaben. Die Spaltflächen sind uneben und zeigen einen muscheligen Bruch.  
Chalkopyrit ist nur undeutlich spaltbar
- 6.4. Stelle die Spaltbarkeit für Pyrrhotin, Graphit und Pyrit nach Versuch 6.1. und 6.2. fest.  
Bei Graphit läßt sich die Spaltbarkeit schlecht nachweisen. Die beiden Minerale Pyrit und Pyrrhotin zeigen einen ebenso undeutlichen Bruch wie das Chalkopyrit. Keines der 5 Minerale ist so spaltbar wie Galenit.

## 7. Spektroskopische Analyse

Ein sehr altes Mittel zur Bestimmung ist die Flammenfärbung (spektroskopische Analyse). Die meisten Minerale enthalten Metalle. Einige Metalle verraten ihre Anwesenheit dadurch, daß sie, in die Flamme gebracht, die Flammenfarbe verändern.

Benutze diese Analyse, um Chalkopyrit ganz sicher zu bestimmen. Diese Bestimmung kannst du nur in einem abgedunkelten Raum durchführen. Es darf kein Tageslicht auf die Spiritusflamme fallen.

Stelle den Spiritusbrenner zusätzlich vor einem dunklen Hintergrund auf.

- 7.1. Brich mit einer Zange vom Chalkopyrit ein etwa reiskorngroßes Stück ab, wickle es in saubere Aluminium-Folie und lege es auf einen festen Untergrund. Schläge mit einem Hammer auf die Probe. Das Mineralpulver mußt du durch leichtes Reiben mit dem Hammer noch feiner zerdrücken.
- 7.2. Fülle ein Reagenzglas zur Hälfte mit Salzsäure. Stelle es zunächst in einem Marmeladenglas ab.
- 7.3. Nun nimm ein Magnesiastäbchen und halte es in die Flamme des Spiritusbrenners bis das eine Ende glüht.
- 7.4. Tauche jetzt das heiße Ende des Magnesiastäbchens in die Salzsäure — es zischt etwas — und gleich darauf in das vorbereitete Mineralpulver. Etwas Mineralpulver bleibt am Magnesiastäbchen haften.
- 7.5. Halte das Magnesiastäbchen, an dem das Mineralpulver haftet, in die Flamme und beobachte, ob die Flammenfarbe sich verändert. Die Flamme leuchtet zunächst azurblau auf und wird dann grün. Diese Färbung der Flamme verrät die Anwesenheit für Kupfer.

Chalkopyrit enthält Kupfer.

Kupfer leuchtet in der Flamme azurblau, später grün.

Solange in der Flamme noch Salzsäure verdampft, hält sich die azurblaue Färbung. Anschließend schlägt sie in Grün um.

- 7.6. Nimm ein zweites Magnesiastäbchen und wiederhole den Versuch 7.1.—7.7. mit Pyrrhotin, das dem Chalkopyrit so ähnlich sieht. Pyrrhotin verändert die Flamme nicht. Pyrrhotin enthält kein Kupfer.
- 7.7. Bevor du Galenit, Graphit und Pyrit in der Flamme prüfst, reinige die Magnesiastäbchen. Tauche dazu das benutzte Ende des Magnesiastäbchens in Salzsäure und glühe es anschließend aus. Wiederhole diesen Vorgang so lange, bis sich die Flammenfarbe nicht mehr verändert.
- 7.8. Überprüfe nach den Versuchen 7.1.—7.7. Galenit, Graphit und Pyrit in der Flamme. Auch Galenit vermag die Flammenfarbe zu ändern.

Galenit enthält Blei.

Das Blei färbt die Flamme hellblau.

Zum Unterschied zu Kupfer bleibt die Farbe bei Blei hellblau, sie verändert sich nicht zum Grün hin.

Graphit und Pyrit verändern die Farbe der Flamme überhaupt nicht. Nicht alle Metalle lassen sich in der Flamme nachweisen. Die Flammenfarbe verändern nur folgende:

7.9.

Metall	Flammenfarbe
Natrium	gelb
Barium	gelbgrün
Calcium	gelblich-purpurrot, rötliche Spritzer
Kupfer (mit HCl)	azurblau, ins Grüne übergehend
Lithium	karminrot (durch kleinste Mengen Natrium kann die Flamme gelbrot werden)
Kalium	violett (nur selten erkennbar, da Kaliumminerale häufig zusammen mit Natriummineralen vorkommen. Die starke gelbe Natriumflamme überdeckt die violette Kaliumflamme)
Blei	hellblau, nicht ins Grüne übergehend

Du hast mit den Versuchsreihen 4, 5, 6 und 7 für die 5 Minerale charakteristische Merkmale herausgefunden, nach denen es dir nun leichtfällt, die 5 Minerale in die entsprechenden Felder deines zu Anfang hergestellten Zeichenbogens im Kastendeckel einzuordnen.

- Graphit** — Härte 1, schreibt auf Papier.
- Galenit** — Härte 2,5–3, spaltet sehr gut, färbt die Flamme hellblau.
- Pyrrhotin** — so hart wie Chalkopyrit (Härte 4), aber magnetisch.
- Chalkopyrit** — so hart wie Pyrrhotin (Härte 3,5–4), enthält aber Kupfer, das die Flamme azurblau bis grün färbt.
- Pyrit** — ist messinggelb mit Anlauffarben und sehr hart. Härte 6–6,5.

## Beschreibung der Minerale Graphit, Galenit, Pyrit, Chalkopyrit, Pyrrhotin

**Graphit** ist chemisch **Kohlenstoff C** und kommt meist in blättrigen bis schuppigen Aggregaten (Erscheinungsformen) vor, manchmal jedoch auch als erdige Masse. Graphit ist immer schwarz. Es ist ein sehr weiches Mineral mit der Härte 1. Die Strichfarbe ist schwarz.

**Galenit**, auch **Bleiglanz** genannt, ist chemisch **Bleisulfid, PbS**. Es tritt meist in derben bis körnigen Massen auf, bildet aber auch unter günstigen Bedingungen Würfel und dem Würfel verwandte Formen, wobei die Kristalle oberflächlich mattgrau sind. Galenit ist gut spaltbar. Es zeichnet sich aus durch hohen Glanz auf frischen Spaltflächen. Galenit hat nur eine geringe Härte (2,5–3), aber ein hohes spezifisches Gewicht (7,2–7,6). Die Strichfarbe ist schwarzgrau. Galenit ist ein wichtiges Bleierz, das häufig silberhaltig ist.

**Pyrit (Schwefelkies oder Eisenkies)** ist chemisch **Eisensulfid Fe S<sub>2</sub>**. Pyrit kommt oft in derben Massen vor, zeigt aber auch zum Teil gut ausgebildete, dem Würfel ähnliche Kristalle.

Pyrit sieht meistens hell messinggelb aus und hat einen Metallglanz. Es ist unser häufigstes metallglänzendes Mineral von gelber Farbe und wird deshalb fälschlich oft für Gold gehalten (Gold – Härte 2,5–3 – ist weicher als Pyrit). Pyrit hat die Härte 6–6,5 und das spezifische Gewicht 4,9–5,2. Pyrit verwittert zu braunem Limonit. Die Strichfarbe ist grünlich-schwarz.

**Chalkopyrit (Kupferkies) Cu Fe S<sub>2</sub>** ist chemisch **Kupfereisensulfid**. Es tritt überwiegend in dichten Aggregaten auf und zeigt beim Spalten einen muscheligen Bruch. Es hat eine messinggelbe-goldgelbe Farbe, die einen Stich ins Grünliche hat. Häufig läuft Chalkopyrit in bunten Farben an (violett, blau, rot).

Die Härte ist 3,5–4, das spezifische Gewicht 4,1–4,3, die Strichfarbe grünlich-schwarz.

Chalkopyrit ist ein wichtiges Kupfererz.

**Pyrrhotin**, auch **Magnetkies** genannt, ist chemisch **Eisensulfid Fe S**. Es sieht bronzegelb aus und läuft matt an. Es ist leicht magnetisch, hat die Härte 4 und das spezifische Gewicht 4,6–4,8. Pyrrhotin kommt meist in derben Massen vor. Sein Strich ist grauschwarz.

## 8. Spezifisches Gewicht

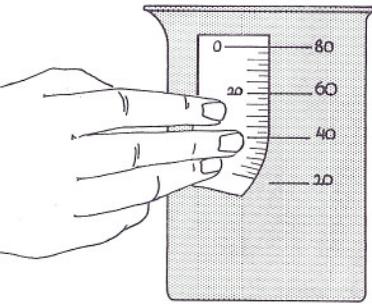
Ein weiterer Anhaltspunkt bei der Mineralbestimmung ist das spezifische Gewicht des Minerals. Das spezifische Gewicht, auch **Dichte** genannt, ist einmal abhängig von der Art der Atome, die im Mineral auftreten, und von der Anordnung ihrer Packung.

Zwei Dinge sind allerdings zu beachten. Willst du das spezifische Gewicht eines Minerals bestimmen, dürfen dem Mineral keine anderen Mineralreste anhaften, und außerdem darf es nicht wasserlöslich sein.

Die nachfolgende Versuchsreihe zeigt dir, wie du das spezifische Gewicht ermitteln kannst.

Voraussetzung dafür ist jedoch eine größere Probe, wie sie dir in deinem Kasten nicht vorliegt. Um die Methode trotzdem kennenzulernen, kannst du es mit einem Stein versuchen.

Du hast dann allerdings keine Kontrolle, ob du richtig gearbeitet hast. Vielleicht besitzt du ein größeres Stück Metall (Eisen oder Blei) oder irgendein Mineral, dessen Namen du kennst, dann benutze dies. Du würdest dann das richtige Ergebnis aus dem Lexikon erfahren können.



- 8.1. Nimm ein Klebeetikett und fertige dir an der langen Seite dieses Etiketts eine 18 mm lange Skala für den Meßbecher an, wobei du alle 3 mm mit einem spitzen Bleistift einen Strich machst. Den obersten Strich (Anfang der Skala) bezeichnest du mit 0, den folgenden mit 5, dann 10, 15, 20, 25 und den letzten mit 30. Wenn du jetzt jeweils auf der Hälfte zwischen zwei Strichen nochmals einen Strich machst, hast du eine Skala, die mit jedem Teilstrich 2,5 ccm anzeigt. Dazwischen kannst du dann schätzen, so daß du ziemlich genau auf 1 ccm messen kannst.
- 8.2. Diese von dir gefertigte Skala klebst du jetzt so auf den Meßbecher aus deinem Laborkasten, daß der oberste Strich deiner Skala, also 0, genau mit 80 der Skala vom Meßbecher übereinstimmt. Teilstrich 20 deiner Skala muß dann genau mit Strich 60 vom Meßbecher übereinstimmen.
- 8.3. Stelle auf einer Briefwaage das Gewicht deines Minerals (Steines) fest und notiere es.  
Hast du keine Briefwaage zur Verfügung, kannst du auch deinen Chemie- oder Physiklehrer bitten, dich die Minerale (Steine) in der Schule auswiegen zu lassen.
- 8.4. Befestige das Mineral (Stein) an einem dünnen Faden (z. B. Nähgarn) und lege es so in den vorbereiteten Meßbecher, daß der Faden über den Rand des Bechers hängt.
- 8.5. Stelle den Becher auf eine waagerechte Fläche (Tisch) und fülle nun den Meßbecher mit Wasser bis zum obersten Strich der Skala. Arbeite möglichst genau.
- 8.6. Mit Hilfe des Fadens nimmst du das Mineral vorsichtig aus dem Meßbecher.  
Der Wasserspiegel sinkt, und zwar genau um so viele Raumteile, wie vorher das Mineral Raum benötigt hat.
- 8.7. Stelle fest, bei welchem Teilstrich der Skala sich der Wasserspiegel jetzt befindet.  
Der jetzige Stand zeigt dir das Volumen (Körperinhalt) des Minerals in ccm an. Du kennst nun 2 Werte des Minerals. Einmal das Gewicht, das du auf der Briefwaage ermittelt hast und zum zweiten das Volumen, also den Raum, den dein Mineral einnimmt.
- 8.8. Errechne jetzt das spezifische Gewicht, indem du das Gewicht (in g) durch das Volumen (in ccm) teilst:

$$\text{spezifisches Gewicht} = \frac{\text{Gewicht (in g)}}{\text{Volumen (in ccm)}}$$

Wenn du z. B. ein Stück Pyrit hast, das 45 g wiegt und 9 ccm Wasser verdrängt, mußt du 45 durch 9 teilen, um das spezifische Gewicht zu errechnen:

$$\frac{45 \text{ g}}{9 \text{ ccm}} = 5$$

## 9. Bestimmung der Mineralien mit der weißen Strichfarbe

Du sollst nun mit den erworbenen Fertigkeiten die 10 Minerale bestimmen, die du zu Anfang mit der Strichfarbe weiß aussortiert hast. Es sind die Minerale Amethyst, Bergkristall, Kalifeldspat, Fluorit, Baryt, Calcit, Biotit, Gips, Talk und Asbest.

Unter ihnen ist ein Mineral, das schuppig aussieht und dessen Farbe schwarz und/oder goldglänzend ist. Nur bei diesem Mineral, es ist Biotit, mußt du bei dem Versuch zu 9.1. mit dem Fingernagel ein Stück abspalten und auf der frischen Spaltfläche die Ritzversuche anstellen.

Um zu einer neuen Gruppierung zu kommen und damit die Bestimmung leichter zu gestalten, stelle für alle 10 Minerale die Härte fest. Verfahre nach den Versuchsbeschreibungen 4.1.–4.4.

Leicht läßt sich der Talk mit deinem Fingernagel ritzen.

Talk = Härte 1

Mit dem Kupferblech kannst du deutlich Gips und Biotit ritzen.

Gips = Härte 2

Biotit = Härte 2,5

Die Glasscheibe schließlich ritzt Calcit, Baryt und Fluorit.

Calcit = Härte 3

Baryt = Härte 3 bis 3,5

Fluorit = Härte 4

4 Mineralien kannst du selbst mit dem Stahlnagel nicht ritzen.

Anthophyllitasbest = Härte 5,5 bis 6

Kalifeldspat = Härte 6

Amethyst = Härte 7

Bergkristall = Härte 7

Talk, Gips und Biotit sollen nun die Gruppe I bilden. Calcit, Baryt, Fluorit die Gruppe II und Amethyst, Bergkristall, Kalifeldspat und Asbest die Gruppe III.

### 9.1. Bestimmung der 3 Minerale der Gruppe I Talk – Gips – Biotit

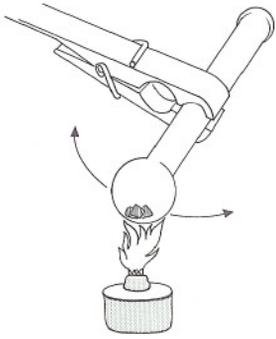
9.1.1. Nimm die 3 Minerale nacheinander zwischen Daumen und Zeigefinger und reibe darauf herum.

Talk (Härte 1) fühlt sich fettig an,

Biotit (H 2,5) und Gips (H 2) nicht.

9.1.2. Brich mit einer Zange je ein reiskorngroßes Stück Biotit und Gips ab. Lege die Proben auf eine saubere Unterlage und zerdrücke sie mit dem Hammer zu Pulver. Verwechsle nicht die Proben.

9.1.3. Fülle nun eins der beiden Pulver in das einseitig geschlossene Glühkölbchen.



Halte mit der Halteklammer das Glühkölbchen in schräger Lage hoch über die Spiritusflamme und bewege es hin und her (Abb.). Nach einem kurzen Moment kannst du näher an die Flamme herangehen. Du solltest jedoch weiterhin das Glühkölbchen leicht hin- und herbewegen – es zerspringt sonst. Beobachte beim Erhitzen das Glühkölbchen.

- 9.1.4. Verfahre mit der 2. Probe in der gleichen Weise.  
Am oberen Ende des Glühkölbchens setzen sich bei Gips Tröpfchen ab.

Gips gibt beim Erhitzen Wasser ab

Dieses Wasser bildet sich zunächst als Dampf, der am kälteren Ende des Glühkölbchens zu Wasser kondensiert.

Bei Biotit bildet sich kein Wasser.

Gips ist ein wasserhaltiges Sulfat, das beim Erhitzen sein Wasser abgibt. Übrig bleibt nach dem Erhitzen fast wasserfreies Sulfat, das man Anhydrit nennt. Anhydrit gibt beim Erhitzen kein Wasser mehr ab.

- 9.1.5. Nimm ein Messer und versuche, Gips, Biotit und Talk damit zu spalten.  
Du kannst von allen 3 Mineralen Schuppen oder Blättchen abspalten, bei Biotit gelingt es am besten.

Gips, Biotit und Talk sind höchst vollkommen spaltbar.

- 9.1.6. Versuche mit Hilfe einer Pinzette, ein längeres Schüppchen Biotit, Gips und Talk vorsichtig zu biegen. Laß dann die eine Seite los und vergleiche.

Wenn du vorsichtig genug bist, kannst du folgendes beobachten. Das gebogene Schüppchen Biotit nimmt, wenn man es losläßt, seine alte Lage wieder ein, während Gips und Talk gebogen bleiben.

Biotit nennt man deshalb auch elastisch biegsam,

Gips und Talk hingegen bezeichnet man nur als biegsam.

- 9.1.7. Vergleiche Biotit, Talk und Gips mit der Lupe.

Biotit ist dunkel bis schwarz. Deutlich kann man die kleinen Schüppchen erkennen, die die Spaltrichtung anzeigen. Häufig hat Biotit goldgelbe Schattierungen. Biotit verwittert zu einem goldgelben Mineral, das man auch Katzensgold nennt.

Gips und Talk sind nicht so deutlich zu erkennen. Sie kommen in verschiedenen Farbtönungen (Farbvarietäten) vor.

- 9.1.8. Du kannst jetzt Talk, Biotit und Gips voneinander unterscheiden; ordne sie in die entsprechenden Felder deines vorbereiteten Bogens ein.

Mineral	Aussehen	Eigenschaften	Härte	Strichfarbe
Talk	weiß, evtl. grünlich	fettig	1	weiß-grünlich
Gips	weiß, evtl. wässrig bunt	1. spaltet in Schuppen, die biegsam sind, 2. gibt beim Erhitzen Wasser ab	2	weiß
Biotit	schwarz, mit goldgelbem Katzensgold besetzt	spaltet in Schuppen, die elastisch biegsam sind	2,5	weiß

## 9.2. Bestimmung der 3 Minerale aus der Gruppe II Calcit – Baryt – Fluorit

9.2.1. Brich von jedem Mineral ein reiskorngroßes Stück ab und lege es dann neben das Mineral, von dem du es abgebrochen hast.

9.2.2. Lege eins der Probestückchen in ein Reagenzglas. Bringe mit Hilfe des Tropfrohrs (siehe Hinweise für die Arbeit) etwas Salzsäure auf die Probe im Reagenzglas und beobachte.

9.2.3. Wiederhole diesen Versuch anschließend mit der 2. und dann mit der 3. Probe und beobachte.

Nur ein Mineral, das Calcit, wird von der Salzsäure angegriffen. Es schäumt, wenn die Salzsäure darauf tropft.

Übergießt man Calcit mit Salzsäure, bildet sich das Gas Kohlendioxid. Daher die Schaumbildung.

Calcit ist ein Karbonat und hat die Formel  $\text{CaCO}_3$ .  
Fluorit und Baryt werden von der Salzsäure nicht angegriffen.

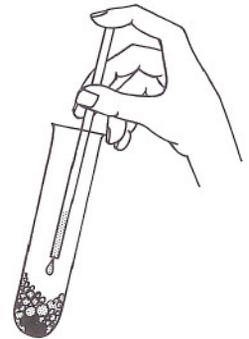
9.2.4. Ordne Calcit in das vorbereitete Feld ein.  
Zur Unterscheidung von Baryt und Fluorit kannst du folgende Analyse durchführen.

9.2.5. Nimm von dem einen Mineral ein etwa reiskorngroßes Probestück und gib es in das Glühkölbchen.  
Erhitze es kräftig längere Zeit über der Spiritusflamme.  
Beachte die Hinweise 9.1.3.  
Achte auf Geräusche.

9.2.6. Zerpulvere das geglühte Probestück zu feinem Pulver.  
Gib es diesmal in das Glühröhrchen und glühe es erneut in der Spiritusflamme.

9.2.7. Schütte die gut geglühte Probe auf das Uhrglas. Stelle das Uhrglas zu dem Mineral, von dem du die Probe genommen hast.

9.2.8. Reinige das Glühkölbchen und das Glühröhrchen, indem du sie nach dem Erkalten mit lauwarmem Wasser und einem Spülmittel bearbeitest. Es dürfen keine Reste der ersten Mineralprobe zurückbleiben.



9.2.9. Röste entsprechend nach 9.2.5. bis 9.2.8. die zweite Probe.

9.2.10. Du hast beim Glühen der beiden Probestücke deutliche Knack- und Knistergeräusche wahrgenommen.

Baryt und Fluorit zerplatzen (dekrepieren) beim Erhitzen.

9.2.11. Überprüfe die Flammenfärbung von Baryt und Fluorit, indem du mit dem geglühten Pulver der beiden Minerale wie in Versuch 7.1. bis 7.7. vorgehst.

Baryt ist Bariumsulfat.

Das Metall Barium färbt die Flamme gelbgrün.

Fluorit ist Calciumfluorid.

Das Metall Calcium färbt die Flamme gelblich-purpurrot.

9.2.12. Mit Baryt ist es oft sehr schwer, die gelbgrüne Flammenfarbe zu erzielen. Konntest du bei 9.2.11. die Minerale Baryt und Fluorit nicht eindeutig unterscheiden, so gelingt dir das mit dem folgenden Versuch einwandfrei. Für diesen Versuch brauchst du einen versilberten – oder silbernen Gegenstand.

Bitte deine Mutter um einen alten versilberten Löffel oder etwas Ähnliches.

9.2.13. Tauche das eine Ende eines Magnesiastäbchens in Wasser und dann in Soda. Etwas Soda bleibt am Magnesiastäbchen haften.

9.2.14. Halte das Magnesiastäbchen mit dem anhaftenden Soda jetzt in die Flamme deines Spiritusbrenners und drehe es in der Flamme hin und her bis es glüht.

9.2.15. Tauche das glühende Magnesiastäbchen noch einmal in Soda und glühe das Ende erneut.

9.2.16. Diesen Vorgang mußt du solange wiederholen, bis du am Ende des Magnesiastäbchens eine deutliche Verdickung (Sodaperle) durch geschmolzenes Soda erkennen kannst.

9.2.17. Diese Verdickung tauchst du in Wasser und dann in das Mineralpulver der einen Mineralprobe.

**Hinweis:** Es bleibt ein wenig von dem Mineralpulver haften. Diese Menge reicht für die Fortsetzung des Versuchs aus, weil nur Spuren des Minerals erforderlich sind.

9.2.18. Bringe die Sodaperle mit dem anhaftenden Mineralpulver in die Flamme des Spiritusbrenners und laß sie nochmals gut glühen.

9.2.19. Laß die Sodaperle erkalten und brich das kalte Stück mit der Sodaperle ab.

9.2.20. Nun lege die Sodaperle auf den silbernen – oder versilberten – Gegenstand (z. B. Löffel) und befeuchte die Sodaperle mit einem Tropfen Wasser. Mit dem Finger drückst du die feuchte Sodaperle fest gegen die Silberfläche.

9.2.21. Nimm nach ein bis zwei Minuten die Sodaperle herunter und betrachte die Stelle. Baryt erzeugt an dieser Stelle einen schwarzen Fleck, Fluorit nicht.

9.2.22. Dieser Nachweis wird **Heparprobe** genannt. Wenn in dem Mineral Schwefel enthalten ist, so wird das Silber durch die feuchte Sodaperle geschwärzt. Die Heparreaktion ist für den Nachweis geringster Schwefelmengen bei allen schwefelhaltigen Mineralen geeignet.

9.2.23. Da Fluorit keinen Schwefel enthält, wird das Silber mit der Sodaperle des Minerals Fluorit nicht geschwärzt.

Baryt in der Sodaperle schwärzt Silber.

Die 3 Minerale unterscheiden sich auch deutlich im spezifischen Gewicht. Baryt ist das schwerste dieser 3 Mineralien.

- Baryt – spezifisches Gewicht 4,5
- Fluorit – spezifisches Gewicht 3,2
- Calcit – spezifisches Gewicht 2,7

Mit genügend großen Stücken läßt sich dies nach der Versuchsbeschreibung 8.3. bis 8.8. feststellen.

9.2.24. Ordne Baryt, Calcit und Fluorit den vorbereiteten Feldern zu.

Mineral	Eigenschaft	Aussehen	spezifisches Gewicht	Strichfarbe
Calcit	gibt mit Salzsäure CO <sub>2</sub> ab	weiß, evtl. rötlich oder hellbraun getönt	2,7	weiß
Baryt	färbt die Flamme gelb-grün	weiß, gelblich oder bräunlich gefärbt	4,5	weiß
Fluorit	färbt die Flamme gelblich-purpurrot	farbig grün, violett, blau, rosa	3,2	weiß

9.3. **Bestimmung der Mineralien aus der Gruppe III  
Amethyst – Bergkristall – Kalifeldspat – Anthophyllitbest**

9.3.1. Betrachte Farbe und äußere Form der Minerale. Halte sie gegen Licht.

Schon vom Aussehen her lassen sich diese 4 Minerale bestimmen.

Amethyst ist violett und durchsichtig,  
Bergkristall glasklar.

Beide Minerale sind meist gut kristallisiert. Die Kristalle sind sechseckig und enden pyramidenähnlich. Sie sind Varietäten des Quarzes mit der Formel  $\text{SiO}_2$ .

Anthophyllitasbest hat stengelige Kristalle und sieht strahlig, nadelig und faserig aus.

Kalifeldspat ist äußerlich nicht so typisch wie die 3 anderen Minerale. Ihn gibt es in sehr verschiedenen Varietäten. In diesem Falle ist er dadurch bestimmt, weil du die 3 anderen Minerale dieser III. Gruppe gut erkennen kannst.

- 9.3.2. Ritze mit dem Amethyst (Härte 7) den Kalifeldspat und den Asbest und zur Sicherheit auch den Bergkristall. Betrachte mit der Lupe. Den Bergkristall kannst du mit dem Amethyst nicht ritzen. Er hat die gleiche Härte.

Bergkristall – Härte 7

Kalifeldspat und Asbest werden geritzt.

- 9.3.3. Überprüfe für die 4 Minerale noch einmal die Strichfarbe.

Kalifeldspat – Härte 6  
Anthophyllitasbest – Härte 5,5

Der Kalifeldspat grenzt sich gegenüber ähnlich aussehenden Mineralien durch seine verhältnismäßig große Härte ab.

Der Asbest hat eine weißlich-grüne oder grau-grüne Strichfarbe.

- 9.3.4. Stelle die Spaltbarkeit der 4 Minerale fest. Richte dich nach der Versuchsbeschreibung 6.2.

Kalifeldspat ist gut spaltbar

Anthophyllitasbest läßt sich in Fasern zerlegen.

Die 2 anderen Minerale zeigen einen muscheligen Bruch ohne glatte Spaltflächen.

- 9.3.5. Ordne die Minerale den entsprechenden Feldern auf deinem Zeichenkarton zu.

Mineral	Aussehen	Härte	Spaltbarkeit	Strichfarbe
Amethyst	violett, gut kristallisiert	7	muscheliger Bruch	weiß
Bergkristall	glasklar, gut kristallisiert	7	muscheliger Bruch	weiß
Kalifeldspat	verschiedene Varietäten	6	gut	weiß
Anthophyllitasbest	strahlig, faseriges Aussehen	5,5	faserig	weiß-grün-grau

## Beschreibung der Minerale

### Talk – Gips – Biotit – Calcit – Baryt – Fluorit – Amethyst – Bergkristall – Kalifeldspat – Anthophyllitasbest

**Talk** ist chemisch basisches **Magnesiumsilikat**  $Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$ . Es tritt in blättrig bis schuppigen Aggregaten auf, fühlt sich fettig an und ist ein sehr weiches Mineral mit der Härte 1. Sein spezifisches Gewicht ist 2,7. Talk sieht weiß aus, hat häufig jedoch einen grünlichen Schimmer. Seine Strichfarbe ist weiß-grünlich.

**Gips** ist wasserhaltiges **Calciumsulfat**  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ . Er kommt häufig in körnigen und dichten Aggregaten, aber auch gut kristallisiert vor. Gips mit der Strichfarbe Weiß kann farblos, weiß oder auch farbig getönt aussehen. Gips läßt sich mit dem Fingernagel ritzen, hat die Härte 2. Sein spezifisches Gewicht ist 2,3. Gips zeichnet sich aus durch gute Spaltbarkeit.

**Biotit**, auch **Magnesiaglimmer** genannt, ist ein wasserhaltiges **Kalium-Aluminium-Magnesium-Eisensilikat**  $K - Al - Mg - Fe$  von komplexer Zusammensetzung.

Biotit ist blättrig ausgebildet und schon mit dem Fingernagel sehr gut spaltbar. Die einzelnen Spaltblättchen sind elastisch biegsam. Biotit hat die Härte 2,5 und das spezifische Gewicht 3,0 bis 3,1. Biotit ist dunkelbraun bis schwarz, verwittert goldgelb (Katzengold). Seine Strichfarbe ist weiß.

**Calcit**, auch **Kalkspat** genannt, ist chemisch **Calciumkarbonat**  $CaCO_3$ . Es kann glasglänzend oder matt aussehen. Calcit ist farblos oder weiß und durch Beimengungen häufig gelblich, rötlich oder bräunlich gefärbt. Calcit kann körnig und dicht oder in gut ausgebildeten Kristallen von rhombischen Formen auftreten.

Calcit hat die Härte 3 und das spezifische Gewicht 2,6 bis 2,8. Es ist leicht mit Salzsäure zu zersetzen. Die Strichfarbe ist immer weiß.

**Baryt (Schwerspat)** ist chemisch Bariumsulfat  $BaSO_4$ . Baryt hat eine geringe Härte (3 bis 3,5) und ein relativ hohes spezifisches Gewicht (4,3 bis 4,7). Baryt kann weiß, farblos und farbig getönt sein und ist gut spaltbar. Die Strichfarbe ist immer weiß. Baryt kommt in körnigen, blättrigen und dichten Aggregaten vor. Die Kristalle sehen tafelig oder säulig aus.

**Fluorit (Flußspat)** ist chemisch **Calciumfluorid**  $CaF_2$ . Fluorit ist meistens gelb, grün, violett, selten farblos oder rosa. Fluorit gibt es in dichten und körnigen Massen, häufig bildet er jedoch gute Kristalle. Die Kristalle haben Würfel- oder Oktaederformen. Fluorit ist gut spaltbar, hat die Härte 4 und das spezifische Gewicht 3,2. Die Strichfarbe ist immer weiß.

**Kalifeldspat (Orthoklas)** ist chemisch **Kalium-Aluminiumsilikat**  $K[AlSi_3O_8]$ . Kalifeldspat ist weiß oder meist rötlich. Er tritt häufig als Gemengeteil in Granit oder anderen Ergußgesteinen (siehe Kapitel 19) auf. Seine Kristalle sind säulig oder dicktafelig.

Feldspat gehört zu den verbreitetsten Mineralien.

Kalifeldspat ist gut spaltbar, hat ein geringes spezifisches Gewicht (2,5 bis 2,8) und eine relativ große Härte (6). Die Strichfarbe ist weiß.

**Anthophyllitasbest (Mg, Fe)<sub>7</sub> (OH, F)<sub>2</sub> [Si<sub>4</sub> O<sub>11</sub>]<sub>2</sub>.** Es gibt verschiedene Asbestminerale. Das Mineral in deinem Experimentierkasten ist Anthophyllitasbest. Er kommt in reinen feinfaserigen Aggregaten vor. Er kann grau, gelbbraun und braun aussehen. Seine Strichfarbe ist weiß. Anthophyllitasbest hat das spezifische Gewicht 2,8 bis 3,1. Seine Härte wird im allgemeinen der Härtestufe 5,5 zugeordnet.

**Amethyst und Bergkristall** sind beide chemisch **Siliziumdioxid Si O<sub>2</sub>**. Sie sind Varietäten des Quarzes. Amethyst ist immer violett, Bergkristall wasserklar. Amethyst und Bergkristall treten in wohlausgebildeten Kristallen auf die sechseitig sind und in sechseitigen Pyramidenformen enden. Das spezifische Gewicht ist für beide 2,6, die Härte 7. Quarzvarietäten sind nicht spaltbar. Sie zeigen einen muscheligen Bruch. An Stahl geschlagen, erzeugen beide Funken. Die Strichfarbe ist weiß.

## 10. Bestimmung der Mineralien mit der gelb bis braunen Strichfarbe Limonit und Sphalerit

- 10.1. Stelle nach Versuch 4.1. bis 4.4. die Härte beider Mineralien fest. Nimm die Lupe zu Hilfe. Du kannst das eine Mineral – es ist Sphalerit – deutlich mit der Glasscheibe (Härte 5) ritzen.

Sphalerit – Härte 3,5 bis 4

Das andere Mineral – Limonit – läßt sich undeutlich mit dem Stahlnagel ritzen.

Limonit – Härte bis 5,5

Limonit ist ein Verwitterungsprodukt von Eisenerzen und kann deshalb in der Härte auch wesentlich geringer sein.

- 10.2. Ritze Limonit mit Amethyst oder Bergkristall (beide Härte 7). Du kannst mit beiden den Limonit deutlich ritzen.
- 10.3. Überprüfe die Spaltbarkeit beider Mineralien nach Versuch 6.2. Schlage nicht zu stark zu. Wenn du mit dem Hammer nicht zu stark zugeschlagen hast, kannst du bei Sphalerit an den Bruchstücken glatte, glänzende Flächen feststellen. Die dünnen Splitter sind durchscheinend.

Sphalerit ist gut spaltbar.

Limonit zeigt einen muscheligen stumpfen Bruch. Die dünnen Splitter sind nicht lichtdurchlässig.

Limonit ist nur sehr unvollkommen spaltbar.

- 10.4. Brich mit der Zange ein kleines Stückchen Sphalerit ab und bringe es in das Glühkölbchen, das einseitig verschlossen ist.

- 10.5. Halte mit der Halteklammer das Glühkölbchen über die Flamme des Spiritusbrenners und erhitze die Probe zunächst leicht, dann immer kräftiger. Vergiß nicht, das Glühkölbchen zu bewegen. Achte darauf, ob du Geräusche wahrnehmen kannst.  
Bei längerem Erhitzen hörst du knisternde, knackende Geräusche.

Sphalerit zerplatzt (dekrepiert).

- 10.6. Wiederhole den Versuch 10.4. bis 10. 5. mit Limonit.  
Beobachte das Glühkölbchen.  
Limonit dekrepiert nicht. Im oberen Teil des Glühkölbchens setzen sich jedoch Tropfen ab.

Limonit ist wasserhaltig und gibt dieses Wasser beim Erhitzen ab.

Eine ähnliche Reaktion konntest du schon bei Gips beobachten (Versuch 9.4. bis 9.5.).

Du kannst jetzt die Minerale Limonit und Sphalerit voneinander unterscheiden.

- 10.7. Betrachte beide Minerale nach der Farbe und äußeren Form.  
Sphalerit sieht ledergelb bis gelbbraun aus und hat Diamantglanz. Limonit sieht stumpfbraun aus, kann aber auch schwarz und glänzend sein.  
Deshalb darf die äußere Farbe bei der Bestimmung nicht herangezogen werden.

- 10.8. Ordne die Minerale in die vorbereiteten Felder ein.

Mineral	Strichfarbe	Härte	Spaltbarkeit	Verhalten beim Erhitzen
Limonit	gelb bis braun	bis 5,5	muschelig bis undeutlich	gibt Wasser ab
Sphalerit	hellbraun	3,5 bis 4	gut	dekrepiert

## Beschreibung der Minerale Limonit und Sphalerit

**Limonit**, auch **Brauneisenstein** genannt, ist **wasserhaltiges Eisenoxid**, mit der Formel  $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Limonit kommt in knolligen Gebilden von brauner Farbe vor, manchmal auch in erdigen gelbbraunen Massen oder auch in faserigen Aggregaten mit schwarzer glänzender Oberfläche (brauner Glaskopf). Die Strichfarbe ist stets gelb bis braun. Limonit hat die Härte bis 5,5 und das spezifische Gewicht 3,3 bis 4,4. Limonit entsteht häufig durch Verwitterung anderer Eisenerze.

**Sphalerit**, auch **Zinkblende** genannt, ist **Zinksulfid  $\text{Zn S}$** . Meist tritt Zinkblende in körnigen bis dichten Aggregaten auf, es gibt sie aber auch in gut ausgebildeten Kristallen. Zinkblende kann gelbbraun, dunkelbraun und sogar schwarz aussehen. Die Strichfarbe ist braun. Zinkblende ist gut spaltbar, hat die Härte 3,5 bis 4 und das spezifische Gewicht 4. Es ist ein wichtiges Zinkerz.

## 11. Chemische Analyse

Du hast die Minerale bisher als etwas Einheitliches kennengelernt. Tatsächlich setzen sie sich jedoch aus Atomen zusammen.

Einige Minerale, z. B. Schwefel und Graphit, setzen sich nur aus einer einzigen Atomart zusammen. Schwefel besteht nur aus Schwefelatomen, Graphit nur aus Kohlenstoffatomen. Man bezeichnet Schwefel und Graphit als Elemente.

Bei anderen Mineralen haben sich zwei verschiedene Elemente (Atomarten) untereinander verbunden, haben sogenannte Moleküle gebildet.

So besteht Galenit aus Schwefelatomen und Bleiatomen, die Bleischwefelmoleküle gebildet haben. Auch Pyrit besteht aus zwei Elementen, nämlich aus Eisen- und Schwefelatomen.

Schließlich gibt es noch Mineralien, in denen 3, 4 und mehr verschiedene Elemente miteinander verbunden sind. Asbest kann zum Beispiel Eisen- (Fe), Fluor- (F), Magnesium- (Mg), Sauerstoff- (O), Wasserstoff- (H) und Siliziumatome (Si) enthalten. Ein Molekül Anthophyllit wird  $(\text{Mg, Fe})_7(\text{OH, F})_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$  abgekürzt.

Viele solcher Asbestmoleküle bilden das für dein Auge sichtbare Asbest, ein einziges Molekül ist nicht wahrnehmbar.

Mit der chemischen Analyse kannst du nun die einzelnen Elemente, die das Mineral bilden, bestimmen. Mit den vorhandenen Mitteln ist eine chemische Analyse allerdings nur begrenzt möglich. Bevor du beginnen kannst, lies die Arbeitsanweisungen genau durch.

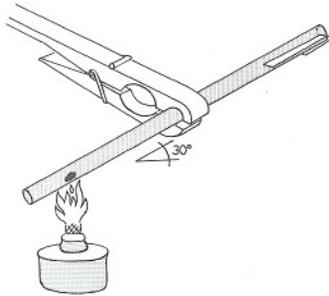
### Tabelle der chemischen Elemente

<b>Ac</b>	Actinium	<b>Er</b>	Erbium	<b>Mn</b>	Mangan	<b>Ru</b>	Ruthenium
<b>Ag</b>	Silber	<b>Es</b>	Einsteinium	<b>Mo</b>	Molybdän	<b>S</b>	Schwefel
<b>Al</b>	Aluminium	<b>Eu</b>	Europium	<b>N</b>	Stickstoff	<b>Sb</b>	Antimon
<b>Am</b>	Americium	<b>F</b>	Fluor	<b>Na</b>	Natrium	<b>Sc</b>	Scandium
<b>Ar</b>	Argon	<b>Fe</b>	Eisen	<b>Nb</b>	Niob	<b>Se</b>	Selen
<b>As</b>	Arsen	<b>Fm</b>	Fermium	<b>Nd</b>	Neodym	<b>Si</b>	Silicium
<b>At</b>	Astat	<b>Fr</b>	Francium	<b>Ne</b>	Neon	<b>Sm</b>	Samarium
<b>Au</b>	Gold	<b>Ga</b>	Gallium	<b>Ni</b>	Nickel	<b>Sn</b>	Zinn
<b>B</b>	Bor	<b>Gd</b>	Gadolinium	<b>No</b>	Nobelium	<b>Sr</b>	Strontium
<b>Ba</b>	Barium	<b>Ge</b>	Germanium	<b>Np</b>	Neptunium	<b>Ta</b>	Tantal
<b>Be</b>	Beryllium	<b>H</b>	Wasserstoff	<b>O</b>	Sauerstoff	<b>Tb</b>	Terbium
<b>Bi</b>	Wismut	<b>He</b>	Helium	<b>Os</b>	Osmium	<b>Tc</b>	Technetium
<b>Bk</b>	Berkelium	<b>Hf</b>	Hafnium	<b>P</b>	Phosphor	<b>Te</b>	Tellur
<b>Br</b>	Brom	<b>Hg</b>	Quecksilber	<b>Pa</b>	Protactinium	<b>Th</b>	Thorium
<b>C</b>	Kohlenstoff	<b>Ho</b>	Holmium	<b>Pb</b>	Blei	<b>Ti</b>	Titan
<b>Ca</b>	Calcium	<b>In</b>	Indium	<b>Pd</b>	Palladium	<b>Tl</b>	Thallium
<b>Cd</b>	Cadmium	<b>Ir</b>	Iridium	<b>Pf</b>	Platin	<b>Tm</b>	Thulium
<b>Ce</b>	Cer	<b>J</b>	Jod	<b>Pm</b>	Promethium	<b>U</b>	Uran
<b>Cf</b>	Californium	<b>K</b>	Kalium	<b>Po</b>	Polonium	<b>V</b>	Vanadium
<b>Cl</b>	Chlor	<b>Kr</b>	Krypton	<b>Pr</b>	Praseodym	<b>W</b>	Wolfram
<b>Cm</b>	Curium	<b>La</b>	Lanthan	<b>Pu</b>	Plutonium	<b>Xe</b>	Xenon
<b>Co</b>	Kobalt	<b>Li</b>	Lithium	<b>Ra</b>	Radium	<b>Y</b>	Yttrium
<b>Cr</b>	Chrom	<b>Lu</b>	Lutetium	<b>Rb</b>	Rubidium	<b>Yb</b>	Ytterbium
<b>Cs</b>	Cäsium	<b>Lw</b>	Lawrencium	<b>Re</b>	Rhenium	<b>Zn</b>	Zink
<b>Cu</b>	Kupfer	<b>Md</b>	Mendelevium	<b>Rh</b>	Rhodium	<b>Zr</b>	Zirkonium
<b>Dy</b>	Dysprosium	<b>Mg</b>	Magnesium	<b>Rn</b>	Radon		

## 12. Chemische Analyse für Limonit und Sphalerit

**Sphalerit** ist Zinksulfid. Es besteht aus Zink und Schwefel. Schwefel kannst du mit dem folgenden Versuch nachweisen.

- 12.1. Nimm eine kleine Probe Sphalerit und zerpulvere sie. Schiebe das Zinkblendepulver in das an beiden Seiten offene Röstrohr. Die Probe wird in das untere Ende des Rohres gelegt.
- 12.2. Schneide einen Streifen blaues Lackmuspapier der Länge nach durch und feuchte ihn gut mit Wasser an.
- 12.3. Schiebe  $\frac{2}{3}$  des Streifens in das Röstrohr. Das restliche Drittel klappst du an die äußere Rohrwandung.
- 12.4. Halte nun mit der Halteklammer das Röstrohr etwa in einem Winkel von  $30^\circ$  über die Spiritusflamme und erhitze die Stelle, wo die Probe liegt; bewege das Röstrohr hin und her. Achte auf das Lackmuspapier und den Geruch.



**Beachte:** Erhitze langsam, denn es ist diesmal wichtig, daß Sauerstoff aus der Luft an die Probe herankommt. Deshalb müssen auch beide Enden des Röstrohrs offen sein.

Der Lackmустreifen färbt sich nach längerem Erhitzen der Probe rot. Außerdem riecht es nach Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ).

Beim Erhitzen im Röstrohr löst sich Schwefel von Zink, geht aber gleichzeitig mit dem im Röstrohr vorhandenen Sauerstoff eine neue Verbindung ein. Diese neue Verbindung – Schwefeldioxid genannt – reagiert mit dem Wasser auf deinem Lackmустreifen und bildet dort eine schwache Säure, die das Lackmuspapier rot färbt. Du mußt also bei dieser Probe immer darauf achten, daß der Lackmустreifen feucht bleibt.

Die Rotfärbung des Lackmустreifens bedeutet, daß Sphalerit Schwefel enthält.

Das Zink des Sphalerits läßt sich mit den Mitteln deines Experimentierkastens nicht nachweisen.

**Limonit** ist wasserhaltiges **Eisenoxid  $\text{Fe O (OH) \cdot n H}_2 \text{O}$** . Das Eisen Limonits kannst du nachweisen.

- 12.5. Brich ein Stück Limonit ab, wickle es in ein Stück Folie und zerschlage es mit dem Hammer.
- 12.6. Versuche durch vorsichtiges Reiben mit dem Hammer, möglichst feinkörniges Pulver herzustellen.
- 12.7. Gib eine sehr kleine Menge in ein sauberes Reagenzglas.
- 12.8. Mit Hilfe des Tropfrohrs laß einige Tropfen Salzsäure auf die Probe fallen und stelle das Reagenzglas in einem leeren Marmeladenglas ab.

Limonit löst sich in Salzsäure auf.  
Es bleibt jedoch ein Bodensatz.

- 12.9. Nimm ein zweites sauberes Reagenzglas, fülle es zur Hälfte mit Wasser, gib einige Kristalle Ammoniumrhodanid aus dem Vorratsröhrchen hinein und schüttele.  
Das Ammoniumrhodanid löst sich in Wasser auf.
- 12.10. Spüle das Tropfrohr mit Wasser gut durch.
- 12.11. Bringe mit Hilfe des Tropfrohrs einige Tropfen Ammoniumrhodanidlösung in die Probelösung (Limonit in Salzsäure) und beobachte, ob eine Verfärbung eintritt.  
Die Lösung färbt sich kräftig rot. Diese Färbung ist der Beweis für Eisen. Mit Ammoniumrhodanidlösung kann man Eisen immer nachweisen.

Ammoniumrhodanid färbt eisenhaltige Lösungen rot.

- 12.12. Ein ähnliches Beweismittel (Reagenz) für Eisen ist gelbes Blutlaugensalz.  
In Gegenwart von Eisen färbt sich die gelbe Blutlaugensalzlösung immer blau, wenn nicht gleichzeitig andere Elemente vorhanden sind, die mit gelbem Blutlaugensalz ebenfalls reagieren. Du kannst das durch Wiederholung der Versuche 12.5. bis 12.12. überprüfen. Nimm anstelle von Ammoniumrhodanid (12.10.) gelbes Blutlaugensalz.

Gelbes Blutlaugensalz färbt eisenhaltige Lösungen blau.

Du kannst das Eisen des Limonits auch mit dem Magneten nachweisen.

- 12.13. Gib Limonitpulver in ein Glühröhrchen und glühe die Probe längere Zeit.
- 12.14. Schütte das geglühte Pulver auf das Uhrglas und laß es erkalten.
- 12.15. Führe den Magneten durch das Pulver.

Am Magneten bleibt Eisen aus dem Limonit haften.  
Limonit enthält Eisen.

### 13. Chemische Analyse für Pyrit – Chalkopyrit – Pyrrhotin – Galenit – Graphit

#### 13.1. Pyrit

Pyrit ist eine Verbindung aus Eisen und Schwefel. Es hat die Formel  $\text{FeS}_2$ .

13.2. Brich ein kleines Stück Pyrit mit der Zange ab und wickle es in ein Stück Folie. Zerschlage es auf einer harten Unterlage und pulverisiere es noch zusätzlich durch Reiben mit dem Hammer.

13.3. Führe den Magneten an das Pulver heran.  
Das Pulver reagiert nicht auf den Magneten.

13.4. Bringe einen Teil des zerpulverten Pyrits in ein Glühkölbchen und halte es im Winkel von  $30^\circ$  über die Spiritusflamme. Erhitze langsam die Probe und beobachte. Sobald sich über der Probe an den Glaswandungen ein Beschlag bildet, unterbrich das Erhitzen.

13.5. Betrachte den Beschlag.  
Der Beschlag ist in heißem Zustand orangerot. Ist das Kölbchen abgekühlt, ändert sich die Farbe. Der Beschlag wird gelb. Durch das Erhitzen wird ein Teil des Schwefels im Mineral dampfförmig (flüchtig) und schlägt sich als fester Schwefel (Sublimat) an der kalten Glaswandung über der Probe nieder.  
Dampfförmiger Schwefel geht bei Abkühlung direkt in den festen Aggregatzustand über.

Pyrit enthält Schwefel.

13.6. Schiebe jetzt einen angefeuchteten Streifen blaues Lackmuspapier zu  $\frac{2}{3}$  in das obere Ende des Glühkölbchen vom Versuch 13.4. und klappe das restliche Drittel an die äußere Rohrwandung um (12.2. bis 12.4.).

13.7. Erhitze die gleiche Probe erneut längere Zeit und betrachte das Lackmuspapier.  
Das Lackmuspapier färbt sich rot. Das ist der Beweis, daß weiterer Schwefel aus dem Pyrit durch das Erhitzen ausgetrieben wird (siehe Erklärung 12.2. bis 12.4.).

13.8. Schütte das Pulver aus dem Glühkölbchen auf die flache Glasschale (Uhrglas) und laß es erkalten.

13.9. Führe nach dem Erkalten den Magneten durch das geröstete Pyritpulver.  
Ein Teil des Pulvers bleibt am Magneten haften.  
Während des Erhitzens hat sich ein Teil des Schwefels vom Eisen getrennt (13.4. und 13.7.). Das dabei entstandene metallische Eisen wird nun vom Magneten angezogen.

Pyrit enthält Eisen.

Auf chemischem Wege läßt sich das Eisen im Pyrit im Rahmen dieses Mineralogie-Kastens nicht nachweisen, da sich Pyrit nicht in Salzsäure löst.

13.10. **Chalkopyrit**

Chalkopyrit enthält Eisen, Kupfer und Schwefel. Es hat die Formel  $\text{Cu Fe S}_2$ . Der Schwefel läßt sich bei Chalkopyrit nicht als Sublimat (13.4. bis 13.5.), sondern nur als Schwefeldioxid austreiben und nachweisen.

13.11. Brich ein Stück Chalkopyrit mit der Zange ab, zerpulvere es und bringe es ins Röstrohr. Verfahre weiter nach den Beschreibungen 13.6. und 13.7.

Der Lackmustrreifen färbt sich rot. Chalkopyrit enthält Schwefel.

13.12. Weise jetzt den Kupfergehalt des Chalkopyrits durch die Flammenfärbung (spektroskopische Analyse) nach. Verwende Chalkopyritpulver und richte dich nach den Versuchen 7.1. bis 7.7.

Den Eisennachweis mit gelbem Blutlaugensalz und Ammoniumrhodanid kannst du nicht durchführen, weil Chalkopyrit nicht in Salzsäure löslich ist.

Die grünblaue Flamme beweist das Vorhandensein des Kupfers.

Chalkopyrit enthält Kupfer.

13.13. Nimm das Mineral Chalkopyrit, zerpulvere eine kleine Probe davon und erhitze die Probe im Röstrohr.

Ein Teil des Chalkopyrits wird durch Schwefelabgabe zu Kupferoxid und Eisenoxid.

13.14. Erhitze das eine Ende eines Magnesiastäbchens bis es glüht, und tauche es dann in Borax.

Etwas Borax bleibt am Magnesiastäbchen haften.

13.15. Halte das Magnesiastäbchen mit dem anhaftenden Salz in einiger Entfernung über die Spitze deiner Spiritusflamme, und drehe es dabei hin und her.

**Hinweis:** Durch das Drehen vermeidest du, daß das schmelzende Borax vom Magnesiastäbchen tropft. Der Abstand zur Flamme ist deshalb wichtig, weil Borax beim Erhitzen Wasserdampf abgibt. Erfolgt die Wasserdampfabgabe zu lebhaft, springt die entstehende Boraxschmelze leicht vom Stäbchen ab.

13.16. Ist die Dampfentwicklung beendet, halte das Stäbchen direkt in die Flamme, bis unter fortwährendem Drehen des Stäbchens eine glasklare Perle entstanden ist.

13.17. Laß die Boraxperle am Stäbchen erkalten.

13.18. Tauche die abgekühlte Boraxperle ins geröstete Chalkopyritpulver.

**Hinweis:** Es bleibt nur wenig haften. Diese geringe Menge genügt für die Fortsetzung des Versuchs, weil nur Spuren des Mineralpulvers notwendig sind.

13.19. Bringe die Boraxperle mit dem anhaftenden Mineralpulver unter Drehen in die Spiritusflamme und beobachte die Perle.  
Die Perle färbt sich. Das Borax löst das Kupfer- und Eisenoxid auf. Es entsteht Kupfereisenborat, das man an der Perlfärbung erkennen kann.

13.20. Laß die Perle erkalten.  
Nach dem Erkalten sieht sie grün aus.  
Die Grünfärbung ist in diesem Falle der Hinweis für das Vorhandensein von Eisen und Kupfer in der Boraxperle. Allerdings kann diese Färbung leicht mit der olivgrünen Chromfärbung verwechselt werden.

13.21. **Pyrrhotin**  
Pyrrhotin ist wie Pyrit eine Verbindung von Eisen und Schwefel. Es unterscheidet sich vom Pyrit chemisch lediglich dadurch, daß jeweils 1 Atom Eisen mit einem Atom Schwefel eine Verbindung eingegangen sind, während beim Pyrit jeweils 2 Schwefelatome mit einem Eisenatom verbunden sind.



Den Schwefel des Pyrrhotin kannst du nur als Schwefeldioxid nachweisen.

13.22. Verfahre mit Pyrrhotinpulver nach den Versuchsbeschreibungen 13.6. bis 13.7.

13.23. Für den Eisennachweis verfahre nach Versuch 13.8. und 13.9.

13.24. Um die chemische Reaktion mit Ammoniumrhodamidlösung oder Lösung von gelbem Blutlaugensalz durchzuführen, mußt du das Pyrrhotinpulver in Salzsäure lösen (vergleiche 12.8. bis 12.11.).  
Das Eisen kannst du auch mit der Boraxperle nachweisen. Die Perle ist im heißen Zustand rotbraun bis gelbbrot und im kalten orangebraun.

13.25. **Galenit**  
Galenit besteht aus Blei- und Schwefelatomen. Galenit – PbS.

13.26. Den Schwefel weise als Schwefeldioxid nach (12.1. bis 12.4.). Beobachte auch, ob sich ein Beschlag bildet.  
Bei längerem Erhitzen färbt sich nicht nur der Lackmuspapierstreifen rot, sondern es entsteht im Röstrohr vorübergehend ein geringer weißer Beschlag, der bald wieder verschwindet.  
Der Beschlag ist schon ein Beweis, daß Galenit Blei enthält. Beim Erhitzen hat sich Bleisulfat gebildet. Dieses Bleisulfat löst sich in der heißen Glasmasse deines Glührohrs allerdings auf. Deshalb verschwindet der Beschlag beim Erhitzen auch wieder.  
Du kannst das Blei auch chemisch nachweisen.

- 13.27. Fülle eine sehr kleine Menge Galenitpulver in ein Reagenzglas.
- 13.28. Bringe mit dem Tropfrohr vorsichtig einige Tropfen Salzsäure in das gleiche Reagenzglas.
- 13.29. Wenn das Galenitpulver gut mit Salzsäure bedeckt ist, bringst du das Glas mit der Halteklammer über die Spiritusflamme und erhitzt es.

**Beachte:** Bewege das Glas dabei hin und her und halte die Öffnung so, daß eventuell herausspritzende Salzsäure dich nicht ätzen kann!

Das Galenitpulver löst sich in heißer Salzsäure auf, langes Kochen ist nicht nötig.

**Hinweis:** Sollte keine klare Lösung entstehen, hast du wahrscheinlich zu viel Galenitpulver genommen. Gib dann noch mehr Salzsäure dazu und erhitze erneut, um alles in Lösung zu bringen.

- 13.30. Laß die klare Lösung von Galenitpulver und Salzsäure erkalten und beobachte.

Beim Abkühlen scheiden sich weiße Kristalle ab.  
Diese Kristalle haben sich aus dem Blei des Galenits und dem Chlor der Salzsäure gebildet. Es ist Bleichlorid.

13.31. **Graphit**

Graphit ist reiner Kohlenstoff, brennt also wie Kohle. Es wird dir allerdings mit Hilfe des Spiritusbrenners nicht gelingen, Graphit zum Brennen zu bringen. Deine Flamme ist nicht heiß genug.

- 13.32. Gib etwas Graphitpulver in ein Reagenzglas und mit dem Tropfrohr etwas Salzsäure dazu.  
Graphit löst sich nicht in Salzsäure.

- 13.33. Versuche es auch mit Schwefelsäure.  
Auch diese Säure greift Graphit nicht an.

Graphit ist in Säuren unlöslich.

## 14. Bestimmung der Minerale Hämatit, Malachit und Schwefel

Du hast in den vorangegangenen Kapiteln vielfältige Möglichkeiten zur Bestimmung eines Minerals kennengelernt.

Am Beispiel der Minerale Malachit, Hämatit und Schwefel lernst du die Reihenfolge der Schritte für die Bestimmung eines unbekanntes Minerals kennen.

### Malachit

Stelle dir vor, du hättest dieses grüne Mineral gefunden und willst es nun bestimmen.

- 14.1. Betrachte das Aussehen und die Form.  
Du stellst fest, daß es grün ist. Eine Kristallbildung ist nicht deutlich zu erkennen. Du weißt bereits, daß die äußere Farbe und die Form zu Trugschlüssen führen können.
- 14.2. Führe die Strichprobe auf einer Porzellantafel durch (Versuch 2.5.).
- 14.3. Bestimme die Ritzhärte (Versuch 4.1. bis 4.4.).
- 14.4. Prüfe die Spaltbarkeit (Versuch 6.2.).  
Malachit hinterläßt auf der Porzellantafel einen hellgrünen Strich.  
Strichfarbe – hellgrün.  
Mit der Glasscheibe läßt es sich gut ritzen, nicht jedoch mit Kupfer.  
Malachit hat die Härte 3,5 bis 4.  
Die einzelnen Spaltprodukte sind muschelig; selten entsteht eine glatte Fläche.  
Malachit ist nur undeutlich spaltbar.
- 14.5. Hast du ein genügend großes Stück, kannst du auch das spezifische Gewicht bestimmen (Versuch 8.3. bis 8.8.).  
Malachit hat das spezifische Gewicht 3,9 bis 4,1.  
Mit diesen ermittelten Werten (Aussehen – Strichfarbe – Härte – Spaltbarkeit und spezifisches Gewicht) kannst du nun in der Mineral-tabelle (siehe Anhang) dein Mineral suchen.  
In den allermeisten Fällen wirst du Malachit nun schon bestimmen können.
- 14.6. Aus der Mineraletabelle entnimmst du den Namen „Malachit“ und die Formel  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ .  
Zur Überprüfung kannst du jetzt die chemische Analyse durchführen. Du erfährst aus der Formel, daß Malachit ein Karbonat ist. Karbonate enthalten alle  $\text{CO}_3$ -Reste. Dieser  $\text{CO}_3$ -Rest läßt sich als Kohlendioxid  $\text{CO}_2$  nachweisen.
- 14.7. Gib in ein Reagenzglas etwas Malachitpulver, laß mit dem Tropfrohr Salzsäure darauftropfen und beobachte.  
Wie bei Kalzit schäumt es. Dieses Schäumen wird durch das gasförmige Kohlendioxid  $\text{CO}_2$  verursacht.

Malachit ist ein Karbonat.

- 14.8. Konntest du das Schäumen nicht beobachten, erhitze das Malachitpulver mit der Salzsäure.
- 14.9. Wenn dein Mineral tatsächlich Malachit ist, muß es, wie du aus der Formel ersehen kannst, Kupfer enthalten. Um es chemisch nachzuweisen, mußst du in die Lösung, die du bei 14.7. erhalten hast, mit dem Tropfrohr Ammoniakwasser dazugeben. Die Lösung färbt sich blau.

Ammoniakwasser färbt in Säure gelöstes Kupfer blau.

- 14.10. Weise Kupfer auch mit der spektroskopischen Analyse nach (s. 7.).  
Die Flamme wird durch Malachit in Anwesenheit von Salzsäure blau, dann grün. Malachit enthält Kupfer.

- 14.11. Gib etwas trockenes Malachitpulver in ein Glühröhrchen und erhitze. Malachit verändert beim Erhitzen seine Farbe. Es wird schwarz. Beim Erhitzen gibt Malachit Kohlendioxid und Wasser ab. Es entsteht Kupferoxid, das schwarz aussieht.

Malachit verwandelt sich beim Erhitzen in schwarzes Kupferoxid.

Verlaufen die Reaktionen 14.6. bis 14.10. mit den beschriebenen Ergebnissen, kannst du sicher sein, daß du das Mineral richtig bestimmt hast.

#### **Beschreibung des Minerals Malachit**

Malachit ist eine Doppelverbindung aus **Kupferkarbonat** und **Kupferhydroxid** –  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ .

Es kommt in büscheligen und traubigen Aggregaten vor. Die Kristalle sehen nadelig aus. Malachit ist immer smaragdgrün bis dunkelgrün. Seine Härte beträgt 3,5 bis 4, das spezifische Gewicht 3,9 bis 4,1, die Strichfarbe ist hellgrün. Die Spaltbarkeit ist undeutlich.

#### **Hämatit**

- 14.12. Betrachte das Aussehen.
- 14.13. Stelle die Strichfarbe fest (2.5.).
- 14.14. Bestimme die Ritzhärte (4.1. bis 4.4.).
- 14.15. Prüfe die Spaltbarkeit (6.2.).
- 14.16. Das Mineral kann stahlgrau oder rotbraun aussehen. Es hinterläßt immer einen rotbraunen Strich. Die Härte ist 5,5 bis 6,5. Es läßt sich eventuell mit dem Stahlnagel ritzen, ganz sicher aber mit dem Amethyst.  
Beim Spalten entstehen keine glatten Flächen. Das spezifische Gewicht ist 4,9 bis 5,3.  
Mit diesen Werten kannst du nun wieder in der Mineraltabelle nachschlagen. Du findest den Namen des Minerals und die Formel. – Hämatit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .  
Aus der Formel entnimmst du, daß Hämatit Eisen enthält.

- 14.17. Pulverisiere etwas Hämatit, gib eine geringe Menge davon in ein Reagenzglas und mit dem Tropfrohr verdünnte Salzsäure dazu. Das Mineral wird durch Salzsäure gelöst.
- 14.18. Gib einige Tropfen der Ammoniumrhodanidlösung (Ammoniumrhodanid in Wasser) dazu. Die Lösung färbt sich rot – Beweis für Eisen.
- 14.19. Wiederhole Versuch 14.17. und 14.18. Verwende statt Ammoniumrhodanidlösung eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz (Wasser und gelbes Blutlaugensalz). Die Lösung färbt sich blau (Beweis für Eisen).
- 14.20. Prüfe pulverisiertes Hämatit mit dem Magneten. Das Pulver wird nicht angezogen.
- 14.21. Schütte etwas Pulver in ein Glühröhrchen und erhitze so lange über der Spiritusflamme, bis das Hämatit glüht.
- 14.22. Laß das Pulver abkühlen und prüfe mit dem Magneten. Das Pulver wird jetzt angezogen. Durch das Glühen ist ein Teil des Eisenoxids zu metallischem Eisen geworden.
- 14.23. Bewege ein Stück Hämatit an einer Kompaßnadel vorbei (5.2.). Die Kompaßnadel bewegt sich, wenn das Hämatitstück genügend Eisen enthält. Hämatit hat schwache magnetische Kräfte, die aber oft nur mit einem sehr empfindlichen Kompaß nachgewiesen werden können.

#### **Beschreibung des Minerals Hämatit**

**Hämatit** ist chemisch **Eisenoxid** und hat die Formel **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**. Hämatit kann glänzend oder stumpf aussehen. Manchmal ist es rotbraun, es kann auch stahlgrau glänzend sein. Bei dem sogenannten roten Glaskopf findest du auch bunte Anlauffarben. Meistens kommt Hämatit in derben Massen vor. Die Kristalle sind tafelig blättrig oder schuppig. Die Strichfarbe von Hämatit ist immer rotbraun, es hat die Härte 5,5 bis 6,5 und das spezifische Gewicht 4,9 bis 5,3. Es ist nicht gut spaltbar. Hämatit hat schwache magnetische Kräfte. Es ist ein wichtiges Eisenerz.

#### **Schwefel**

- 14.24. Betrachte Farbe und Form. Schwefel sieht meistens gelb aus, manchmal ist er auch gelbbraun gefärbt. Er kann derb und körnig sein, aber auch in sehr flächenreichen Kristallen auftreten. Sie sind pyramidenartig.
- 14.25. Prüfe die Härte (4.1. bis 4.4.). Schwefel ist schon mit dem Fingernagel undeutlich zu ritzen, gut jedoch mit dem Kupferblech.

Schwefel – Härte 1,5 bis 2.

- 14.26. Prüfe die Strichfarbe (2.5.). Schwefel hinterläßt auf der Porzellanscheibe einen weiß-gelblichen Strich.

Strichfarbe – weißgelb.

- 14.27. Prüfe die Spaltbarkeit (6.2.).  
Die Kristalle sind spröde und zerspringen oft schon in der warmen Hand.  
Schwefel zeigt einen muscheligen Bruch.  
Das spezifische Gewicht läßt sich nicht bestimmen, weil dein Mineralstück zu klein ist.  
Spezifisches Gewicht – 2,1.
- 14.28. Suche mit den ermittelten Werten das Mineral in der Mineraltabelle.  
Schwefel hat das Zeichen S.  
Er besteht nur aus einer einzigen Atomart. Schwefel ist ein Element.
- 14.29. Stelle den Spiritusbrenner auf eine nichtbrennende Unterlage, z. B. einen Teller.
- 14.30. Brich einen kleinen Splitter des Minerals ab und halte ihn mit der Pinzette in die Flamme des Spiritusbrenners. Beobachte den Splitter. Schwefel brennt mit schwacher blauer Flamme. Weißer Rauch steigt dabei auf. Dieser Rauch ist das Oxid des Schwefels, Schwefeldioxid  $\text{SO}_2$ . Er ist auch am Geruch erkennbar. Du hast den gleichen Geruch beim Rösten von Zinkblende (12.4.), Pyrit (13.7.), Chalkopyrit (13.11.) und Galenit (13.26.) wahrgenommen.
- 14.31. Konntest du die blaue Flamme nicht beobachten, wiederhole den Versuch 14.29. und puste leicht über den brennenden Schwefel.  
Die Flamme leuchtet deutlicher blau auf.
- 14.32. Gib eine kleine Probe Schwefel in das Glühkölbchen und erhitze langsam. Beobachte das Glühkölbchen.  
Im Glühkölbchen entsteht ein orangeroter Beschlag (Sublimat) wie bei Pyrit (13.4. bis 13.5.), der beim Abkühlen zum Teil gelb wird. Schwefel verdampft beim Erhitzen und wird beim Abkühlen wieder fest.  
Natürlich kannst du auch den anderen Schwefelnachweis 12.1. bis 12.4. durchführen.
- 14.33. Du kannst dein Glühkölbchen vom Schwefel (Sublimat) wieder reinigen, indem du es zunächst mit Wasser, einem Spülmittel und vorsichtig mit dem Pfeifenreiniger bearbeitest.  
Letzte anhaftende Reste vom Sublimat verdampfe, indem du das Glühkölbchen immer dort erhitzt, wo noch Reste des Beschlages festzustellen sind. Halte dabei das Glühkölbchen mit der Öffnung schräg nach unten.

### **Beschreibung des Schwefels**

**Schwefel – S** ist ein Element, keine Verbindung. Er kommt meist in körnigen und erdigen Massen vor. Wenn sich Kristalle bilden, sind sie pyramidenartig. Schwefel sieht gelb bis braun aus. Er hat die Härte 1,5 bis 2, das spezifische Gewicht ist 2,1, die Strichfarbe weißgelblich. Von den nichtmetallischen Elementen, die als Mineral auftreten, ist Schwefel das am weitesten verbreitete.

## 15. Weitere Bestimmungsformen für Mineralien

Für die chemische Analyse stehen dir in deinem Experimentierkasten noch zusätzliche Hilfsmittel zur Verfügung:

Kupferdraht,  
Phosphorsalz (Natriumammoniumphosphat),  
Soda (Natriumkarbonat).

### Der Kupferdraht

- 15.1. Laß dir von deiner Mutter etwas Haushaltssalz (Kochsalz) geben und zerpulvere es.
- 15.2. Gib etwas Schwefelsäure in ein Reagenzglas.
- 15.3. Handhabe den Kupferdraht wie das Magnesiastäbchen. Bringe das eine Ende über der Spiritusflamme zum Glühen, tauche es dann in die Schwefelsäure und gleich darauf ins Mineralpulver.

- 15.4. Halte das Kupferdrahtende mit dem anhaftenden Kochsalzpulver in die Flamme.

Die Flamme wird blau und dann grün. Die Farbe erinnert dich an die spektrolytische Untersuchung von Malachit und Chalkopyrit.

Bei Malachit und Chalkopyrit hast du zum Befeuchten des Magnesiastäbchens Salzsäure (HCl) genommen. Salzsäure enthält Chlor (Cl). Das Kupfer aus Malachit und Chalkopyrit hat zusammen mit dem Chlor der Salzsäure die blaue Farbe ergeben. – Du konntest so das Kupfer nachweisen.

Im Kochsalzversuch (15.1. bis 15.4.) hast du zum Befeuchten Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) genommen. Schwefelsäure enthält **kein** Chlor. Wenn mit dem Kupferdraht trotzdem eine blaue Flamme entsteht, muß das dazu erforderliche Chlor aus dem Kochsalz gekommen sein. Kochsalz enthält Chlor. Es ist chemisch Natriumchlorid.

Mit dem Kupferdraht kannst du Minerale bestimmen,  
die Chlor enthalten, also Chloride sind.

**Wichtig:** Bei dieser Probe darfst du **nie** Salzsäure zum Befeuchten nehmen.

### 15.5. Phosphorsalz

Mit Phosphorsalz erzeugt man eine Perle, die durch Metalle gefärbt wird. Zum Teil sieht die Färbung jedoch anders als bei der Boraxperle aus. Die Durchführung beider Proben bedeutet mehr Sicherheit bei der Bestimmung.

- 15.6. Versuche, Eisen mit der Phosphorsalzperle nachzuweisen. Nimm Limonitpulver. Es hat den Vorteil, daß es bereits ein Oxid ist. Richte dich nach den Versuchen 13.14. bis 13.20., wobei du Borax durch Phosphorsalz ersetzt.

**Hinweis:** Das Phosphorsalz gibt beim Erhitzen außer Wasserdampf auch Ammoniakgas ab.

Die Phosphorsalzperle färbt sich mit dem Eisen des Limonits im heißen Zustand gelbbrot. Beim Erkalten wird die Perle farblos bis grüngelb.

Mit der Phosphorsalzperle kannst du nur Minerale bestimmen, die in Oxidform vorliegen oder sich durch Rösten in Oxide verwandeln lassen.

Nicht alle Metalle sind jedoch mit der Phosphorsalzperle nachweisbar. Entnimm der nachfolgenden Tabelle die wichtigsten.

#### 15.7. Färbung der Phosphorsalzperle

Metall	heiß	kalt
Eisen Fe	gelbbrot	farblos bis grüngelb
Kupfer Cu	grün	blaugrün bis hellblau
Mangan Mn	violett	violett
Kobalt Co	blau	blau
Nickel Ni	rötlich-braun	gelb bis orange
Chrom Cr	rötlich	smaragdgrün

#### 15.8. Weise das Eisen des Limonits jetzt auch noch mit der Boraxperle nach.

Die Boraxperle wird durch Eisen in heißem Zustand rotbraun bis gelbbrot gefärbt. Im kalten Zustand ist diese Perle orangebraun-gelb.

Auch mit Borax kannst du nur Minerale bestimmen, die in Oxidform vorliegen.

#### 15.9. Färbung der Boraxperle

Metall	heiß	kalt
Eisen Fe	rotbraun bis gelbbrot	orangebraun-gelb
Kupfer Cu	blaugrün	blaugrün bis hellblau
Mangan Mn	violett	rotblau
Kobalt Co	blau	blau
Nickel Ni	rötlich-braun	rötlich-braun
Chrom Cr	gelb bis rot	grün bis grünoliv
Eisen + Kupfer		grün
Fe + Cu		

#### 15.10. Soda

Säurelösliche Minerale kannst du auch mit Soda (Natriumkarbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) auf bestimmte Metalle hin untersuchen.

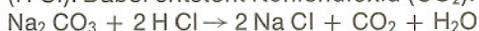
In vielen Fällen bildet sich aus dem in Säure gelösten Mineralpulver und Soda ein Niederschlag (fester Rückstand), der, wenn er farbig ist, auf ein bestimmtes Metall hinweist.

Erprobe diese Methode mit Galenitpulver.

15.11. Löse eine geringe Menge Galenitpulver in Salzsäure. Richte dich nach der Beschreibung 13.28 bis 13.30.

Du erhältst Bleichchloridlösung.

15.12. Gib einige Sodakristalle in das in Salzsäure gelöste Galenitpulver. Es schäumt sehr stark. Soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) reagiert mit der Salzsäure ( $\text{HCl}$ ). Dabei entsteht Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ).



15.13. Füge nun der Lösung nach und nach so viel Soda zu, bis das Schäumen aufhört und sich im Reagenzglas eine weiße Substanz (Niederschlag) absetzt.

Soda reagiert mit dem Bleichchlorid  $\text{PbCl}_2$ . Es entsteht weißes, unlösliches Bleikarbonat  $\text{PbCO}_3$  (Niederschlag) und lösliches Kochsalz  $\text{NaCl}$ .

**Hinweis:** Zink, Magnesium und andere Metalle ergeben ebenfalls einen weißen Niederschlag. Bei einer Analyse sind deshalb nur die oben genannten Metalle zu bestimmen, wobei das Blei ausscheidet.

Bei der Prüfung mit Soda entsteht in jedem Fall Kohlendioxid, gleichgültig, in welcher Säure das Mineral gelöst wurde.

#### 15.14. Nachweise mit Soda

Silber Ag	gelblichweißer Niederschlag, der beim Erhitzen braun wird
Blei Pb	weißer Niederschlag
Quecksilber Hg	a) gelber Niederschlag, der sich dann grau färbt b) rotbrauner Niederschlag
Nickel Ni	grüner Niederschlag
Eisen Fe	weißer Niederschlag, der sich zunächst grün, dann braun färbt
Barium Ba und Calcium Ca	ergeben beide einen weißen Niederschlag, der in Salzsäure löslich ist

## 16. Zusammenfassung wichtiger Bestimmungsmöglichkeiten

### 16.1. Trockene Prüfung im Glühröhrchen oder Glühkölbchen

Im allgemeinen muß du für die Prüfung der metallischen Minerale das Glühröhrchen und bei nichtmetallischen das Glühkölbchen verwenden. Bei der Prüfung zuerst hoch über der Flamme langsam erhitzen, dann in stärkerer Hitze in der Flamme evtl. bis zum Glühen. Sobald du eine Veränderung der Probe bemerkst, den Versuch unterbrechen und prüfen.

16.1.1. Es schmelzen leicht:  
Antimonit (Bild Nr. 20)

16.1.2. Es zeigen Wechsel der Farbe:

erhitzt schwarz:	Azurit (69, 70), Siderit (61), Malachit (71, 72) (Kap. 14.11.), Dolomit (59, 60), Rhodochrosit (62), Rhodonit (112)
heiß: stahlgrau kalt: kirschrot	Hämatit (23, 24, 25)
heiß: gelb kalt: weiß	Smithonit (63)
heiß: dunkelgelb kalt: zitronengelb	Cerussit (67, 68)
heiß: blau werdend	Erythrin (90)
heiß: weiß werdend	Lazulith (85)

16.1.3. Es bilden Sublimate:

weiß:	Pyromorphit (87), Mimetesit (88)
warm: orangerot kalt: gelbweißlich	Schwefel (2), Pyrit (5, 6, 7), Merkasit (8, 9)
warm: dunkel, braunrot bis schwarz kalt: orangerot	Realgar (22), Auripigment (22)
warm: schwarz kalt: kirsch- bis bräunlichrot	Antimonit (20)

16.1.4. Es geben Wasser ab:

Gips (79, 80), Limonit (28, 29), Malachit (71, 72), Azurit (69, 70), Manganlomelan (27), Psilomelan (26), Luzulith (85), Vivianit (89), Autunit (93), Chrysokoll (110), Natrolith (134)

16.1.5. Es dekrepieren oft stark:

Fluorit (48—51), Baryt (73, 74, 75) (s. Kap. 9.2.5. bis 9.2.10. Fluorit und Baryt), Sphalerit (17, 18) (s. Kap. 10.5.)  
manchmal auch: Calcit (52—57), Halit (46, 47)

## 16.2. Prüfung im offenen Röstrohr

Hier soll im Gegensatz zur Prüfung im geschlossenen Glühkölbchen oder Glühröhrchen möglichst viel Sauerstoff an die Probe herangebracht werden (Kap. 12.1. bis 12.4.). Dekreierende Minerale müssen vorher im Glühkölbchen erhitzt werden. Für den Versuch im Röstrohr wird dann das Mineralpulver der dekrepierenden Probe benutzt – sonst ein kleines Probestückchen.

Immer erst schwach erhitzen, damit sich in Verbindung mit dem Sauerstoff Oxide bilden können.

Bei den Versuchen mit dem Röstrohr sollte stets mit Lackmuspapier auf Säurebildung geprüft werden. Außerdem immer auf Gerüche (z. B.  $\text{SO}_2$ ) und Sublimate achten.

### 16.2.1. $\text{SO}_2$ -Geruch und Rötung von Lackmuspapier

Alle Sulfide, auch die der niederen Schwefelungsstufe, die im Glühröhrchen oder Glühkolben unverändert bleiben, zeigen im Röstrohr ihren Schwefelgehalt an:

1. durch  $\text{SO}_2$ -Geruch,
2. durch Rötung von Lackmuspapier. Die Rötung wird schon durch geringste Schwefelanteile erzielt.  
Pyrit (5, 6, 7) (Kap. 13.6. bis 13.7.)  
Sphalerit (17, 18) (Kap. 12.1. bis 12.4.)  
Chalkopyrit (10—12) (Kap. 13.11.)  
Pyrrhotin (4) (Kap. 13.22.)  
Galenit (14, 15, 16) (Kap. 13.26.).

Sphalerit und Molybdänit lassen sich nur schwer rösten. Die Proben dieser Minerale müssen deshalb vorher gepulvert werden.

### 16.2.2. Alle Arsenide geben im Röstrohr weißes $\text{As}_2\text{O}_3$ Sublimat, welches leicht flüchtig ist.

Ein orangefarbenes AsS-Sublimat entsteht bei Realgar (22) und Auripigment (22).

### 16.2.3. Ein geringes weißes Sublimat, das bei weiterer Erhitzung verschwindet, entsteht bei Galenit (14, 15, 16) (Kap. 13.26.).

- 16.3. **Magnetismus** für den Nachweis von Eisen.  
 Einige Minerale haben einen natürlichen Magnetismus, der mit einem Kompaß oder Magneten nachgewiesen wird. Hierzu gehört das Mineral Pyrrhotin (4) (Kap. 5, 5.2., 5.3.).  
 Andere werden erst durch Glühen magnetisch, wie z. B.:  
 Limonit (28, 29) (Kap. 12.13. bis 12.15.)  
 Pyrit (5, 6, 7) (Kap. 13.1. bis 13.9.)  
 Hämatit (23, 24, 25) (Kap. 14.20. bis 14.22.)
- 16.4. **Flammenfärbung** (spektroskopische Analyse)  
 Einige Metalle geben, wenn man sie in die Spiritusflamme bringt, eine für sie charakteristische Flammenfärbung. Bei einigen Mineralien genügt es schon, einen Splitter der Probe in die Flamme zu halten. Bei anderen Mineralien muß man die Probe fein pulvern und mit HCl oder  $H_2SO_4$  anfeuchten und mit dem vorher gut ausgeglühten Magnesiastäbchen oder dem Kupferdraht in die Flamme bringen (Kap. 7. bis 7.9. und 15.1. bis 15.4.). Die Tabelle 7.9. zeigt die wichtigsten Flammenfarben.
- 16.5. **Perlenfärbungen**  
 Mit Borax oder Phosphorsalz werden bei dieser Nachweismöglichkeit die Metalloxide der Minerale gelöst, und die Perle erhält dadurch eine charakteristische Farbe. Sind mehrere Metalloxide in der Probe enthalten, ergibt die Perle Mischfarben. Für den Perlennachweis kannst du die Proben benutzen, die sich im Glühkolben, im Glühröhrchen oder im Röstrohr als frei von Schwefel (S) oder Arsen (AS) erwiesen haben.  
 Bei Proben von Sulfiden muß durch längeres starkes Erhitzen im Röstrohr Schwefel erst ausgetrieben werden (Kap. 13.13. bis 13.20.). Die Perlen würden sonst durch die Na-Sulfide eine gelbbraune Farbe erhalten.  
 Das Rösten muß man so lange fortsetzen, bis kein  $SO_2$ -Geruch mehr auftritt. Sicherheitshalber dann noch mit Lackmuspapier prüfen (Kap. 12.2. bis 12.4.) — es darf sich **nicht** röten.  
 Das Anfertigen der Perlen beschreibt Kap. 13.14. bis 13.20.; die Farben der Perlen Kap. 15.7. und 15.9.
- 16.6. **Heparprobe**  
 Mit diesem Versuch lassen sich sehr geringe Mengen von Schwefel (S) nachweisen.  
 Das Mineral muß dafür mit Soda aufgeschlossen werden (Kap. 9.2.12. bis 9.2.22.). Je nach Schwefelgehalt erzeugt die Heparprobe einen schwarzen, braunen oder gelben Fleck auf Silber.

## 16.7. Naßanalyse

Bei säurelöslichen Mineralien ergeben die Reaktionen in vielen Fällen Hinweise auf bestimmte Stoffe.

### 16.7.1. Lösen in Salzsäure (HCl) — erst kalt, dann erwärmen.

In kalter HCl aufbrausend: CO<sub>2</sub>

Calcit (52—57) (Kap. 9.2.1. bis 9.2.3.)

Aragonit (64—66)

Malachit (71, 72) (Kap. 14.7. bis 14.8.)

Azurit (69, 70)

evtl. erst bei Erwärmung Bildung von CO<sub>2</sub>:

Dolomit (59, 60)

Siderit (61)

Rhodochrosit (62)

Smithonit (63)

Cerussit (67, 68)

Bildung von CO<sub>2</sub> bei allen Carbonaten.

Tritt hierbei Schwefelwasserstoffgeruch (H<sub>2</sub>S) auf, ist das Mineral ein Sulfid. Bei stechendem Geruch ist es ein Chlorid.

### 16.7.2. Zugabe von Ammoniak

Wird die in Säure gelöste Probe bei Zugabe von Ammoniak tiefblau gefärbt, ist in dem Mineral Kupfer (Cu) enthalten (Kap. 14.9.): Malachit (71, 72), Azurit (69, 70).

Bildet sich während des Zugebens ein Niederschlag wie bei Bornit (13), so muß er sich erst setzen.

### 16.7.3. Zugabe von Ammoniumrhodanidlösung

Tritt bei der Zugabe von Ammoniumrhodanidlösung in eine saure Probelösung eine rote Färbung ein, ist dies der Hinweis für Eisen (Fe) (Kap. 12.9. bis 12.11.): Limonit (28, 29).

### 16.7.4. Zugabe von gelöstem gelben Blutlaugensalz

Färbt sich die saure Probelösung nach Zugabe von gelöstem, gelben Blutlaugensalz blau, ist Eisen (Fe) in dem Mineral enthalten (Kap. 12.12): Limonit (28, 29).

Ist in dem Material aber statt Eisen (Fe) Kupfer (Cu) enthalten, wird die Lösung braun.

Sind Fe und Cu im Mineral enthalten, fällt ein schwarzer Niederschlag aus.

Reaktion wie in Kap. 16.7.3. und 16.7.4. bei:

Pyrrhotin (4)

Hämatit (23, 24, 25)

Siderit (61)

Vivianit (89)

#### 16.7.5. Niederschläge in der Probelösung

Fällt bei der Lösung eines Minerals in Säure ein Niederschlag aus, kann auch das ein Hinweis sein. So bildet sich bei Galenit (14–16) ein geringer weißer Niederschlag von Bleichlorid (Kap. 13.27. bis 13.30.).

#### 16.7.6. Untersuchung mit Soda

Mit Soda lassen sich in Säure gelöste Minerale auf Metalle untersuchen. Gibt man in die saure Probelösung Soda, bildet sich in einigen Fällen ein für bestimmte Metalle charakteristischer Niederschlag (Kap. 15.10.).

### 17. Die Fluoreszenz einiger Minerale

Manche Minerale haben die Eigenschaft, bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht (UV-Licht) selbst – meist farbig – zu leuchten. Diesen Vorgang bezeichnet man als **fluoreszieren**.

Geringe Beimengungen können die Fluoreszenz des Minerals jedoch verändern. Bis auf wenige Ausnahmen kommt die Prüfung auf Fluoreszenz für eine Mineralbestimmung deshalb nicht in Frage.

Eine eigene Mineralsammlung im Schrank mit UV-Licht bestrahlt, kann besonders am Abend sehr effektiv sein.

17.1. Für die Beobachtung der Fluoreszenz benötigst du eine Schwarzlichtlampe.

17.2. Ordne deine Minerale so auf einem Tisch an, daß die UV-Strahlen der Schwarzlichtlampe auf die Minerale treffen.

17.3. Bei abgedunkeltem Raum leuchten deine Minerale:

Fluorit	weißblau, violett (auch grün oder gelbgrün)
Calcit	rot, rosa, evtl. orange, gelb
Gips	grün, gelb, weiß
Quarz	gelb, grün
Schwefel	graugelb usw.

17.4. Außerdem können folgende Mineralien in verschiedenen Farben aufleuchten:

Aragonit  
Dolomit  
Halit  
Sodalit  
Autonit  
Cerussit

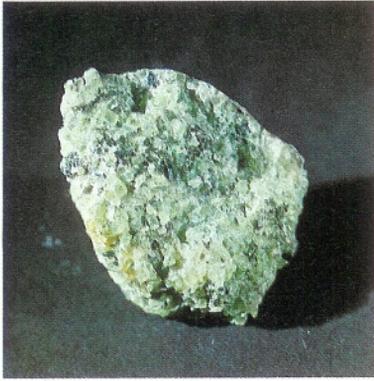
## Mineralregister

Mineral	Bild Nr.	Mineral	Bild Nr.
Achat	40, 41	Calcit	52—57, 59
Adamin	84	Carneol	42
Adular	129	Cerussit	67, 68
Aktinolith	113	Chalkopyrit	10, 11, 12, 16
Albit	130	Chalzedon	39
Almandin	100	Chlorotil	91
Amazonit	133	Chrysokoll	110
Amethyst	34,35	Coelestin	76
Amiant	114	Disthen	97
Anatas	30	Dolomit	59, 60
Andalusit	96	Eisenglanz	23
Anglesit	77	Eisenkies	5, 6, 7
Anhydrit	78	Eisenspat	61
Ankerit	58	Epidot	103, 104, 111, 115
Antimonglanz	20	Erbsstein	120
Antimonit	20	Erythrin	90
Anthophyllit	116	Feldspat	129, 130, 131, 132
Apatit	86	Flint	45
Aragonit	64, 65, 66	Fluorit	48, 49, 50, 51
Augit	111	Flußspat	48, 49, 50, 51
Auripigment	22	Fuchsit	125
Autunit	93	Galenit	14, 15, 16
Azurit	69, 70	Gelbbleierz	82
Bandjaspis weiß	44	Gips	79, 80, 81
Baryt	73, 74, 75	Glaskopf br.	28, 29
Bergkristall	31, 32	Glaskopf rot	24
Beryll	108, 109	Glaskopf schw.	26
Biotit	123, 124	Granat	99, 100, 101
Blättercalzit	56, 59	Graphit	3
Blaueisenerz	89	Halit	46, 47
Blauspat	85	Hauyn	128
Bleiglanz	14, 15, 16	Hämatit	23, 24, 25
Bornit	13	Hartmanganerz	26
Brauneisen	28, 29	Hemimorphit	102
Brauner Glaskopf	28, 29	Hessonit	101
Braunspat	58	Himbeerspat	62
Buntkupferkies	13	Hornblende	98, 117
Byssolith	115	Horngarbenschiefer	98
		Jaspis	43, 44

<b>Mineral</b>	<b>Bild Nr.</b>
Kaliglimmer	122
Kalkspat	52—57, 59
Katzengold	123, 124
Kieselzinkerz	102
Kobaltblüte	90
Kupfer	1
Kupferkies	10, 11, 12, 16
Lazulith	85
Lepidolith	126
Limonit	28, 29
Lithiumglimmer	126
Magnetkies	4
Mangnesiaglimmer	123, 124
Malachit	71, 72
Manganit	29
Manganlomelan	27
Manganspat	62
Markasit	8, 9
Meißelspat	75
Mimetesit	88
Molybdänit	21
Molybdänglanz	21
Muskovit	122
Natrolith	134
Olivin	95
Orthoklas	131
Phillipsit	135
Psilomelan	26
Pyrit	5, 6, 7
Pyrrhotin	4
Pyromorphit	87
Pyrophanit	121
Pyrop	99
Quarz	31—38
Rauchquarz	33
Rauschgold	22
Rauschrot	22

<b>Mineral</b>	<b>Bild Nr.</b>
Realgar	22
Rhodochrosit	62
Rhodonit	112
Rockbridgeit	94
Rosenquarz	36
Roteisenstein	24, 25
Roter Glaskopf	24
Rubinblende	18
Rutilnadeln	32
Sanidin	132
Schalenblende	19
Schörl	106
Schwarzer Glaskopf	26
Schwefel	2
Schwefelkies	5, 6, 7
Serpentinasbest	118
Siderit	61
Smithonit	63
Sodalith	127
Spateisen	61
Specularit	23
Speerkies	9
Sphalerit	17, 18
Steinsalz	46, 47
Sternquarz	37
Talk	119, 120
Tigerauge	38
Torbernit	92
Triphylin	83
Turmalin	106, 107
Vesuvian	101, 105
Vivianit	89
Wad	27
Wulfenit	82
Wurtzit	19
Zinkblende	17, 18

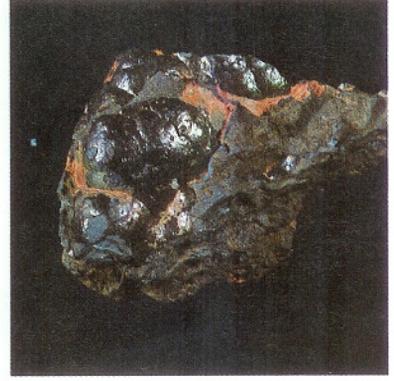
## Beispiele einiger Aggregatformen



körnig  
(Olivin)



zonaler,  
schichtiger Aufbau  
(Achat)



nierig  
(roter Glaskopf)



langsäulig,  
stengelig,  
radialstrahlig  
(Antimonit)



ästig,  
bäumchenartig  
(Kupfer)



faserig,  
parallelfaserig  
(Chrysotilasbest)



wirrfaserig,  
haarig  
(Amiant)



großblättrig,  
tafelig  
(Baryt)



blättrig,  
schuppig  
(Glimmer)

## Mineralbeschreibungen

Es gibt einige Tausend verschiedener Mineralien. Auf den folgenden Seiten kannst du an Hand der Abbildungen und Beschreibungen eine kleine Auswahl näher kennenlernen. Die Mineralien sind in der Reihenfolge aufgeführt, die im Kap. 19 „Ordnung der Minerale“ beschrieben ist.

Die Beschreibung bietet dir in Verbindung mit den vorher genannten Bestimmungsmöglichkeiten eine gute Hilfe zur Erkennung deiner gefundenen Minerale.

Unter den Abbildungen steht fett gedruckt der Mineralname, weitere Namen sind kursiv gedruckt.

Die chemische Zusammensetzung zeigt die ebenfalls fettgedruckte Formel. In der folgenden Zeile ist die Härte – H – (s. Kap. 4.1.) und die Dichte – D – (s. Kap. 8.) aufgeführt.

Die letzte Zeile unter der Abbildung nennt Glanz (s. Kap. 20.1. und 20.2.) und Transparenz (s. Kap. 20.3.) des Minerals.

Auf der Buchseite neben den Abbildungen sind in einer Tabelle weitere Kennzeichen beschrieben.

In der zweiten Spalte findest du unter:

S die Güte der Spaltbarkeit (s. Kap. 20.4.)

B das Aussehen der Bruchfläche (s. Kap. 20.5.), evtl. die Tenazität (s. Kap. 20.6.), soweit diese für die Erkennung wichtig ist,

S die Strichfarbe (s. Kap. 2. bis 2.3.).

In der Spalte „Farbe“ sind die Eigenfarben des Minerals aufgezählt.

Es folgt die Beschreibung der Aggregatform (s. Kap. 20.9.) und der Kristallausbildung (s. Kap. 20.8.4.).

Die Spalte „Begleitende und ähnliche Minerale“ nennt unter:

B Minerale, die mit dem Beschriebenen im Paragenese vorkommen können. So ist z. B. Galenit fast immer von Sphalerit begleitet.

A Minerale, die mit dem beschriebenen verwechselt werden können.

Die Ähnlichkeit verschiedener Minerale ist abhängig von ihrer jeweiligen spezifischen Ausbildung. So können sich zwei Minerale unter bestimmten Voraussetzungen (gleiche Aggregatform, Kristallausbildung und Farbe) zum Verwechseln ähnlich sein – ein anderes Mal völlig verschieden aussehen.

In der letzten Spalte werden dir in Kurzform weitere Hinweise für die Erkennung gegeben.

Abkürzungen:	i. Ü	im Überfluß
	i. K	im Kölbchen (Glühkolben, Glühröhrchen)
	gl.	Glanz
	durchs.	durchsichtig
	durchsch.	durchscheinend

## Elemente 1 bis 3, Sulfide und Sulfosalze 4 bis 9



**1 Kupfer**  
verästelte Aggregatform  
**Cu**  
H 2,5–3 D 8,5–9  
Metallgl. / undurchs.



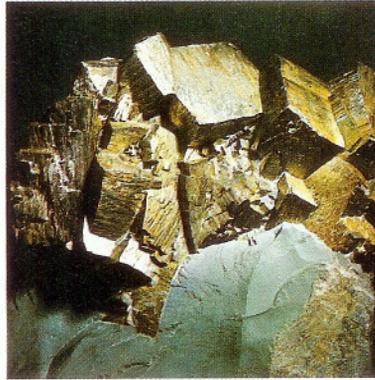
**2 Schwefel auf Calcit**  
**S**  
H 1½–2 D 2,0–2,1  
Fettgl. Kristallfl. Diamantgl.  
Kristalle durchsch.



**3 Graphit schuppig eingewachsen**  
**C**  
H 1 D 2,1–2,3  
Metall- oder Mattglanz  
undurchsichtig



**4 Pyrrhotin Magnetkies derb**  
**FeS**  
H 4 D 4,58–4,77  
auf frischen Flächen starker  
Metallgl. / undurchs.



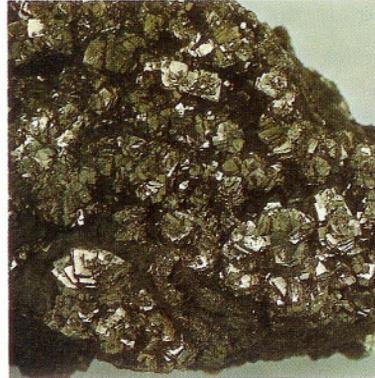
**5 Pyrit Schwefelkies, Eisenkies**  
Kr. mit gestreiften Flächen  
**FeS<sub>2</sub>**  
H 6–6½ D 4,9–5,2  
Metallgl. / undurchsichtig



**6 Pyrit**  
Kristall, Pyritoeeder  
**FeS<sub>2</sub>**



**7 Pyrit**  
Pyritkugel  
**FeS<sub>2</sub>**



**8 Markasit**  
tafelige Ausbildung  
**FeS<sub>2</sub>**  
H 6–6½ D 4,8–4,9  
Metallgl. / undurchs.



**9 Markasit**  
Speerkies  
**FeS<sub>2</sub>**  
H 6–6½ D 4,8–4,9  
Metallgl. / undurchs.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
1	<b>S</b> – <b>B</b> hakig; schneidbar, geschmei- dig hämmer- bar <b>S</b> kupferrot, metallisch glänzend	kupferrot, meist matt dunkel an- gelaufen; oft Oberfläche verwittert, grün-braun, schwarz, blau	dendritisch, blech-, draht-, moosförmig, Bäumchen, derb, als Anflug	würfelig, Achtflächen, meist stark verzerrt, oft Zwillinge	<b>B</b> Cuprit, Chalkosin, Malachit, Azurit, Calcit, Quarz, Epidot <b>A</b> –	Strich. Flammenfärbung Cu + HCl blau, dann grün. Leicht löslich in Säuren. Zugabe von Ammoniak in die Lö- sung → tiefblaue Lösung, s. 14.9.–14.10.
2	<b>S</b> gut <b>B</b> muschelig; sehr spröde <b>S</b> gelblich- weiß	gelb, auch orangerot, rötlich, grau, braun, schwarz	Kristalle auf- gewachsen; derbe, körnige, auch faserige Mas- sen; nierig, stalaktitisch, erdig, pulverig, als Anflug	pyramiden- artig, selten tafelig, sehr flächenreich	<b>B</b> Gips, Anhydrit, Halit, Coelestin, Aragonit, Calcit, Ton <b>A</b> –	brennbar; SO <sub>2</sub> -Geruch, s. 14.24.–14.33.
3	<b>S</b> voll- kommen (Schüpp- chen) <b>B</b> uneben; mild, Blättchen unelastisch biegsam <b>S</b> grau bis schwarz glänzend, nach Ver- reiben matt	dunkel- bis lichtgrau, dunkelstahl- grau bis eisenschwarz	schuppig, strahlig, dicht, stengelig, erdig, derb; blättrige bis schuppige Massen	blättrig, dünn tafelig, schuppig; Kristalle selten, Kristalle eingesprengt	<b>B</b> Augit, Horn- blende, Granat, Calcit <b>A</b> Molybdän- glanz	fettig anzufassen, färbt auf Papier
4	<b>S</b> undeutlich <b>B</b> muschelig, uneben <b>S</b> grau- schwarz	rötlich- bronzegelb bis bräunlich- bronzegelb	meist derb, eingesprengt, auch massig, körnig bis dicht. Kristalle rosettenartig gruppiert	tafelig, säulig, 6seitig; Kristalle selten	<b>B</b> Pyrit, Chalko- pyrit, Sphalerit, Galenit, Magnetit, Siderit <b>A</b> Bornit	Pyrrhotin ist magne- tisch, s. 5.1.–5.5. Gibt im Röstrohr SO <sub>2</sub> -Geruch, s. 12.1.–12.4. In HCl unter H <sub>2</sub> S- Entwicklung löslich.
5 6 7	<b>S</b> undeutlich <b>B</b> muschelig <b>S</b> grünlich- schwarz, bräunlich- schwarz	hellmessing- gelb, auch goldgelb, braun, bunt angelaufen, oft von Limonit umkrustet	derb, einge- sprengt, körnig bis dicht, radial- strahlig, nierig, knollig; Versteine- rungsmittel in Lias- schiefer	würfelig und andere isometrische Formen; Kristalle auf- und ein- gewachsen; Flächen oft gestreift	<b>B</b> Chalko- pyrit, Pyrrhotin, Sphalerit, Galenit <b>A</b> Markasit, Chalko- pyrit, Pyrrhotin	Pyrit gibt i. K. orangerotes Subli- mat und SO <sub>2</sub> -Geruch, s. 13.4.–13.7. Mineralpulver nach dem Glühen magne- tisch, s. 13.1.–13.9. Von Chalkopyrit an der helleren Farbe und der größeren Härte zu unter- scheiden.
8 9	<b>S</b> deutlich bis undeutlich <b>B</b> muschelig <b>S</b> grünlich- schwarz bis schwarz	hellmessing- gelb mit Stich ins grünliche oder graue	hahnenkamm- artige Aggre- gate, grob- strahlig bis feinfaserig, radialstrahlig bis kugelig, stalaktitisch, lagenförmig; als Gelbil- dung: nierig, knollig	tafelig, säulig, nadelig, pyramiden- förmig; speerspitzen- ähnlich = Speerkies	<b>B</b> wie Pyrit <b>A</b> wie Pyrit	wie Pyrit – aber Markasit hat andere Kristallformen und ist leichter.

## Sulfide und Sulfosalze



**10**  
**Chalkopyrit**  
*Kupferkies auf Quarz*  
 $\text{Cu FeS}_2$   
H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 4,1–4,3  
Metallgl. / undurchs.



**11**  
**Chalkopyrit**  
*Kupferkies bunt angelaufen*  
 $\text{Cu FeS}_2$



**12**  
**Chalkopyrit**  
*Kupferkieskristalle auf Baryt*  
 $\text{Cu FeS}_2$



**13**  
**Bornit**  
*Buntkupferkies mit Malachit*  
 $\text{Cu}_5 \text{FeS}_4$   
H 3 D 4,9–5,3  
Metallgl. / undurchs.



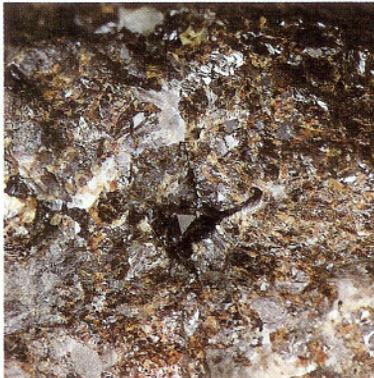
**14**  
**Galenit**  
*Bleiglanz derb in Quarz*  
 $\text{PbS}$   
H  $2\frac{1}{2}$ –3 D 7,2–7,6  
Metallgl. / undurchs.



**15**  
**Galenit**  
*Bleiglanz-Würfel mit Dolomit und Siderit*  
 $\text{PbS}$



**16**  
**Galenit**  
*Bleiglanz u. Chalkopyrit als Gangfüllung in Quarz*  
 $\text{PbS}$



**17**  
**Sphalerit Zinkblende**  
 $\text{ZnS}$   
H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 3,9–4,1  
Diamant- bis Fettgl.  
dünne Splitter durchsch.



**18**  
**Sphalerit**  
*Var. Rubinblende, aufgewachsene Kristalle*  
 $\text{ZnS}$

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	Begleitende Minerale Ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
10 11 12 16	<b>S</b> undeutlich <b>B</b> muschelig <b>S</b> grünlich- schwarz	messinggelb, oft goldgelb, häufig bunt angelaufen	derb, fein- körnig, dicht, eingesprengt, angeflogen	Kristalle meist klein und verzerrt, ähnlich Oktaeder oder Tetraeder	<b>B</b> Pyrit, Pyrrhotin, Sphalerit, Galenit, Quarz, Siderit, Dolomit, Fluorit, Baryt <b>A</b> Pyrit, Pyrrhotin (Gold)	geringere Härte als Pyrit; nicht magne- tisch wie Pyrrhotin; s. auch 13.10.–13.20.
13	<b>S</b> undeutlich <b>B</b> muschelig; spröde bis mild <b>S</b> grau- schwarz	auf frischem Bruch rötlich- braun, dann schnell bunt anlaufend, hauptsächlich blauviolett	meist derbe, körnige, dichte Massen; knollig, ästig, Überzüge, eingesprengt	Kristalle sehr selten; würfelig oder ähnlich; isometrische Formen	<b>B</b> Chalko- pyrit, Chalkosin, Pyrit, Malachit, Azurit, Galenit, Sphalerit, Calcit <b>A</b> bei frischem Bruch: Pyrrhotin, angelaufen: Chalko- pyrit, Chalkosin	Farbe und buntes Anlaufen, geringe Härte. In $H_2SO_4$ unter Schwefelabschei- dung löslich. Auch in $HCl$ löslich. Schwefel- und Eisennachweis s. 13.6., 13.7. und 12.12. Kupfernach- weis: In $HCl$ lösen, Zugabe von Am- moniak l. Ü. → tief- blaue Lösung = Cu, schwarzer Nieder- schlag = Fe, s. 14.9.
14 15 16	<b>S</b> sehr voll- kommen (Würfel) <b>B</b> —, mild <b>S</b> grau- schwarz	bleigrau, oft matt angelau- fen. Auf frischem Bruch starker Metallgl.	derb, grob- bis fein- körnig, dicht, spätig	isometrische Formen, besonders Würfel	<b>B</b> Sphalerit, Chalko- pyrit, Pyrit, Fluorit, Baryt, Siderit, Dolomit, Anglesit, Cerussit, Pyro- morphit, Calcit, Quarz <b>A</b> Antimonit, Molybdän- glanz	löslich in $HCl$ mit weißem Nieder- schlag von $PbCl_2$ s. 13.25.–13.30.
17 18	<b>S</b> sehr voll- kommen (Zwölf- flächner) <b>B</b> muschelig, uneben <b>S</b> braun bis hellgelb oder weiß	gelb, grau- braun, braun- gelb, hell- braun, schwarz; selten farblos, weiß, grün, rot	grob- bis feinspätig, körnig, dicht; auch krustig, schalig, nierig, lagenförmig gebändert	isometrische Formen, meist tetraedisch oder rhombedo- dekaedrisch	<b>B</b> fast immer Galenit; Quarz, Calcit, Siderit, Chalko- pyrit, Fluorit, Markasit, Pyrrhotin, Magnetit, Wurzit <b>A</b> Galenit, Vesuvian	in $HCl$ unter $H_2S$ - Entwicklung löslich, s. 10.4.–10.5., 12.1.–12.4.

**Sulfide und Sulfosalze 19 bis 22, Oxide 23 bis 27**



**19 Wurtzit**  
Schalenblende  
 $ZnS$   
H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 4–4,1  
Glas- bis Diamantgl. / durchsch.



**20 Antimonit**  
Antimonglanz  
 $Sb_2S_3$   
H 2 D 4,6–4,7  
Metallgl. / undurchs.



**21 Molybdänit**  
Molybdänglanz  
 $MoS_2$   
H  $1\frac{1}{2}$  D 4,7–5,0  
Metallgl. / undurchs.

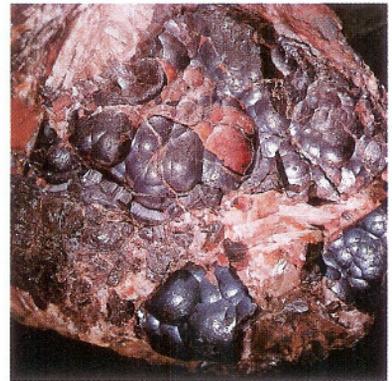


**22 Realgar**  
Rauschrot  
 $As_4S_4$   
H  $1\frac{1}{2}$ –2 D 3,5–3,6  
Fett- bis Harzgl. / durchs. – durchsch.

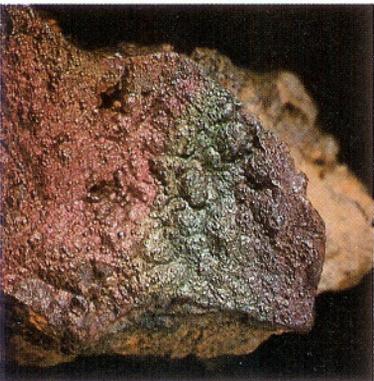
**Auripigment**  
Rauschgold  
 $As_2S_3$   
H  $1\frac{1}{2}$ –2 D 3,4–3,5



**23 Hämatit**  
Var. Eisenglanz, Specularit  
 $Fe_2O_3$   
H  $5\frac{1}{2}$ –6 $\frac{1}{2}$  D 4,9–5,3  
Metallgl. / undurchs.



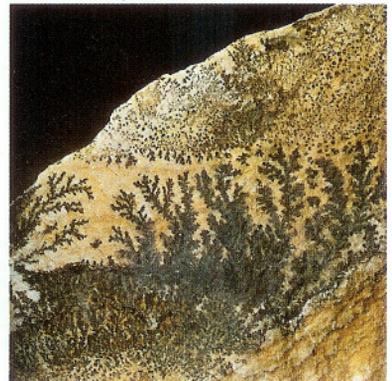
**24 Hämatit Roteisenstein**  
Var. roter Glaskopf  
 $Fe_2O_3$   
H  $5\frac{1}{2}$ –6 $\frac{1}{2}$  D 4,9–5,3  
Metallgl. / undurchs.



**25 Hämatit**  
Roteisenstein, bunt angelaufen  
 $Fe_2O_3$   
H  $5\frac{1}{2}$ –6 $\frac{1}{2}$  D 4,9–5,3  
Metallgl. – matt / undurchs.



**26 Psilomelan Hartmanganerz**  
Var. schwarzer Glaskopf  
 $(Ba, H_2O)_2Mn_5O_{10}$   
H 5–6 D 4,8–5,4  
als Glaskopf starker Glanz,  
sonst Halbmetallgl. bis matt



**27 Manganomelan**  
Wad  
 $MnO_2 \cdot nH_2O$   
H 1–2 D 2,3–3,7  
matt

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
19	<b>S</b> deutlich <b>B</b> — <b>S</b> bräunlich- gelb	gelb bis dunkelbraun	krustig, schalig — gebändert, glaskopffartig	—	<b>B</b> Sphalerit, Galenit, Pyrit, Markasit, Siderit, <b>A</b> Sphalerit	wie Sphalerit, aber keine Kristalle, sondern schalige Aggregate
20	<b>S</b> Sehr voll- kommen in Längs- richtung <b>B</b> — <b>S</b> biegsam bleigrau	bleigrau, oft bunt angelaufen	stengelig, radial- und verworren- strahlig, in Büscheln, selten körnig, spätig, dicht	spießig, nadelig, haarig, säulig, oft längs- gestreift aufgewachsen	<b>B</b> Galenit Pyrit, Siderit, Quarz <b>A</b> —	schon an Streich- holzflamme schmelz- bar. I. K. heiß = schwarz, nach Er- kalten kirschroter Beschlag. Löslich in heißer HCl.
21	<b>S</b> voll- kommen (Schup- pen) <b>B</b> — <b>S</b> mild/unel. biegsam bleigrau, nach Ver- reiben grünlich	bleigrau	meist derb, eingesprengt, schuppig, blättrig, dicht	seltene. Blättrig tafelig, schuppig, tonnenförmig (sechsseitig)	<b>B</b> Quarz, Sphalerit, Pyrit, Chalko- pyrit, Pyrrhotin, Horn- blende, Augit, Calcit <b>A</b> Graphit	fettig anzufühlen; Flamme zeisigrün durch Mo
22	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> splittrig; mild/ schneidbar <b>S</b> orangerot	rot bis rotorange	derb, dicht, körnig, erdig, eingesprengt, angeflogen	einzelne und in Drusen; sehr klein, säulig, nadelig, dicktafelig	<b>B</b> Antimonit, Pyrit, Auri- pigment Sphalerit, Baryt, Calcit <b>A</b> Auri- pigment	Strichfarbe. Gibt i. K. orange- rotes Sublimat
22	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> — <b>S</b> mild, schneid- bar, biegsam blaßgelb	zitronen- bis orange gelb	breitstenge- lig, radial- strahlig, blättrig, pul- verig, körnig, krustig, nierig	klein und selten; säulig, blättrig, nadelig	<b>B</b> wie bei Realgar <b>A</b> Realgar	Strich ist gelb (bei Realgar orangerot). Gibt i. K. dunkel- gelbes Sublimat.
23 24 25	<b>S</b> — <b>B</b> muschel- ig bis erdig brechend <b>S</b> kirschrot — rotbraun	Eisenglanz: stahlgrau bis eisenschwarz, oft bunt an- gelaufen Roteisen- stein: dunkelrot bis stahlgrau, oft bunt an- gelaufen	körnig, strahlig, stengelig, dicht; stalaktitisch, glaskopffartig nierig = roter Glaskopf	tafelig, blättrig; schuppig = Eisen- glimmer; rosetten- artig = Eisenrose	<b>B</b> Limonit, Psilomelan <b>A</b> Magnetit	s. 14.12.—14.23. Strichfarbe. Löslich in HCl. Nach dem Glühen magnetisch.
26	<b>S</b> — <b>B</b> muschel- ig <b>S</b> braun- schwarz	schwarz, bräunlich- schwarz	traubig, glaskopffartig, nierig, stalaktitisch, derb, dicht, hart, aber auch weich und locker	feinkristallin, Gelbbildung	<b>B</b> Limonit, Siderit, Pyrit, Calcit, Baryt <b>A</b> —	löslich in HCl. Ba als Flammen- färbung s. 7.9. Mn-Nachweis mit 15.7. Phosphorsalzperle. Beim Glühen i. K. Abgabe von O und etwas H <sub>2</sub> O.
27	<b>S</b> — <b>B</b> — <b>S</b> braun- schwarz — dunkel- braun	schwarz, dunkelbraun	dendritisch, nierig, traubig, derb, erdig, knollig, schäumig,	Gelbbildung	<b>B</b> wie Psilo- melan <b>A</b> —	wie bei Psilomelan; i. K. Wasserabgabe.

## Oxide



**28**  
**Limonit Brauneisen**  
*brauner Glaskopf*  
 $\text{Fe O (OH) } \cdot n \text{ H}_2\text{O}$   
 H -5 D 3,3-4,4  
 als Glaskopf hoher Glanz / undurchs.



**29**  
**Limonit Brauneisen**  
*stalaktitisch mit Manganitkr.*  
 $\text{Fe O (OH) } \cdot n \text{ H}_2\text{O}$   
 H -5 D 3,3-4,4  
 Diamantgl. bis matt / undurchs.



**30**  
**Anatas**  
 $\text{Ti O}_2$   
 H  $5\frac{1}{2}$ -6 D 3,8-3,9  
 Metall- bis Diamantgl. / durchsch.



**31**  
**Quarz**  
*Bergkristall*  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,65  
 Glasgl. / durchs. - durchsch.



**32**  
**Quarz**  
*Bergkristall mit Rutilnadeln*  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,65  
 Glasgl. / durchs. - durchsch.



**33**  
**Quarz**  
*Var. Rauchquarz*  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,65  
 Glasgl. / durchs. - durchsch.



**34**  
**Quarz**  
*Var. Amethyst als Druse*  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,65  
 Glasgl. / durchs. - durchsch.



**35**  
**Quarz**  
*Var. Amethyst aufgewachsenes Kristall*  
 $\text{Si O}_2$



**36**  
**Quarz**  
*Var. Rosenquarz*  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,65  
 Glas- bis Fettgl. / durchsch.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
28 29	<b>S</b> voll- kommen bei braun. Glaskopf <b>B</b> muschelrig <b>S</b> braun bis gelb, Limonit als Ocker auch rostbraun	gelbbraun, braun, braun- schwarz	glaskopffartig, nierig, trau- bik, stalakti- tisch, derb, erdig, krustig	feinkristallin	<b>B</b> Psilo- melan, Hämatit, Baryt, Calcit, Quarz, Chalzedon <b>A</b> Hämatit	nach Glühen magnetisch, l. K. Wasserabgabe. Löslich in HCl — Eisennachweis mit gelbem Blutlaugen- salz. s. auch 12.5.—12.15.
30	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> muschelrig <b>S</b> weiß bis gelbweiß	blauschwarz, graubraun rot, gelb- braun, selten farblos	meist gut ausgebildete aufgewach- sene Kristalle	flache qua- dratische Doppel- pyramiden; dicktafelig, säulig. Kristalle meist einzeln	<b>B</b> Rutil, Quarz, Adular, Calcit; auf alpinen Klüften <b>A</b> —	Kristallform und Einzelkristalle. In Säuren unlöslich.
31 bis 38	<b>S</b> — <b>B</b> muschelrig <b>S</b> weiß	Bergkristall = glasklar, farblos Milchquarz = durchscheinend, milchig weiß gem. Quarz = undurchsichtig, weiß, farbig Farbvarietäten: Rauchquarz = braun bis rauchgrau Morion = schwarz Amethyst = violett Rosenquarz = rosa Citrin = gelb Tigerauge = goldgelb, goldbraun, seidenglänzend mit Krokydolithfasern Eisenkiesel = rot, braun, gelb (durch Fe-Oxide gefärbt) Aggregatform und Ausbildung: grob-, feinkörnig bis dicht; säulig, nadelig, pyramidig. Kristalle sechsseitig, häufig verzerrt. Gem. Quarz und Milchquarz: grob- bis feinkörnig; säulig ein- und aufgewachsene Kristalle, meist horizontal gestreift. Bergkristall: säulig bis nadelig aufgewachsene Kristalle in Drusen und Klüften. Rauchquarz: in Drusen aufgewachsene, sechsseitige, spitz auslaufende Säulen. Morion: wie Rauchquarz Amethyst: aufgewachsene Kristalle, meist in Drusen; selten derb. Rosenquarz: fast immer derb; eingesprengt, massig. Citrin: säulig aufgewachsene Kristalle in Drusen; lose abgerollte Körner. Tigerauge: feinfaserig, gekrümmt, parallel- faserig (Krokydolith verkieselte). Sternquarz: radialstengelig.			<b>B</b> — <b>A</b> Bryll, Apatit	Bemerkung: Nach den Feldspäten ist Quarz das häufigste Mineral. Es ist überall zu finden und kann mit fast jedem anderen Mineral vergesellschaftet sein. Quarz ist ein wichtiges gesteinsbildendes Mineral bei Graniten, Gneisen, Glimmerschiefern, metamorphem Quarziten und Sedimentgesteinen (z. B. Sandstein). Quarz dient häufig als Versteinerungsmittel, z. B. verkieseltes Holz.

# Oxide



**37**  
**Quarz**  
 Var. *Sternquarz*  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,65  
 Glasgl. / durchsch. — undurchs.



**38**  
**Tigerauge**  
 Quarz Var.  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,59—2,63  
 Seidengl. / durchsch. — undurchs.



**39**  
**Chalcidone**  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,59—2,63  
 Glasgl., seidengl. / durchsch.



**40**  
**Achat**  
 aufgeschlagen  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,59—2,63  
 Glas- bis Fettgl. / durchsch. — undurchs.



**41**  
**Achat**  
*Trümmerachat*  
 angeschliffene u. polierte Fläche  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 N 2,59—2,63  
 Glas- bis Fettgl. / durchsch. — undurchs.



**42**  
**Carneol (Chalcidone Var.)** *Karneol*  
 angeschliffene Fläche mit Quarzdruse  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,59—2,63  
 Fettgl. / durchsch.



**43**  
**roter Jaspis**  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,59—2,63  
 Fettgl. matt / undurchs.



**44**  
**Jaspis** *Bandjaspis*  
 angeschliffene Fläche  
 $\text{Si O}_2$   
 H 7 D 2,59—2,63  
 Fettgl. matt / undurchs.



**45**  
**Flint (Opal Var.)**  
*Feuerstein*  
 $\text{Si O}_2 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$   
 H 7 D 2,5—2,6  
 Wachs- bis Fettgl., matt / durchsch.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
37/38	s. Seite 59					
39 bis 42	<b>S</b> – <b>B</b> muschelrig <b>S</b> weiß	Farbe der Chalcedon-Varietäten: gemeiner Chalcedon = grau, graubläulich, graugelblich Carneol = gelbbrot bis tiefrot Chrysopras = hellgrün Sarder = braun, rot Achat = lagenförmig unterschiedlich gefärbt; grau, milchig-weiß, grau-bläulich, grau-gelblich, rot, braun, selten grün, blau, schwarz	Aggregatform und Ausbildung: Chalcedon: durchscheinend, feinstfaserig bis dicht. Traubig, nierig, stalaktitisch, glaskopfartig; Knollen, Krusten, Konkretionen, Mandelfüllungen; in Klüften und Hohlräumen von basaltischen Gesteinen. Achat: lagenförmiger Chalcedon, feinschalige Schichten von wechselnder Farbe. Feinstkörnig, dicht, derb. Knollen, Geröll und unregelmäßige Massen. In Blasen und Hohlräumen als Mandelfüllung in Ergußgesteinen. Wurde durch Bewegungsvorgänge der Erdkruste der lagenförmige Aufbau zertrümmert und die Bruchstücke des Achats durch eindringenden Quarz wieder verkittet, so wird das Mineral als Trümmerachat oder Ruinenachat bezeichnet.			Chalcedon, Achat und Carneol gehören zur SiO <sub>2</sub> -Gruppe Quarz. Diese Minerale sind mikro- bis krytokristalliner Quarz gelförmiger Entstehung.
43 bis 44	<b>S</b> – <b>B</b> uneben, splittrig <b>S</b> weiß	rot, gelb, braun, auch grün, weiß, grau Bandjaspis ist schichtig aufgebaut mit schicht- weise wech- selnden Farben	Aggregatform und Ausbildung: undurchsichtig; feinstkörnig, dicht, derb, massig; Knollen, Gerölle und unregelmäßige Massen; in Klüften und Hohlräumen.			Jaspis ist ein weiteres Mineral der SiO <sub>2</sub> Gruppe Quarz.
45						Flint ist eine Opal-Varietät und gehört ebenfalls der SiO <sub>2</sub> -Gruppe Quarz an. In Flint ist stets ein Teil Wasser gebunden. Das Mineral entstand (vor etwa 80 Mill. Jahren) aus den Meeresablagerungen kleinster Lebewesen – den Kieselalgen. Die mineralische Form der Hartteile dieser Lebewesen ist Opal. Dieser ist im Meereswasser relativ leicht löslich. In größeren Tiefen konzentrierte sich die Lösung und SiO <sub>2</sub> wurde ausgeschieden. Aus diesem entstandenen SiO <sub>2</sub> -Gel bildete sich durch Verfestigung das Mineral Flint.  <b>S</b> – <b>B</b> muschelrig, splittrig <b>S</b> weiß grau, blau- grau, gelbbraun, graubraun bis schwarz knollige, amorph plattige Konkretionen, oft mit einer weißen Ver- witterungs- rinde  Du kannst im Flint sehr oft versteinerte Spuren von organischen Einschlüssen entdecken. Häufig sind Versteinerungen von Seeigeln. Aber auch versteinerte Ammoniten und Belemniten (das sind Kopffüßler; hierzu gehört auch der Tintenfisch), Muscheln, Korallen und andere Fossilien sind im Flint zu finden. Der Name Feuerstein ergibt sich aus einer Eigenschaft des Minerals – schlägst du zwei Flintstücke gegeneinander oder gegen Stahl, so bilden sich dabei Funken. Vorkommen: In Sedimentgesteinen, in Kreideschichten.

**Halogenide 46 bis 51, Karbonate 52 bis 54**



**46**  
**Halit** *Steinsalz*  
 aufgewachsene Kristallwürfel  
 $\text{Na Cl}$   
 H 2 D 2,1–2,2  
 Glas- bis Fettgl. / durchs.



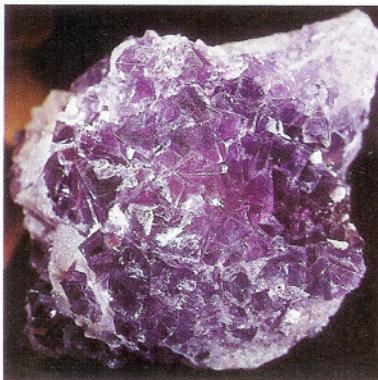
**47**  
**Halit**  
*Steinsalz*  
 $\text{Na Cl}$



**48**  
**Fluorit** *Flußspat*  
 würfelige Kristalle  
 $\text{Ca F}_2$   
 H 4 D 3,1–3,2  
 Glasgl. / durchs. – durchsch.



**49**  
**Fluorit**  
*Flußspat-Kristalle auf Baryt*  
 $\text{Ca F}_2$



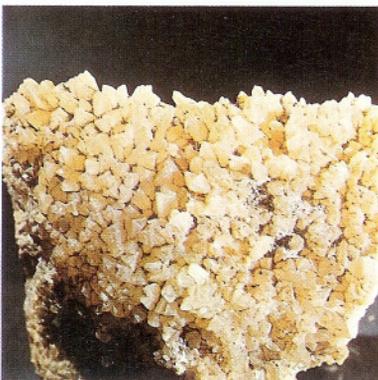
**50**  
**Fluorit**  
*Flußspat*  
 $\text{Ca F}_2$



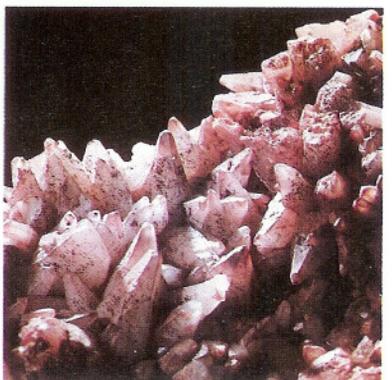
**51**  
**Fluorit**  
*Flußspat Var. Stinkspat*  
 $\text{Ca F}_2$



**52**  
**Calcit** *Kalkspat*  
 $\text{Ca CO}_3$   
 H 3 D 2,6–2,8  
 Perlmutt- bis Glasgl.  
 durchs. – durchsch.



**53**  
**Calcit**  
*Kalkspat-Kristallrasen*  
 $\text{Ca CO}_3$



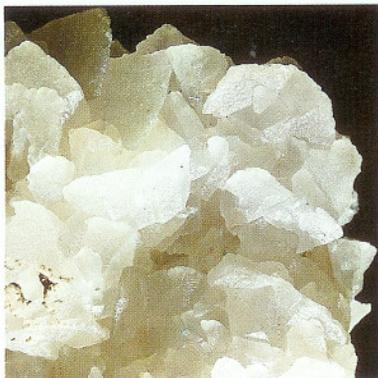
**54**  
**Calcit**  
*Kalkspat mit Überzug von Eisenrahm*  
 $\text{Ca CO}_3$

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
46 47	<b>S</b> voll- kommen (Würfel) <b>B</b> muscheliger <b>S</b> weiß	farblos weiß, grau, blau, gelblich, orange, rot	fein- bis grobkörnig, spätig, dicht, parallel- faserig, stalaktitisch	Würfel	<b>B</b> Anhydrit, Gips, Dolomit, Sylvin, Kainit <b>A</b> Sylvin	in Wasser leicht löslich. In HCl löslich. Salziger Geschmack. Blaue, dann grüne Flammenfärbung bei Kupferdraht, s. 15.1.–15.4., verdampfbar.
48 49 50 51	<b>S</b> voll- kommen (Acht- flächner) <b>B</b> splitterig <b>S</b> weiß	häufig gelb, grün, violett; auch schwarz- violett, blau, farblos; selten rosa	körnig, stengelig, dicht, derb, spätig, radial- strahlig	isometrisch, Würfel, Achtflächner; Kristalle aufgewach- sen, Durch- dringungs- zwillinge	<b>B</b> Baryt, Siderit, Quarz, Galenit, Sphalerit, Chalko- pyrit, Turmalin, Molybdänit <b>A</b> Baryt Apatit	oft in UV-Licht stark fluoreszierend s. 17.–17.4. Bestimmung s. 9.2.4.–9.2.11.
52 53 54 55 56 57	<b>S</b> sehr voll- kommen <b>B</b> muscheliger <b>S</b> weiß	farblos, weiß, grau, gelb, rot, bräunlich; selten schwarz, grün, blau	spätig, körnig, stengelig, dicht, stalaktitisch, kugelig; Kristalle als Drusen, Büschel und Rasen; locker = Kreide	formen- reichstes Mineral; Kristalle stets aufge- wachsen, sehr flächenreich; tafelig, säulig, spießig, nadelig	<b>B</b> – <b>A</b> farblose Karbonate, Magnesit, Siderit, Smithonit, Aragonit	lebhaftes Aufbrau- sen schon in stark verdünnter kalter HCl, s. 9.2.3. Oft schon am Flächenreichtum der Kristalle zu erken- nen.

## Karbonate



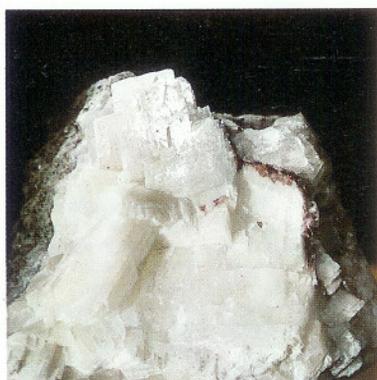
55  
**Calcit Kalkspat-Druse**  
 $\text{Ca CO}_3$   
 H 3 D 2,6–2,8  
 Perlmutt- bis Glasgl.  
 durchs. – durchsch.



56  
**Calcit Kalkspat,**  
**Blättercalcit**  
 $\text{Ca CO}_3$



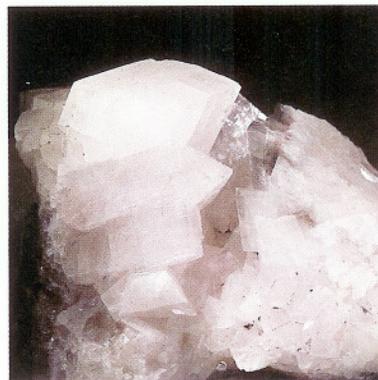
57  
**Calcit Kalkspat,**  
**tafelige Kristalle**  
 $\text{Ca CO}_3$



58  
**Ankerit Braunspat,**  
 derb auf Calcit  
 $\text{Ca Fe [CO}_3\text{]}_2$   
 H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 2,9–3,2  
 Glasgl. / durchs. – durchsch.



59  
**Dolomit, mit Blättercalcit**  
 $\text{Ca Mg [CO}_3\text{]}_2$   
 H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 2,8–3,1  
 Perlmutt- bis Glasgl.  
 durchs. – durchsch.



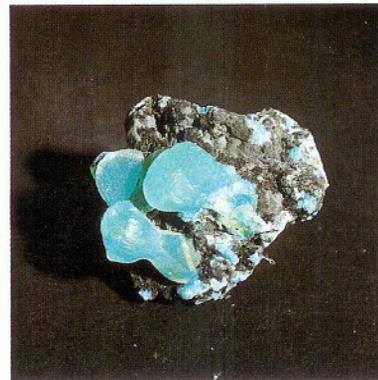
60  
**Dolomit**  
 $\text{Ca Mg [CO}_3\text{]}_2$



61  
**Siderit Eisenspat, Spateisen,**  
 sattelförmige Kristalle  
 $\text{Fe CO}_3$   
 H 4–4 $\frac{1}{2}$  D 3,7–3,9  
 Perlmuttgl., matt / durchs. – durchsch.



62  
**Rhodochrosit Manganspat, Himbeerspat,**  
 angeschliffene Fläche  
 $\text{Mn CO}_3$   
 H 4–4 $\frac{1}{2}$  D 3,3–3,6  
 Glasgl. / durchs. – durchsch.



63  
**Smithonit**  
**Zinkspat**  
 $\text{Zn CO}_3$   
 H 5 D 4–4,5  
 Glasgl. / durchsch.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
55 56 57	siehe Seite 63					
58	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> uneben <b>S</b> weiß	gelblichweiß, grau, braun	körnig, sattel- förmig, spätig bis dicht	flach- gedrückte Würfel, Flächen oft gekrümmt	<b>B</b> Siderit, Galenit, Sphalerit, Quarz <b>A</b> Siderit, Dolomit	in heißer HCl unter Schäumen löslich.
59 60	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> splittig bis muschelrig <b>S</b> weiß	grauweiß mit gelblicher, bräunlicher oder grünlicher Tönung; braun, rotbraun; selten farblos bis klar, reinweiß	sattelförmig, grob- bis feinkörnig, spätig, dicht	stark nach der Raum- diagonale verzerre Würfel, auch blättrig	<b>B</b> Bornit, Pyrit, Galenit, Sphalerit, Calcit, Baryt, Gips, Anhydrit, Chlorit, Talk <b>A</b> Calcit, Magnesit, Siderit	wird von warmer verdünnter HCl leicht angegriffen. In kalter HCl schwächer auf- brausend als Calcit.
61	<b>S</b> voll- kommen nach 3 Richtungen <b>B</b> — <b>S</b> weiß, auch braun und schwarz	gelb bis braun, graugelb	derb, spätig, grob- bis feinkörnig, dicht	würfelförmig, oft sattel- oder linsen- förmig gekrümmt, auch säulig	<b>B</b> Galenit, Sphalerit, Chalko- pyrit, Baryt, Ankerit, Fluorit, Calcit, Quarz <b>A</b> bräunlicher Calcit, Dolomit, Ankerit	braust nur mit heißer HCl auf. Wird durch Glühen schwarz und magnetisch, s. 12.13.—12.15. Eisennachweis wie bei 12.5.—12.12. Leuchtet oft in UV- Licht zitronengelb.
62	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> muschelrig <b>S</b> weiß bis rötlichweiß	hell- bis dunkelrosa, auch grau, braun- schwarz, selten farblos	derb, körnig, spätig, dicht, traubig, glaskopffartig, krustig	würfelförmig, oft sattel- förmig gekrümmt; Kristalle meist klein	<b>B</b> Galenit, Sphalerit, Pyrit, Limonit, Hämatit, Quarz <b>A</b> Calcit, Dolomit, Ankerit, Siderit in rosa Tön- ungen	nur in heißer HCl aufbrausend. Mn-Nachweis in Perle, s. 15.7. und 15.9.
63	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> uneben <b>S</b> weiß	farblos, weiß, grau, gelb, orange, grünlich, bläulich, braun, rot	derb, nierig, traubig, sta- laktitisch, schalig gebändert, chalzedon- ähnlich	Kristalle klein, oft gerundet	<b>B</b> Sphalerit, Galenit, Malachit, Azurit, Cerussit, Limonit, Calcit <b>A</b> Hemimor- phit, Chalzedon, Calcit, Dolomit	in heißer HCl schäumend. Glühen i. K.: CO <sub>2</sub> - Entwicklung. Mineralpulver heiß = gelb kalt = weiß

# Karbonate



64  
**Aragonit**  
 büschelig aufgewachsen  
 $\text{Ca CO}_3$   
 H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 2,9–3,0  
 Glas- bis Fettgl. / durchsch. – undurchs.



65  
**Aragonit**  
 auf Quarzrasen  
 $\text{Ca CO}_3$



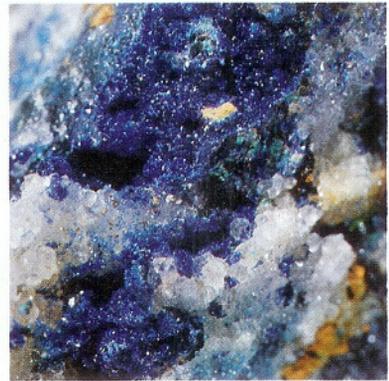
66  
**Aragonit**  
 nadelige Kristalle  
 $\text{Ca CO}_3$



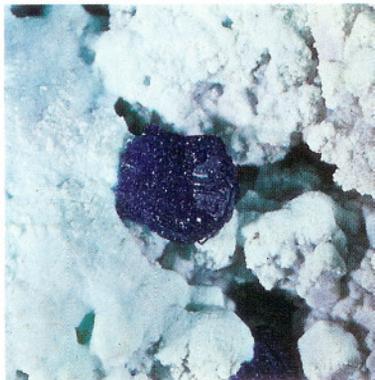
67  
**Cerussit Weißbleierz,**  
 $\text{Pb CO}_3$   
 H  $3$ – $3\frac{1}{2}$  D 6,4–6,6  
 Fett- bis Diamantgl.  
 durchs. – durchsch.



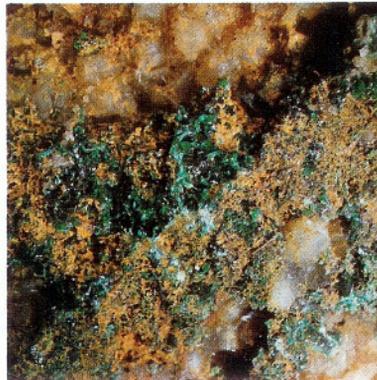
68  
**Cerussit**  
 Weißbleierz  
 als Cerussitstern  
 $\text{Pb CO}_3$



69  
**Azurit**  
 Kupferglasur  
 $\text{Cu}_3 (\text{OH})_2 [\text{CO}_3]_2$   
 H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 3,7–3,9  
 Glasgl. / durchsch.



70  
**Azurit**  
 Kupferglasur, Kristall  
 $\text{Cu}_3 (\text{OH})_2 [\text{CO}_3]_2$



71  
**Malachit**  
 mit Limonit auf Quarz  
 $\text{Cu}_2 (\text{OH})_2 \text{CO}_3$   
 H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 3,9–4,1



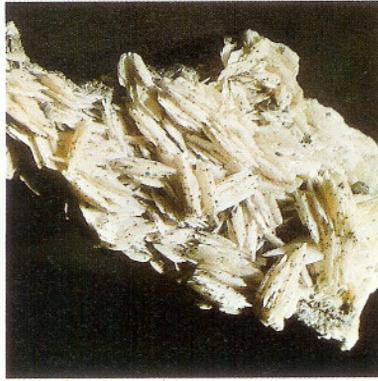
72  
**Malachit**  
 $\text{Cu}_2 (\text{OH})_2 \text{CO}_3$   
 H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 3,9–4,1  
 Krist. = Glasgl., derb = seidigmatt  
 durchsch. – undurchs.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
64 65 66	S undeutlich B muscheliger bis uneben S weiß	farblos, weiß, hellgrau, hellgelb, bräunlich, bläulich, rötlich	radialstrahliger, konzentrischer schaliger, auch erdiger; korallen- förmiger = Eisenblüte	dicktafeliger, säuliger, stengeliger, spießiger, nadeliger; Kristalle ein- und auf- gewachsen	B Natrolith, Siderit, Limonit, Chalkopyrit A Calcit, Coelestin, Baryt, Natrolith	in kalter verdünnter HCl heftig schäu- mend wie Calcit – aber fehlende Spalt- barkeit.
67 68	S deutlich nach 2 Richtungen B muscheliger, uneben S weiß, grau	farblos, weiß, grau, braun, schwarz	büscheliger, garben- förmiger, stengeliger, körniger bis dicht, erdiger	tafeliger, säuliger, pyramiden- artig	B Galenit, Anglesit, Pyro- morphit, Hemimor- phit, Malachit, Limonit A Anglesit, Baryt, Coelestin	färbt sich i. K. heiß = dunkelgelb kalt = zitronengelb. In heißer HCl lang- sam löslich, bei Ab- kühlung Nieder- schlag von weißen PbCl <sub>2</sub> -Flittern. (Anglesit i. K. un- verändert, in HCl unlöslich!)
69 70	S deutlich nach 2 Richtungen B uneben bis splittriger S hellblau	lasurblauer, hellblauer	strahliger, nieriiger, traubiiger, derber, dichter, erdiger, Anfluger, Überzug	tafeliger, kurzsäuliger, prismatischer	B Malachit, Limonit, Chalkopyrit A Vivianit, Lasurit	wie Malachit
71 72	S gut B splittriger S hellgrün	Kristalle: schwärzlich grün; derber: smaragdgrün	nieriiger, traubiiger, gebändert, selten büscheliger, meist Anfluger	faseriger, nadeliger; Kristalle sehr selten	B Limonit, Chalko- pyrit, Bornit, Kupfer, Hämatit, Azurit A Chrysokoll, Chlorotil,	i. K. erhitzt wird Malachit schwarz und gibt Wasser ab. Löslich in HCl und in Ammoniak (s. 14.1.–14.11.).

## Sulfate, Wolframate, Molybdate



**73**  
**Baryt**  
*Schwerspat*, derb  
 $\text{Ba SO}_4$   
 H 3–3½ D 4,3–4,7  
 Glas- bis Perlmuttergl. / durchs. – durchsch.



**74**  
**Baryt**  
*Schwerspat*, in blättriger Form  
 $\text{Ba SO}_4$



**75**  
**Baryt**  
*Schwerspat*, als Meißelspat  
 $\text{Ba SO}_4$



**76**  
**Coelestin**  
 $\text{Sr SO}_4$   
 H 3–3½ D 3,9–4,0  
 Perlmutter- bis Glasgl.  
 durchs. – durchsch.



**77**  
**Anglesit**  
 $\text{Pb SO}_4$   
 H 2–3 D 6,3–6,4  
 Diamant- bis Fettgl.  
 durchs. – durchsch.



**78**  
**Anhydrit**  
 $\text{Ca SO}_4$   
 H 3–3½ D 2,9–3  
 Perlmutter- bis Glasgl. / durchs.



**79**  
**Gips**  
 Kristall als Schwalbenschwanz  
 $\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$   
 H 1½–2 D 2,3–2,4  
 Perlmutter- bis Glasgl. / durchs. – durchsch.



**80**  
**Gips**  
 Kristallgruppe  
 $\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$



**81**  
**Gips**  
 als *Gipsrose*  
 $\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
73 74 75	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> muschelrig <b>S</b> weiß	weiß, grau, gelb, rötlich, rosa, auch farblos, bläulich, bräunlich	großblättrig, fächer- und rosettenartig, körnig, spätig, faserig, dicht, schalig, nierig	tafelig, säulig	<b>B</b> Fluorit, Siderit, Galenit, Sphalerit, Chalko- pyrit, Psilo- melan, Hämatit, Limonit <b>A</b> Coelestin, Aragonit, Calcit, Feldspat	hohes sp. Gewicht (D) unlöslich in Säuren s. 9.2.5.—9.3.11.
76	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> muschelrig <b>S</b> weiß	farblos, weiß, blau, blau- grau; selten rötlich oder grün	plattig, faserig, körnig, spätig, dicht, nierig	säulig, tafelig, nadelig	<b>B</b> Calcit, Aragonit, Schwefel <b>A</b> Baryt	rote Flammenfarbe, unlöslich in Säuren
77	<b>S</b> deutlich <b>B</b> muschelrig <b>S</b> weiß	farblos, weiß, hellgrau	derb, körnig, nierig, stalaktitisch; Aggregate selten	säulig, nadelig, tafelig, pyramiden- förmig	<b>B</b> Galenit, Cerussit, Limonit <b>A</b> Cerussit, Baryt	Schwefelnachweis als SO <sub>2</sub> im Röstrohr wie bei Chalkopyrit, s. 13.10.—13.11. Unterscheidung vom ähnlichen Cerussit siehe dort (Mineral- beschreibung Nr. 67, 68). Unterscheidung von Baryt ist die wesentlich höhere Dichte von Cerussit und die bessere Spaltbarkeit von Baryt.
78	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> muschelrig <b>S</b> weiß	farblos, weiß, grau, violett, rötlich	körnig, spätig, dicht, stengelig, faserig	kurzsäulig, tafelig, dicknadelig	<b>B</b> Gips, Halit, Dolomit <b>A</b> Gips, Baryt, Calcit	i. K. keine Wasser- abgabe. Nicht löslich in HCl. Nach Glühen Ca- Nachweis als Flam- menfärbung.
79 80 81	<b>S</b> sehr voll- kommen; (Schuppen und Blättchen) <b>B</b> muschelrig bis faserig; unelastisch biegsam <b>S</b> weiß	farblos, weiß, grau, rot, gelb, blau, braun, schwarz	körnig, dicht, faserig, schuppig strahlig, derb	säulig, nadelig, tafelig, linsenförmig, Kontakt- zwillinge	<b>B</b> Dolomit, Anhydrit, Halit, Aragonit, Schwefel <b>A</b> Anhydrit, Talk	i. K. Wasserabgabe; löslich in HCl und H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , s. 9.1.1.—9.1.8.

**Sulfate, Wolframate, Molybdate 82, Phosphate, Arsenate 83 bis 90**



**82**  
**Wulfenit** *Gelbbleierz*  
 $\text{Pb} [\text{MoO}_4]$   
 H 3 D 6,7–6,9  
 Diamant- bis Harzgl.  
 durchs. – durchsch.



**83**  
**Triphylin**  
 $\text{Li Fe}^2 [\text{PO}_4]$   
 H 4–5 D 3,4–3,5  
 Fettgl. / durchs. – durchsch.



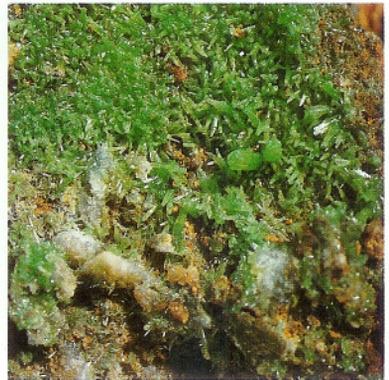
**84**  
**Adamin**  
 z. T. von Limonit überkrustet  
 $\text{Zn}_2 (\text{OH}) [\text{As O}_4]$   
 H  $3\frac{1}{2}$  D 4,3–4,5  
 lebhafter Glasgl. / durchsch.



**85**  
**Lazulith**  
*Blauspat*  
 $(\text{Mg, Fe}) \text{Al}_2 (\text{OH})_2 [\text{PO}_4]_2$   
 H 5–6 D 3,1–3,3  
 Glasgl. / durchsch. – undurchs.



**86**  
**Apatit**  
 $\text{Ca}_5 (\text{F, Cl, OH}) [\text{PO}_4]_3$   
 H 5 D 3,1–3,4  
 Glas- bis Fettgl.  
 durchsch. – undurchs.



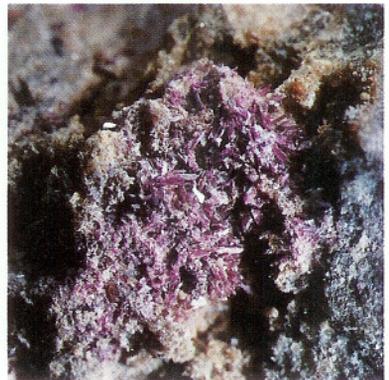
**87**  
**Pyromorphit**  
*Braunbleierz*  
 $\text{Pb}_2 \text{Cl} [\text{PO}_4]_3$   
 H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 6,7–7,0  
 Diamant- bis Fettgl. / durchsch.



**88**  
**Mimetesit**  
*Grünbleierz*  
 $\text{Pb}_2 \text{Cl} [\text{As O}_4]_3$   
 H  $3\frac{1}{2}$ –4 D 7,1–7,3  
 Diamant- bis Fettgl. / durchs.



**89**  
**Vivianit** *Blaueisenerz*  
 $\text{Fe}^2_3 [\text{PO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$   
 H  $1\frac{1}{2}$ –2 D 2,6–2,7  
 Perlmutter- bis Glasgl.  
 durchs. – durchsch.



**90**  
**Erythrin**  
*Kobaltblüte*  
 $\text{Co}_3 [\text{As O}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$   
 H  $2\frac{1}{2}$  D 3,0–3,2  
 Diamant- bis Perlmuttergl. / durchsch.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat-form	Kristall-ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs-hinweise
82	S deutlich B muschelig bis uneben S gelblich-weiß	gelb, orange, rot, grau, weißlich, selten farblos	körnig, derb, wirr, krustig	tafelig, würfelig, pyramidenförmig, Kristalle meist aufgewachsen	B Calcit, Dolomit, Siderit, Smithonit, Sphalerit, Galenit A —	löslich in H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , färbt die Lösung blau. Zerknistert i. K.; leicht schmelzbar. Flammenfärbung durch Mo zeisiggrün.
83	S deutlich B — S grauweiß	grünlich, bläulich, grau	derb, grobkörnig	kurzsäulig; Kristalle selten und klein	B Beryll A —	in HCl leicht löslich. Flammenfarbe karminrot.
84	S voll-kommen B — S weiß	grün, gelb, rosa, weiß	kleinkörnig, krustig	säulig, nadelig; Kristalle sehr klein	B — A —	
85	S — B splittig bis uneben S weiß	blau bis weiß	derb, eingesprenzt, körnig	tafelig, kurzsäulig, pyramidisch	B Quarz, Rutil, Disthen, Andalusit, Muskovit A —	wird durch Glühen weiß, i. K. Wasserabgabe, in Säuren unlöslich.
86	S deutlich bis undeutlich B muschelig S weiß	farblos und in allen Farben	körnig bis dicht, traubig, kugelig	tafelig, säulig, nadelig, oft flächenreich	B Fluorit A Beryll, Quarz	in HCl löslich. Mit Kupferdraht blaue Flamme, s. 14.1–15.4.
87	S undeutlich B muschelig, uneben S weiß bis gelblich-weiß	meist grün, auch gelb, braun, selten rot, orange, weiß, farblos	traubig, nierig, krustig, erdig, selten strahlig, faserig	säulig, nadelig, tonnenförmig, dicktafelig, pyramidenförmig; Kristalle aufgewachsen	B Galenit, Curussit, Baryt, Quarz, Limonit, A Mimetesit	i. K. weißes Sublimat (Bleichlorit). Schmilzt leicht. Mit Kupferdraht ohne HCl blaue Flammenfärbung, s. 15.1.–15.4. Sonst blaue Flamme von Pb mit grüner Spitze durch P.
88	S deutlich bis undeutlich (Blättchen) B muschelig bis uneben S weiß bis gelblich-weiß	gelb, grün, orange, auch braun, grau, weiß, farblos	traubig, nierig, erdig, krustig	säulig, nadelig, tonnenförmig, tafelig; Kristalle aufgewachsen	B Pyromorhit, Galenit, Limonit, Psilomelan A Phrymophit	i. K. weißes Sublimat. Blaue Flammenfarbe mit Kupferdraht ohne HCl, s. 15.1.–15.4.
89	S voll-kommen B — S farblos bis bläulich, färbt sich schnell dunkelblau, grün oder grau	frischer Bruch: weiß oder farblos, färbt sich an der Luft sofort blau	strahlig, erdig, pulverig, derb, kugelig, nierig	säulig, nadelig, tafelig; Kristalle selten	B Pyrrhotin, Pyrit, Chalkopyrit A Azurit, Lazulith	i. K. Wasserabgabe. In Säuren löslich. Flammenfarbe mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = fahlbläulichgrün durch P.
90	S gut (Schüppchen) B — S blaßrosa, getrocknetes Pulver lavendelblau	rosarot, Kristalle dunkelrosa, Pulver pfirsichblütenrot	dünnstengelig, strahlig, blättrig, erdig, Anflug, Ausblühung	nadelig, schuppig, selten deutlich	B Kupfer, Malachit, Azurit, Chrysokoll, Limonit A —	in Säuren löslich, dabei Rotfärbung der Lösung. I. K. Wasser. Erythrin färbt sich in der Hitze blau. Perlenfarbe smalteblau.

## Phosphate, Arsenate 91 bis 94, Silikate 95 bis 99



**91**  
**Chlorotil**  
büschelig aufgewachsen auf Baryt  
 $X_2 Cu_{12} (As O_4)_4 (OH)_{12} \cdot 6 H_2O$   
X = seltene Erden



**92**  
**Torbernit**  
*Kupferuranglimmer*  
 $Cu [UO_2]_2 (PO_4)_2 \cdot 12 H_2O$   
H 2–2½ D 3,2–3,6  
Glas- bis Perlmuttergl. / durchsch.



**93**  
**Autunit Kalkuranglimmer**  
 $Ca [UO_2]_2 (PO_4)_2 \cdot 10 H_2O$   
H 2–2½ D 3,1–3,2  
Glas- bis Perlmuttergl.  
durchs. – durchsch.



**94**  
**Rockbridgeit**  
 $Fe^2 Fe^3_4 (OH)_5 [PO_4]_3$   
H 3½–4 D 3,4  
Fettgl. / undurchs.



**95**  
**Olivin**  
 $(Mg, Fe)_2 [Si O_4]$   
H 6½–7 D 3,2–3,6  
Glasgl. / durchs. – durchsch.



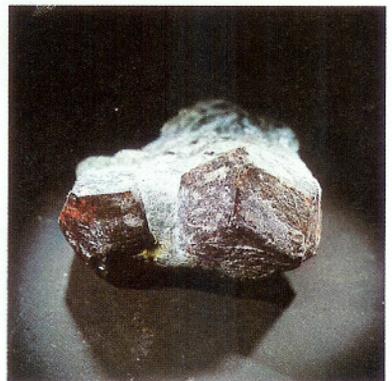
**96**  
**Andalusit**  
eingewachsen in Quarz  
 $Al_2O_3 [Si O_4]$   
H 7–7½ D 3,1–3,2  
Glasgl., meist matt / durchs. – durchsch.



**97**  
**Kyanit Cyanit, Disthen**  
 $Al_2 O [Si O_4]$   
H 4½–6½ D 3,6–3,7  
Perlmutter- bis Glasgl.  
durchs. – durchsch.



**98**  
**Sillimanit + Hornblende**  
als *Horngarbenschiefer*  
 $Al_2O [Si O_4]$   
H 6–7 D 3,2–3,3  
Fett- bis Seidengl. / durchs. – durchsch.



**99**  
**Pyrop**  
*Granat*  
 $Mg_3 Al_2 [Si O_4]_3$   
H 6½–7½ D 3,5  
Glas- bis Fettgl. / durchs. – undurchs.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
91	S – B – S –	grasgrün	büschelig, oft radial- strahlig angeordnet, auch haarig verfilzt oder haarlocken- förmig gekrümmt	nadelig, faserig; Kristalle klein	B Olivenit, Cornwallit, Malachit, Baryt, Fluorit A Olivenit, Malachit	nadelige Ausbildung und grasgrüne Farbe. Durch die Farbe unterscheidet sich das Mineral von dem oft ähnlich aus- gebildeten Olivenit, welches immer hel- ler bis weißlich in der Farbe ist.
<p>Malachit ist in der Farbe ähnlich wie Chlorotil, hat aber nicht so dünne, langnadelige Kristalle. Chlorotil ist in Säuren löslich, entwickelt aber im Gegensatz zu Malachit dabei kein Gas (s. 14.6.–14.8.). Dieses Mineral ist ein Beispiel für die Bestimmung sehr kleiner Minerale (Micro-mounts), wo Härte, Dichte, Strichfarbe usw. nicht mehr bestimmbar sind. Chlorotil ist ein Kupferarsenat mit dem Zusatz seltener Erden (Ce, Nd, usw.). So kannst du hierbei auch den Nachweis von Cu führen – s. 14.9–14.10.</p>						
92	S sehr voll- kommen (Schüpp- chen) B – S blaßgrün	smaragdgrün, grasgrün (selten leuchtende Farben)	schuppige Bündel, erdig	dünntafelig, pyramiden- förmig, Kristalle einzeln auf- gewachsen	B Autunit, Limonit, Hämatit, Quarz A Autunit	i. K. Wasserabgabe. Bei UV-Licht nicht fluoreszierend.
93	S voll- kommen (Schuppen) B – S gelblich bis farblos grünlich	schwefelgelb, zitronengelb, auch grüngelb	schuppig, erdig, dicht, angeflogen aufgewachsen	schuppig, tafelig	B Torbernit u. a. Uran- minerale A Auri- pigment, Torbernit	i. K. Wasserabgabe. Löslich in Säuren. Bei UV-Licht grün- gelb fluoreszierend.
94	S – B – S gelblich- grün	braun	radialstrah- lig, traubig, massig, auch parallel- strahlig, stengelig	nadelig	B – A –	
95	S deutlich B muschelig S weiß	olivgrün, gelbgrün, grün; an- gewittert: braun, rotbraun	körnig, dicht, derb	kurzsäulig, tafelig, Kristalle meist klein	B Serpentin, Talk A –	löslich in HCl unter Abscheidung von galatinösem Kiesel. Auch in H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> löslich.
96	S deutlich B uneben S weiß	rötlichgrau, blaßrot	auf- und ein- gewachsene Kristalle; selten strahlig, stengelig, körnig, derb	säulig, nadelig	B Granat, Turmalin, Rutil, Silimanit, Muskovit, Quarz A Turmalin	oft von Muskovit- häutchen überzogen.
97	S gut B – S weiß	blauweiß, blauflechtig, weiß, grau, gelb, selten grün, rosa, braunrot	strahlig, blättrig, derb, ein- gesprengt	breitstenge- lig, stengelig, oft wellig gebogen, nadelig	B Andalusit, Horn- blende, Graphit A Silimanit	
98	S voll- kommen B uneben S weiß	weiß, gelb- grau, bräun- lich, auch grünlich, bläulich	faserig, stengelig, filzig, strahlig	keine Kristalle	B Horn- blende, Granat A Disthen	
99	S voll- kommen B muschelig bis splittrig S weiß	gelbrot	rundliche, eingewach- sene Körner	Kristalle ohne gute Begrenzun- gen. Isometrische Formen	B Feldspat, Quarz, Biotit A Vesuvian, Sphalerit	

# Silikate



**100**  
**Almandin**  
 Granatgruppe  
 $Fe^3 Al_2 [Si O_4]_3$   
 H  $6\frac{1}{2}$ – $7\frac{1}{2}$  D 4,2  
 Glas- bis Fettgl. / durchs. – undurchs.



**101**  
**Hessonit** *Kaneelstein*, Granatgruppe,  
 mit Vesuvian  
 $Ca_3 Al_2 [Si O_4]_3$   
 H  $6\frac{1}{2}$ – $7\frac{1}{2}$  D 3,5  
 Glas- bis Fettgl. / durchs. – undurchs.



**102**  
**Hemimorphit** *Kieselzinkerz*,  
 als krustiger Überzug  
 $Zn_4 (OH)_2 [Si_2 O_7] \cdot nH_2O$   
 H 4–5 D 3,3–3,5  
 Glas- bis Seidengl. / durchs. – durchsch.



**103**  
**Epidot**  
 mit Quarz  
 $(Ca_2, Fe^3) (Al_2O) (OH) [Si_2 O_7] [Si O_4]$   
 H 6–7 D 3,35–3,5  
 oft starker Glasgl. / meist undurchs.



**104**  
**Epidot**  
 mit Byssolith  
 $(Ca_2, Fe^3) (Al_2O) (OH) [Si_2 O_7] [Si O_4]$



**105**  
**Vesuvian**  
 $Ca_{10} (Mg, Fe)_2 Al_4 (OH, F)_4 [Si O_4]_5 [Si O_7]_2$   
 H  $6\frac{1}{2}$  D 3,33–3,44  
 Glas- bis Fettgl. / durchs. – durchsch.



**106**  
**Turmalin**  
 Var. *Schörl*  
 komplexes Borsilikat  
 H  $6$ – $7\frac{1}{2}$  D 2,3–3,25  
 Glas- bis Fettgl. / durchs. – undurchs.



**107**  
**Turmalin**  
 derb  
 komplexes Borsilikat  
 H  $6$ – $7\frac{1}{2}$  D 2,3–3,25  
 Glas- bis Fettgl. / durchs. – undurchs.



**108**  
**Beryll**  
 gem. Bryll, eingewachsene Säulen  
 $Be_3 Al_2 [Si_6 O_{18}]$   
 H  $7\frac{1}{2}$ –8 D 2,6–2,9  
 Glasgl., meist matt / durchs. – durchsch.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
100	S – B – S weiß	bläulichrot	eingewach- sene und lose ausgewitterte Kristalle	isometrische Formen	B Feldspat, Quarz, Biotit A Vesuvian, Sphalerit	
101	S – B – S weiß	gelb, rotgelb, rot	derb, körnig bis dicht; ein- und auf- gewachsene Kristalle	isometrische Formen	B Feldspat, Quarz, Biotit A Vesuvian, Sphalerit	
102	S deutlich B muschelrig S weiß	farblos, weiß, gelb, blau, hellgrün, grau, braun	fächerartig, stengelig, faserig, kugelig, nierig bis sta- laktitisch, krustig, körnig bis dicht	tafelig, säulig, nadelig; Kristalle meist klein	B Smithonit, Sphalerit, Galenit, Wulfenit, Limonit, Quarz B Smithonit	i. K. Wasserabgabe. In HCl unter SiO <sub>2</sub> Abscheidung löslich.
103 104 111	S deutlich B muschelrig bis uneben S weiß	dunkelgrün, blaugrün, gelbgrün, schwarz und grau	stengelig, strahlig, körnig, dicht, derb, als Anflug; Kristalle bündelig und büschelig gruppiert	langsäulig, breitstenge- lig, nadelig, längsgestreift	B Quarz, Adular, Granit, Vesuvian, Apatit, Horn- blende A Turmalin, Strahlstein, Aktinolith Vesuvian	
101 105	S unvoll- kommen B uneben bis splittrig S weiß	braun, grün- braun, grün, gelbbraun, selten gelb, rotbraun	körnig, dicht, derb, stengelig	säulig, würfelig, selten nadelig oder tafelig	B Calcit, Pyrit, Pyrrhotin, Epidot, Sphalerit, Galenit, Granat A Turmalin, Granat, Epidot	
106 107	S – B uneben bis splittrig S weiß	farblos, rot, blau, grün, braun; schwarz = Schörl	radialstrahlig, stengelig, faserig, dicht	säulig, nadelig, oft längs- gestreift	B Beryll, Granat, Quarz, Orthoklas, Fluorit, Apatit A Horn- blende, Epidot, Beryll	
108 109	S deutlich bis undeutlich B muschelrig, uneben S weiß	gem. Beryll matt: weißgrau, gelblich, grünlich, bläulich; edler Beryll klar: blaugrün, blau, gelb, gelblichgrün, rosa	stengelig, derb	säulig, sechseitig, selten tafelig; Kristalle meist ein- gewachsen	B Turmalin, Triphylin, Fluorit, Quarz, Feldspat A Turmalin, Apatit, Quarz	

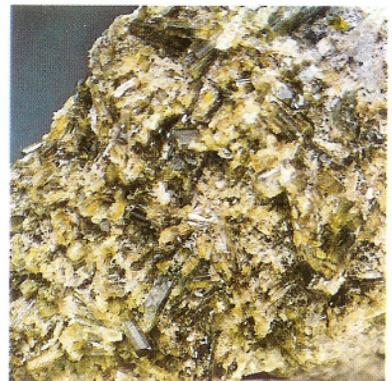
# Silikate



**109**  
**Beryll**  
 gem. Beryll, derb  
 $\text{Be}_2\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$   
 H  $7\frac{1}{2}$ –8 D 2,6–2,9  
 Glasgl., meist matt / durchs. – durchsch.



**110**  
**Chrysocoll**  
 $\text{Cu Si O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$   
 H 2–4 D 2,0–2,3  
 Glas- bis Wachsgl. / durchsch.



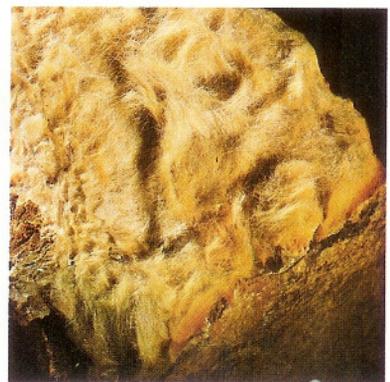
**111**  
**Augit**  
 aufgewachsene Kristalle mit Epidot  
 $\text{Ca (Mg, Fe) [Si}_2\text{O}_6]$   
 H 5–6 D 3,2–3,5  
 Glasgl. / undurchs. – durchsch.



**112**  
**Rhodonit**  
 $\text{Ca Mn}_2[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$   
 H  $5\frac{1}{2}$ –6 $\frac{1}{2}$  D 3,4–3,7  
 Glasgl., Spaltflächen = Perlmuttergl.  
 durchsch. – durchs.



**113**  
**Aktinolith**  
 Var. *Strahlstein*  
 $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})_2(\text{OH, F})_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$   
 H 5–6 D 3,0–3,1  
 Glas- bis Seidengl. / durchsch.



**114**  
**Tremolit**  
 Var. *Amiant*  
 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{OH, F})_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$   
 H  $5\frac{1}{2}$ –6 D 2,9–3  
 Glas- bis Seidengl. / durchsch.



**115**  
**Tremolit**  
 Var. *Byssolith* mit Epidot  
 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{OH, F})_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$   
 H  $5\frac{1}{2}$ –6 D 2,9–3  
 Glas- bis Seidengl. / durchsch.



**116**  
**Anthophyllit**  
 Var. *Anthophyllitasbest*  
 $(\text{Mg, Fe})_2(\text{OH, F})_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$   
 H  $5\frac{1}{2}$  D 2,85–3,57  
 Glas- bis Perlmuttergl.



**117**  
**Amphibol Hornblende**  
 Var. *Pargasit*  
 $(\text{Ca, Na, K})_{2-3}(\text{Mg, Fe}^2, \text{Fe}^3, \text{Al, Ti})_5(\text{OH, F})_2[\text{Si}_3(\text{Si, Al})\text{O}_{11}]_2$   
 H  $5\frac{1}{2}$ –6 D 3,1–3,3  
 Glas- bis Seidengl. / durchs. – durchsch.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
110	<b>S</b> – <b>B</b> muscheliger weiß <b>S</b> grünlich, bläulich, weiß	smaragdgrün, blaugrün, blau, braun, schwarz	nierig, trau- big, stalak- titisch, krustig, erdig, dicht	amorph	<b>B</b> Malachit, Azurit, Limonit, Chalkopy- rit, Kupfer, Cerussit <b>A</b> –	i. K. Wasserabgabe. In HCl unter SiO <sub>2</sub> Abscheidung löslich.
111	<b>S</b> gut bis voll- kommen <b>B</b> muscheliger bis uneben <b>S</b> farblos bis graugrün	schwarz, grünlich- bis bräunlich- schwarz	keine Aggre- gate, nur ein- oder auf- gewachsene Kristalle	kurzsäulig, achtseitig	<b>B</b> Feldspat, Horn- blende, Olivin <b>A</b> Horn- blende	Form und Farbe. Von Säuren wenig angreifbar.
112	<b>S</b> voll- kommen <b>B</b> muscheliger <b>S</b> weiß bis rötlich- weiß	rosa, braunrot, verwittert: schwarz- fleckig	derb, körnig, spätig, dicht	tafelig, kurzsäulig; Kristalle selten	<b>B</b> Manganit, Calcit <b>A</b> Rhodo- chrosit	in Säuren unlöslich. In der Hitze schwarz werdend.
113	<b>S</b> vollkom- men in Längs- richtung, sehr zäh, wenn filzig <b>B</b> – <b>S</b> weiß bis graugrün	hell- bis dunkelgrün, graugrün, grau	breitstenge- lig bis faserig; strahlig = Strahlstein, parallel- faserig = Aktinolith- asbest (auch verfilzt), sehr dicht und zäh = Nephrit	stengelig, langsäulig, nadelig, faserig	<b>B</b> Talk, Chlorit, Serpentin, Marmor <b>A</b> Turmalin, Epidot	wird von HCl kaum angegriffen.
114 115	<b>S</b> vollkom- men in Längs- richtung <b>B</b> – <b>S</b> weiß	weiß, grau, lichtgrün	feinfaserig, filzig, asbestartig	langnadelig, faserig, haarig	<b>B</b> Dolomit, Calcit, Talk- schiefer <b>A</b> Wollastonit	asbestartig. Wird von HCl langsam zersetzt.
116	<b>S</b> vollkom- men in Längs- richtung <b>B</b> – <b>S</b> weiß	weißlich- bis gelblichgrau, oft metallisch schillernd	stengelig, faserig, nadelig, haarig, knollig; parallel- faserig = Anthophyllit- asbest	nur fein- faserig bis feinnadelig	<b>B</b> Horn- blende, Biotit, Quarz, Feldspat <b>A</b> Chrysotil	s. 9.4.1.–9.4.5.
117	<b>S</b> vollkom- men in Längs- richtung <b>B</b> – <b>S</b> weiß, graubraun bis graugrün	grün, braun, graugrün, dunkle bis schwarze Farben	faserig stengelig, strahlig, wirrfaserig, dicht, derb	stengelig, säulig, sechseckig	<b>B</b> Feldspat, Augit, Granat, Epidot, Calcit <b>A</b> Augit, Epidot, Turmalin	in Säuren unlöslich.

# Silikate



118  
**Chrysotil**  
Var. *Serpentinasbest, Faserserpentin*  
 $Mg_6(OH)_8[Si_4O_{10}]$   
H 2-4 D 2,5-2,6  
Seidenglanz / durchsch.



119  
**Talk**  
*Speckstein*  
 $Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$   
H 1 D 2,7-2,8  
Glas- bis Perlmuttergl. / durchsch. — durchsch.



120  
**Talk**  
Var. *Erbstein*  
 $Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$



121  
**Pyrophyllit**  
 $Al_2(OH)_2[Si_4O_{10}]$   
H 1-1½ D 2,66-2,9  
Glas- bis Perlmuttergl. / durchsch.



122  
**Muskovit Kaliglimmer**  
 $K Al_2(OH, F)_2[Al Si_3 O_{10}]$   
H 2-2½ D 2,8-3,1  
Glas- bis Perlmuttergl.  
durchsch. — durchsch.



123  
**Biotit Magnesiaglimmer**  
 $K(Mg, Fe^2)_3(OH, F)_2[(Al, Fe^3) Si_3 O_{10}]$   
H 2½-3 D 3,02-3,12  
Glas- bis Perlmutterglanz  
undurchsch. — durchsch.



124  
**Biotit**  
Rhombusförmige Kr. eingew. in Feldspat  
 $K(Mg, Fe^2)_3(OH, F)_2[(Al, Fe^3) Si_3 O_{10}]$



125  
**Fuchsit**  
Var. von *Muskovit*  
 $K Al_2(OH, F)_2[Al Si_3 O_{10}]$



126  
**Lepidolith**  
*Lithiumglimmer*  
 $K Li_{1,5} Al_{1,5}(F, OH, O_{0,5})_2[Al Si_3 O_{10}]$   
H 2-3 D 2,8-2,9  
Perlmuttergl. / durchsch. — durchsch.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungs- hinweise
118	<b>S</b> vollkommen <b>B</b> muschelrig; Faser nicht so spröde wie Horn- blenden- asbest <b>S</b> grünlich- weiß	gelblich, hellgrün, dunkelgrün, braun, weiß	parallel- faserig, oft langfaserig, haarig; verfilzt = Bergleder, Bergkork	Fasern – in Wirklichkeit Röhrchen	<b>B</b> Talk, Pyrop, Magnesit, Opal <b>A</b> –	Aussehen. Gibt i. K. Wasser ab. Wird durch HCl zersetzt.
119 120	<b>S</b> sehr voll- kommen <b>B</b> uneben bis splittig; sehr mild, unelast. biegsam <b>S</b> weiß	blaßgrün, weiß, gelblich	krumm- blättrig, dünnchalig, schuppig, derb	schuppig, blättrig, sechseilig	<b>B</b> Aktinolith, Dolomit, Apatit, Magnetit, Pyrit <b>A</b> Gips, Pyrophyllit	geringe Härte, fettig anzufassen. In Säuren unlöslich, s. 9.1.1. und 9.1.5–9.1.8.
121	<b>S</b> vollkom- men <b>B</b> uneben; mild <b>S</b> weiß	weiß, grünlich, gelblich	schuppig, rosetten- förmig, grob- strahlig, meist dicht, derb	tafelig, blättrig, ohne regel- mäßige Be- grenzung	<b>B</b> Quarz, Disthen <b>A</b> Talk	fettig anzufühlen. In H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> schwer löslich.
122 (125 Var. Fuch- sit)	<b>S</b> höchst voll- kommen <b>B</b> – dünne Blättchen elast. biegsam <b>S</b> weiß	farblos bei dünnen Spalt- tafeln; gelb- lich, grünlich, grau. smaragdgrün = Fuchsit	großblättrig, schuppig, dicht	kurzsäulig, tafelig, sechseilig	<b>B</b> Feldspat, Quarz, Biotit <b>A</b> Biotit, Talk	sehr gute Spaltbar- keit. Spaltblättchen elastisch biegsam. In Säuren nicht löslich.
123 124	<b>S</b> höchst voll- kommen <b>B</b> – dünne Blättchen elast. biegsam <b>S</b> weiß	schwarz, dunkelbraun, dunkelgrün; verwittert: Goldschimmer = Katzengold	schuppig, blättrig, nicht in derben Massen	tafelig, säulig, sechseilig, selten rhombus- förmig	<b>B</b> Feldspat, Quarz, Muskovit, Horn- blende <b>A</b> Muskovit	in heißer H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> lös- lich. Spaltet sehr gut in dünne Blättchen, elastisch biegsam, s. 9.1.1.–9.1.8.
125	siehe 122					
126	<b>S</b> höchst voll- kommen <b>B</b> – Blättchen elast. biegsam <b>S</b> weiß	weiß, rosa bis blaß- violett	meist schuppig bis fein- körnig- schuppig	tafelig, schuppig; Kristalle selten	<b>B</b> Turmalin, Beryll <b>A</b> –	rote Li-Flammen- farbe. In Säuren schwer löslich.

# Silikate



127  
**Solalith**  
 $\text{Na}_3 \text{Cl}_2 [\text{Al Si O}_4]_6$   
 H 5–6 D 2,3  
 Glas- bis Fettgl. / durchs. – durchsch.



128  
**Hauyn**  
 $(\text{Na, Ca})_{8-11} (\text{SO}_4)_{2-1} [\text{Al Si O}_4]_6$   
 H 5–6 D 2,4–2,5  
 Glas- bis Fettgl. / durchs. – durchsch.



129  
**Adular**  
 Feldspatgruppe  
 $\text{K} [\text{Al Si}_3 \text{O}_8]$   
 H 6 D 2,53–2,56  
 Perlmuttgl. / durchs. – durchsch.



130  
**Albit**  
 Feldspatgruppe  
 $\text{Na} [\text{Al Si}_3 \text{O}_8]$   
 H 6–6½ D 2,63  
 Perlmuttgl. / durchs. – durchsch.



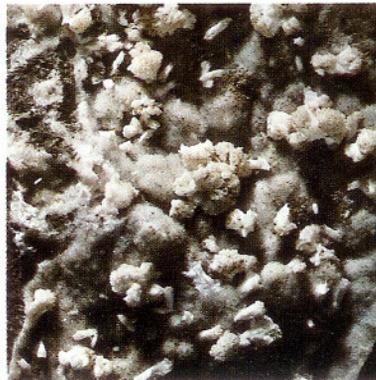
131  
**Orthoklas**  
 Feldspatgruppe  
 $\text{K} [\text{Al Si}_3 \text{O}_8]$   
 H 6 D 2,55–2,63  
 Perlmuttgl. / durchsch. – undurchs.



132  
**Sanidin**  
 Feldspatgruppe  
 $\text{K} [\text{Al Si}_3 \text{O}_8]$   
 H 6 D 2,56–2,62  
 Perlmuttgl. / durchsch.



133  
**Amazonit**  
 Var. von *Mikroklin* der Feldspatgruppe  
 $\text{K} [\text{Al Si}_3 \text{O}_8]$   
 H 6 D 2,56–2,63  
 Perlmuttgl. / durchsch.



134  
**Natrolith**  
 $\text{Na}_2 [\text{Al}_2 \text{Si}_3 \text{O}_{10}] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$   
 H 5–5½ D 2,20–2,26  
 Glas- bis Seidengl. / durchs. – durchsch.



135  
**Phillipsit**  
 $(\frac{1}{2} \text{Ca, Na, K})_3 [\text{Al}_3 \text{Si}_5 \text{O}_{16}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$   
 H 4–4½ D 2,2  
 Glasgl. / durchs. – durchsch.

Abb.	Spalt Bruch Strich	Farbe	Aggregat- form	Kristall- ausbildung	begleitende Minerale ähnliche Minerale	Erkennungshinweise
127	S vollkommen B muschelrig S weiß	farblos, weiß, blau, grau- gelb, grau- blau	körnig bis derb, Aggregate nur selten	isometrische Formen; Kristalle aufgewachsen	B Ankerit, Baryt A Hauyn, Lasurit, Lazulith	wird durch HCl zersetzt. Cl-Nachweis: Mit Kupferdraht ohne HCl blaue Flam- menfarbe.
128	S deutlich B muschelrig S weiß	meist blau, auch grau, weiß, gelbrot	körnige Aggregate nur selten	isometrische Formen; deutliche Kristalle sehr selten	B Feldspat, Augit A Sodalith, Lasurit	in HCl löslich. Cl-Nachweis: Mit Kupferdraht blaue Flammenfarbe (ohne HCl).
129 130 131 132 133	S vollkom- men bis deutlich in 2 Rich- tungen, die fast senk- recht auf- einander stehen B muschelrig, splittig, uneben S weiß	farblos, weiß, gelb, grün- lich, oft bräunlich; reingrün = Amazonit	körnig, spätig, derb	säulig, tafelig, häufig ver- zwilligt; Kristalle auf- und eingewachsen	B Quarz, Biotit, Muskovit A die ver- schiedenen Feldspäte sind sehr schwer vonein- ander zu unter- scheiden	in der Feldspat- gruppe kann zwis- chen Kalifeldspat und Natronfeldspat jedes Mischungs- verhältnis zwischen K und Na vor- kommen.
134	S deutlich B muschelrig S weiß	farblos, weiß, gelb bis rötlich	büschelig, radial- strahlig, kugelig, fein- faserig, derb, dicht, mehlig	säulig, nadelig, faserig	B Calcit A Aragonit	gibt i. K. Wasser ab und wird dabei in der Hitze matt und undurchsichtig. In HCl Gallertbildung. Flammenfarbe gelb. Sehr leicht schmelz- bar – dünne Splitter schon an der Streichholzflamme.
135	S gut B – S weiß	farblos, weiß, gelblich	keine Aggregat- formen	kurznadelig, dicktafelig; Kristalle klein	B vulkani- sche Gesteine A –	in HCl löslich. Gibt i. K. Wasser ab. In Hohlräumen von vulkanischen Gesteinen.

## 18. Entstehung der Minerale

Du hast sicher schon etwas von Vulkanen und Erdbeben gehört. Beide Erscheinungen sind der Ausdruck dafür, daß im Inneren unserer Erde sich noch heute eine flüssige, heiße Masse befindet, die wir **Magma** nennen.

Magma hat etwa eine Temperatur von 700–1100°. Es besteht aus geschmolzenen Metalloxiden, z. B. Magnesium-, Natrium- und Calciumoxid ( $\text{Mg O}$ ,  $\text{Na}_2 \text{O}$ ,  $\text{Ca O}$ ), aus Eisen- und Aluminiumoxid ( $\text{Fe O}$ ,  $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2 \text{O}_3$ ), aus Siliziumdioxid ( $\text{Si O}_2$ ) usw. Außerdem sind Gase darin enthalten, wie Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2 \text{S}$ ), Chlor ( $\text{Cl}$ ), Fluor ( $\text{F}$ ), Wasserdampf ( $\text{H}_2 \text{O}$ ) und andere.

### 18.1. Magmatische Gesteine

Gelangt das Magma im heißen, flüssigen Zustand an die Erdoberfläche, z. B. bei einem Vulkanausbruch, trennt es sich in einen gasförmigen und einen flüssigen Teil. Die flüssigen Bestandteile fließen als Lavastrom talwärts und erstarren, sobald sie abkühlen, zu Gestein.

Gestein, das auf diese Art entsteht, nennt man Ergußgestein.

In der Erdgeschichte hat es viel Vulkantätigkeit gegeben, auch in Deutschland. Die Wasserkuppe in der Rhön ist z. B. solch ein erloschener Vulkan.

Es ist nun nicht schwer sich vorzustellen, daß Magma auf seinem Weg an die Erdoberfläche auch von bereits erstarrtem Gestein aufgehalten werden kann. Es bleibt sozusagen stecken und erstarrt in der Tiefe.

Gesteine, die auf diese Art entstehen, nennt man Tiefengesteine.

Beim Erstarren der Magma – und das gilt sowohl für Erguß- als auch für Tiefengesteine – geht das Siliziumdioxid  $\text{Si O}_2$  (Kieselsäure) Verbindungen mit den Metalloxiden ein. Es entstehen daraus Silikate.

Solche Silikate sind beispielsweise der Kalifeldspat und der Biotit in deinem Experimentierkasten. Auch der Quarz ist als Tiefengestein entstanden. Es ist reine erstarrte Kieselsäure.

Weil Tiefengesteine und Ergußgesteine direkt aus der Magmamasse stammen, nennt man sie auch magmatische Gesteine.

Magmatische Gesteine unterscheiden sich äußerlich häufig durch die Struktur.

Magmamasse in größeren Tiefen kühlt nicht so leicht ab. Die Kristalle haben deshalb Zeit zum Wachsen. Es entstehen grobkörnige Gesteine, wie z. B. Granit. Magmamasse, die näher an der Erdoberfläche erstarrt, ist meist feinkörniger und dichter. Die Kristalle haben sich hier beim Wachstum gegenseitig behindert (Kalifeldspat).

### 18.2. Sedimentgesteine

Magmatische Gesteine sind zum Teil durch schwankende Temperaturen (Sommer – Winter) und Pflanzenwurzeln gesprengt worden. Es entstanden zunächst größere Brocken, dann immer kleinere. Man bezeichnet diesen Vorgang als Verwitterung.

Gleichzeitig greifen der Regen und die Gase der Atmosphäre – vor allem Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) – die zersprengten Stücke auch chemisch an.

Durch Verwitterung entsteht zum Beispiel

aus Quarz – Sand,  
aus Kalifeldspat – Ton.

Eine entscheidende Rolle bei der Sedimentgesteinsbildung kommt dem Wasser zu. Dabei sind vor allem zwei Eigenschaften des Wassers wichtig. Zum einen vermag Wasser bestimmte Stoffe zu lösen und sie dadurch fortzutragen, zum anderen reißt es durch seine Strömung Gesteinsreste mit sich fort.

Je feiner die Gesteinstrümmen sind, desto länger können sie sich im Wasser halten.

Größere Brocken werden im Fluß, der Sand oft an der Flußmündung abgelagert. Noch feinere Substanzen (Ton) lagern sich im Meer ab. Mit der Zeit verfestigen sich diese Ablagerungen, und es entsteht aus Sand Sandstein, aus Ton Mergel oder Schieferthon.

Die Stoffe, die vom Wasser gelöst wurden, z. B. Kalk, geraten über einen Umweg auf den Meeresboden.

Kleine Lebewesen des Meeres – Muscheln, Schnecken, Kalkalgen, Korallen – entziehen dem Wasser den gelösten Kalk, um daraus ihre Panzer, Schalen und Skelette aufzubauen. Nach dem Absterben dieser Tiere sinken die kalkhaltigen Schalenreste auf den Meeresboden und werden dort Kalkschlamm, aus dem durch Verfestigung Kalzit entstanden ist.

Nicht nur Kalk, auch andere Salze sind im Meerwasser gelöst, z. B. Kochsalz Na Cl, Gips Ca SO<sub>4</sub> usw. Meeresbecken können durch Erdverschiebung abgeschlossen werden. Das Wasser verdunstet dann langsam, und die Salze des Wassers lagern sich ab.

Auf diese Weise sind unsere Salzlagerstätten entstanden, in denen z. B. Kochsalz (Halit), Gips und Anhydrit abgebaut werden.

### 18.3. **Metamorphe Gesteine**

Die Bewegung der Erdoberfläche hat in unserer Erdgeschichte nicht nur dazu geführt, daß Meeresbecken abgeschlossen wurden und dann austrockneten, sondern auch, daß Gebirge entstanden sind, wie z. B. die Alpen.

Bei dieser Erdverschiebung, die man auch Faltung nennt, sind magmatische und sedimentäre Gesteine erneut großem Druck und erhöhter Temperatur ausgesetzt gewesen.

Dabei haben sie sich umgewandelt. Man bezeichnet diesen Vorgang auch als Gesteinsmetamorphose (Gesteinsumwandlung).

Gesteine, die auf diese Art entstanden,  
nennt man **metamorphe** Gesteine.

Ein metamorphes Gestein ist z. B. Graphit, der aus dem Sedimentgestein Kohle entstand. Auch Asbest gehört zu dieser Gruppe und der Talk. Marmor, der dir sicherlich bekannt ist, ist das metamorphe Kalzit.

### 18.4. **Minerallagerstätten**

Viele Minerale stammen auch aus Minerallagerstätten.

Aus der magmatischen Masse haben sich Lösungen und Dämpfe abgeschieden, die sich dem Erstarrungsprozeß zunächst entzogen, weil sie durch den gasförmigen Gehalt leicht beweglich waren. Diese Lösungen wanderten flußartig zum Teil über größere Distanzen und erstarrten dann zwischen der Hauptmasse, in sogenannten Erzgängen oder Erzadern. Auf diese Weise entstanden Pyrit, Chalkopyrit und Magnetkies, aber auch Flußspat, Galenit, Zinkblende, Baryt u. a.

Minerallagerstätten können auch auf andere Weise als in der hier beschriebenen Art entstehen.

## 19. Allgemeine Ordnung der Minerale

Nach der chemischen Zusammensetzung werden die Minerale in 8 Gruppen aufgeteilt (klassifiziert).

Die erste Gruppe wird von den Mineralen gebildet, die aus reinen (gediegenen) Elementen bestehen.

In den übrigen 7 Gruppen werden jeweils die Minerale zusammengefaßt, die der gleichen Art einer chemischen Verbindung zuzuordnen sind.

### 19.1. Elemente

Diese Klasse bezeichnet Minerale, die als gediegene Elemente auftreten. Die Gruppe wird fast ausschließlich durch Metalle wie Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Nickel, Quecksilber usw. sowie die Halbmetalle Arsen, Antimon und Wismut gebildet. Von den Nichtmetallen sind nur Schwefel und Kohlenstoff von Bedeutung. Das Mineral des kristallisierten Kohlenstoffes ist Diamant und Graphit.

Der Anteil der gediegenen Elemente ist am Aufbau der Erdkruste nur mit einem geringen Prozentbruchteil beteiligt. Diese Minerale sind daher sehr selten.

### 19.2. Sulfide und Sulfosalze

Die Mineralien dieser Klasse sind Verbindungen von Metallen (Fe, Ni, Co, Cu, Pb, Ag, Zn usw.) und Metalloiden (Se, Te, As, Sb, Bi) mit Schwefel. Diese Minerale haben fast alle ein metallisches Aussehen (Metallglanz). Die meisten sind undurchsichtig (opak) und haben eine große Dichte. Aus älterer Zeit gibt es für diese Mineralien eine Einteilung nach den äußeren Kennzeichen. Viele deutsche Namen dieser Mineralien beziehen sich auf diese Einteilung in: Kiese, Glanze, Fahle und Blenden.

**Kiese** sind Schwefelverbindungen mit typischem Metallglanz. Sie haben helle Farben, aber ihre Strichfarbe ist dunkel. Ihre Härte ist meistens verhältnismäßig groß (5–6).

Vertreter dieser Gruppe sind z. B.

Pyrit = Schwefelkies

Chalkopyrit = Kupferkies

Pyrrhotin = Magnetkies usw.

**Glanze** haben auch Metallglanz, aber diese Mineralien sind dunkel gefärbt. Ihre Härte (2–3) ist niedriger als die der Kiese. Manche Minerale dieser Gruppe haben eine sehr gute Spaltbarkeit. Zu den Glanzen gehören z. B.

Antimonit = Antimonglanz

Galenit = Bleiglanz

Chalkosin = Kupferglanz usw.

**Fahle** bezeichnet in erster Linie Minerale, die nach ihrer chemischen Zusammensetzung Sulfosalze sind. Sie haben meistens eine graue (fahle) Farbe, ohne ausgeprägten Metallglanz. Einige Minerale dieser Gruppe haben Diamantglanz (Gültigerze). Die Strichfarbe ist dunkel und die Härte gering (3). Vertreter dieser Gruppe ist das Fahlerz.

**Blenden** haben kein metallisches Aussehen (Diamant- bis Fettglanz) und meistens eine helle Strichfarbe. In dünnen Splittern sind sie durchsichtig bis durchscheinend. Manche Minerale dieser Gruppe besitzen eine gute Spaltbarkeit. Zu den Mineralen dieser Gruppe gehört Sphalerit = Zinkblende.

**Formeln einiger Sulfide:**

Fe S <sub>2</sub>	Schwefelkies (Pyrit)
Pb S	Bleiglanz
Zn S	Zinkblende

### 19.3. Oxide

Diese Minerale sind Sauerstoffverbindungen. Sauerstoff ist an dem Aufbau der Erdkruste mit einem sehr hohen Anteil beteiligt. Daher besteht ein großer Teil der Minerale aus Oxiden. Nach den Sulfiden sind die Sauerstoffverbindungen der Metalle die wichtigsten Erze für die Metallgewinnung. Von den Verbindungen der Nichtmetalle mit Sauerstoff ist das Oxid Quarz das häufigste Mineral.

#### Formeln einiger Oxide:

Si O <sub>2</sub>	Quarz
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Hämatit
FeO (OH) · n H <sub>2</sub> O	Limonit
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Magnetit
U O <sub>2</sub>	Pechblende, Uranpecherz
Cu <sub>2</sub> O	Cuprit, Rotkupfererz

### 19.4. Halogenide (Haloidsalze)

Diese Klasse wird von den Chlor-, Fluor-, Brom- und Jodverbindungen der Elemente gebildet. Kennzeichen dieser meist nichtmetallischen Minerale sind Glas- bis Diamantglanz bei oft hellen Farben oder Farblosigkeit. Die geringe Härte ist ein weiteres Merkmal der Halogenide, von denen viele wasserlöslich sind.

#### Formeln einiger Halogenide:

Na Cl	Halit, Steinsalz
K Cl	Sylvin, Kalisalz
NH <sub>4</sub> Cl	Salmiak
Ca F <sub>2</sub>	Fluorit, Flußspat

### 19.5. Karbonate, Nitrate, Borate

Diese Gruppe umfaßt die Salze der Kohlensäure (H<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>). Die Karbonate werden in wasserfreie und wasserhaltige Minerale unterteilt. Alle Karbonate haben eine geringe Härte (3–5) und lösen sich gut in Säure, wobei CO<sub>2</sub> frei wird. Von den Karbonaten ist Calcit das wichtigste Mineral.

Nitrate und Borate haben in der Natur eine geringe Verbreitung. Nitrate sind Verbindungen, die sich von der Salpetersäure ableiten (HNO<sub>3</sub>). Sie sind leicht wasserlöslich. Aus dieser Gruppe wird das Mineral Natron- oder Chilesalpeter (Na NO<sub>3</sub>) als Stickstoffdünger verwendet.

Borate sind Salze der Borsäure.

#### Formeln einiger Karbonate:

Ca CO <sub>3</sub>	Kalkspat, Kalzit, auch Aragonit
Fe CO <sub>3</sub>	Siderit, Eisenspat
Ca Mg (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Dolomit
Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Malachit

#### Formeln einiger Nitrate:

Na NO <sub>3</sub>	Natronsalpeter, Chilesalpeter, Nitronatrit
K NO <sub>3</sub>	Kalisalpeter, Nitrokalit

### 19.6. Sulfate, Chromate, Wolframate, Molybdate

Diese weitverbreiteten Minerale sind schwefelsaure Salze, die wasserfrei (z. B. Baryt) oder wasserhaltig (z. B. Gips) sein können. Alle Sulfate haben ein nichtmetallisches Aussehen. Einige Minerale dieser Gruppe sind wasserlöslich. Zu dieser Mineralklasse werden auch die Chromate, Molybdate und Wolframate wegen ihrer ähnlichen äußeren Eigenschaften gezählt. Die Molybdate und Wolframate sind wasserfreie Salze der Molybdän- und Wolframsäure mit großer Dichte.

#### Formeln einiger Sulfate:

##### wasserfrei

$\text{Ca SO}_4$	Anhydrit
$\text{Ba SO}_4$	Baryt, Schwerspat

##### wasserhaltig

$\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Gips
Chromat:	
$\text{Pb Cr O}_4$	Rotbleierz
Wolframat:	
z. B. $\text{Ca WO}_4$	Scheelit
Molybdat:	
z. B. $\text{Pb Mo O}_4$	Wulfenit, Gelbbleierz

### 19.7. Phosphate

Phosphate sind Salze der Phosphorsäure. Die kristallchemisch eng verwandten Arsenate und Vanadate werden auch zu dieser Gruppe gezählt.

Die Mineralien sind meist wasserhaltig und sind wie die Sulfate alles Salze mit nichtmetallischem Charakter. Es gibt viele Phosphate, doch nur wenige sind häufig oder weiterverbreitet. Die meisten sind seltene Pegmatit- und Hutmineralien, die kaum zu finden sind.

#### Formeln einiger Phosphate

##### wasserfrei

$\text{Pb}_5 \text{Cl (PO}_4)_3$	Pyromorphit
----------------------------------	-------------

##### wasserhaltig

$\text{Ca (UO}_2)_2 \text{(PO}_4)_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	Autunit
$\text{Fe}_3 \text{(PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	Vivianit, Blau Eisenerz

### 19.8. Silikate

Silikate sind sehr stabile Verbindungen von Silizium mit Sauerstoff. Diese Klasse umfaßt zahlreiche, vielfach kompliziert zusammengesetzte Mineralien. Dazu gehören die meisten gesteinsbildenden Mineralien, die am Aufbau der Erdkrinde beteiligt sind. Sie sind oft sehr hart. Fast alle Silikate haben ein ausgesprochenes nichtmetallisches Aussehen.

#### Formeln einiger Silikate

$\text{Mg Fe}_2 \text{(Si O}_4)$	Olivin
$\text{K Al}_2 \text{(OH F)}_2 \text{(Al Si}_3 \text{O}_{10})$	Muskovit
$\text{K Al Si}_3 \text{O}_8$	Kalifeldspat

## 20. Merkmale von Mineralien

Wichtige Merkmale für die Bestimmung von Mineralien, die du an Beispielen der Mineralien aus deinem Experimentierkasten prüfen kannst oder durch bisherige Versuche schon kennengelernt hast.

### 20.1. Metallisches Aussehen haben z. B.

Grau:	Galenit	– bleigrau auf frischen Spaltflächen	hoher Metallglanz
	Graphit	– stahlgrau	Metallglanz
Gelb:	Pyrit	– lichtmessinggelb, z. T. gestreifte Kristallflächen	Metallglanz
	Chalkopyrit	– messinggelb	Metallglanz
	Pyrrhotin	– bronzegelb auf frischem Bruch	Metallglanz

### 20.2. Glanz bei nichtmetallischem Aussehen

Diamantglanz	Sphalerit auf frischen Spaltflächen
Glasglanz	Bergkristall auf gewachsenen Kristallflächen
Fettglanz	Bergkristall auf Bruchflächen
Perlmutterglanz	Kalifeldspat auf frischen Spaltflächen
Seidenglanz	Gips auf faserigen Bruchflächen

### 20.3. Güte der Transparenz

durchsichtig	Bergkristall
durchscheinend	Gips, Biotit, Sphalerit in ganz dünnen Splintern
undurchsichtig	Galenit, Pyrit

### 20.4. Spaltbarkeit bezeichnet die Eigenschaft der Minerale, sich nach einer oder mehreren Richtungen leichter trennen zu lassen als nach anderen. Sie wird in vielen Mineralen schon durch feine Risse angedeutet. Die Trennungsfäche läuft immer parallel zu einer Kristallfläche und wird Spaltfläche genannt.

Die Güte der Spaltbarkeit ist bei den Mineralen unterschiedlich.

Es spalten:

höchst vollkommen	Biotit (Glimmer)
vollkommen	Galenit, Calcit
deutlich	Sphalerit, Fluorit, Kalifeldspat
undeutlich	Chalkopyrit

### 20.5. Minerale mit schlechter Spaltbarkeit zeigen unebene Bruchflächen:

muschelig	Quarz (Bergkristall, Amethyst)
uneben	Graphit
splitterig	Fluorit
hakig	Metalle

### 20.6. Tenazität – bezeichnet das Verhalten der Minerale bei mechanischer Beanspruchung:

spröd	beim Ritzen springen Splitterchen ab	Sphalerit, Schwefel
mild	beim Ritzen oder Schaben bleibt das Pulver liegen, beim Schaben mit dem Messer gibt es Späne	Galenit
elastisch biegsam	Mineralblättchen lassen sich biegen, losgelassen nehmen sie ihre Form wieder an	Biotit
unelastisch biegsam	Mineral, dessen Blättchen gebogen bleiben	Gips

## 20.7. Löslichkeitstabelle

wasserlöslich	in Salzsäure löslich	in Schwefelsäure löslich
Autunit	Adamin	Hemimorphit
Gips	Amiant	Kupfer
Halit	Anhydrit	Limonit
Phillipsit	Ankerit	Magnetit
	Antimonit	Malachit
	Apatit	Manganit
	Aragonit	Manganlomelan
	Autunit	Natrolith
	Azurit	Olivin
	Bornit	Phillipsit
	Calcit	Psilomelan
	Cerussit	Pyrrhotin
	Chlorotil	Rhodochrosit
	Chrysokoll	Serpentin
	Chrysotil	Siderit
	Dolomit	Smithonit
	Epidot	Sodalith
	Erythrin	Sphalerit
	Galenit	Triphylin
	Gips kaum	Vesuvian
	Halit	Vivianit
	Hauyn	Wulfenit
	Hämatit	Wurtzit

## 20.8. Kristalle

Fast alle Minerale sind kristallin – d. h. ihre Atome sind in gesetzmäßiger Regel angeordnet.

Die wenigen Minerale mit ungeordnetem inneren Aufbau werden als amorph (gestaltlos) bezeichnet.

Wie Kristalle aus einer Lösung entstehen, kannst du bei folgendem Versuch beobachten.

20.8.1. Laß dir von deiner Mutter Kochsalz geben. Fülle ein Reagenzglas zur Hälfte mit Wasser und erhitze es über der Spiritusflamme. Jetzt gib langsam so viel Kochsalz in das heiße Wasser, bis sich im Reagenzglas ein Bodensatz von ungelöstem Salz bildet. Die Salzlösung ist nun gesättigt.

20.8.2. Gieße jetzt etwas von der Lösung in dein sauberes Uhrglas und stelle es an einen ruhigen Ort. Schon nach 1 bis 2 Tagen bilden sich aus der Lösung Salzkristalle, die mit der Zeit größer werden.

20.8.3. Betrachte die Kristalle mit der Lupe. Wo Einzelkristalle entstanden sind, kannst du deutlich die würfelige Form der Kristalle erkennen.

Sind mehrere Kristalle dicht zusammen entstanden, haben sie sich gegenseitig beim Wachsen behindert und bilden einen Kristallhaufen ohne gut ausgebildete Kristallflächen.

Aus dem vorhergegangenen Versuch siehst du, daß das Aussehen des Kristalls nur regelmäßig und vollständig sein kann, wenn sein Wachstum bei der Entstehung nicht gestört wurde.

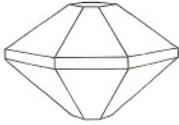
20.8.4. Die Gestalt des Kristalls (mit Habitus bezeichnet) wird in 3 Hauptformen unterteilt.

Ist das Wachstum des Minerals nach 3 Raumrichtungen, also nach allen Seiten, gleichmäßig entwickelt, wird es als isometrisch (allseitig gleichmäßig entwickelte Flächen) bezeichnet.

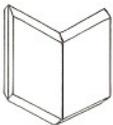
Ein Mineral, das hauptsächlich nach 2 Raumrichtungen gewachsen ist, zeigt eine tafelige, blättrige oder schuppige Form.

War die Wachstumsrichtung des Minerals bevorzugt einseitig, ist die Form des Minerals säulig, stengelig, nadelig, faserig oder haarförmig.

Treffen sich die Flächen des Kristalls in einem Punkt, wird der Habitus des Kristalls pyramidal genannt.

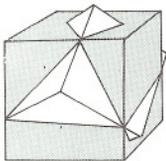


Streckung



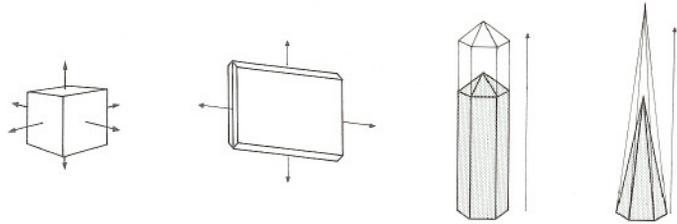
Zwilling

(Schwalbenschwanz)

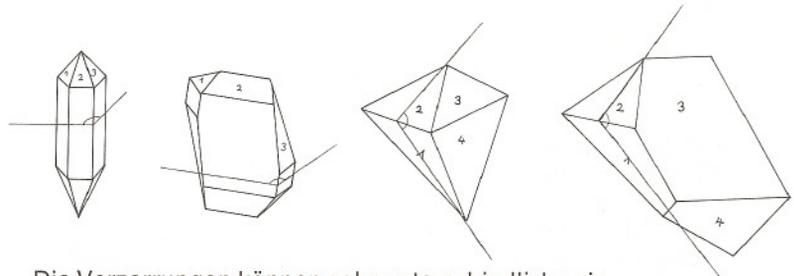


Zwilling

(Durchwachsung)



Durch äußere Einflüsse kann ein Kristall ungleichmäßig wachsen, so daß es in den unterschiedlichsten Erscheinungen auftreten kann. Es können Verzerrungen, Streckungen, Zwillingsbildungen und Kristalldurchwachsungen vorkommen.



Die Verzerrungen können sehr unterschiedlich sein.

Der Winkel zwischen 2 Flächen bleibt für dieses Kristall aber immer der gleiche.

20.9. **Aggregate**

Gut ausgebildete Kristalle wirst du in den seltensten Fällen finden. Viel öfter kommen die Mineralien in unregelmäßigen Gruppierungen von Kristallen vor; diese werden Aggregate genannt. Bilden die Kristalle eines Minerals eine strukturlose Masse, wird diese als **derb** bezeichnet. Kannst du ohne Lupe einzelne Mineralkörner erkennen, wird das Aggregat **grob- bis feinkörnig** genannt (z. B. Quarz als Sandstein). Kannst du nur mit der Lupe die Körnigkeit erkennen, wird das Mineralaggregat als **dicht** bezeichnet. Können überhaupt keine Einzelkristalle erkannt werden, ist das Aggregat **kryptokristallin** (z. B. Chalcedon). Viele Minerale bilden oft bestimmte Wachstumsformen, die für sie typisch sind. So kannst du aus der Aggregatform auf das Mineral schließen. Die Abbildungen auf Seite 50 zeigen dir einige Beispiele dafür.

## 21. Anleitungen zu einer eigenen Mineraliensammlung

Vielleicht hat dir die Beschäftigung mit den Mineralien dieses Experimentierkastens so viel Freude bereitet, daß du nun den Wunsch hast, dir eine eigene Mineraliensammlung anzulegen.

Die nachfolgenden Kapitel sind als Hilfestellung dabei gedacht.

### 21.1. Beschaffung von Mineralien

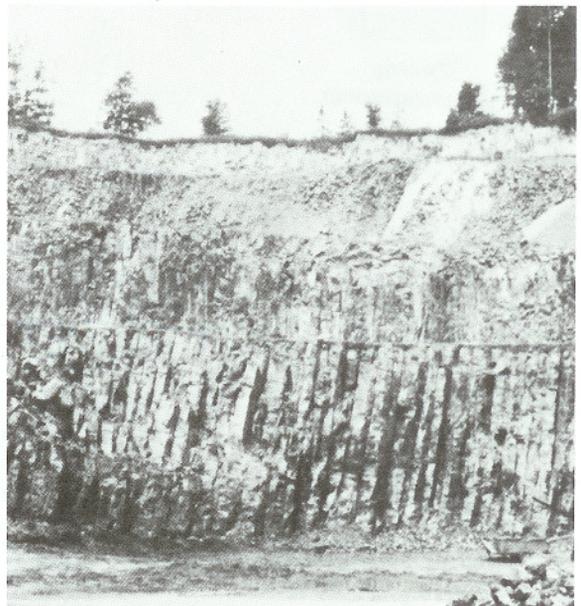
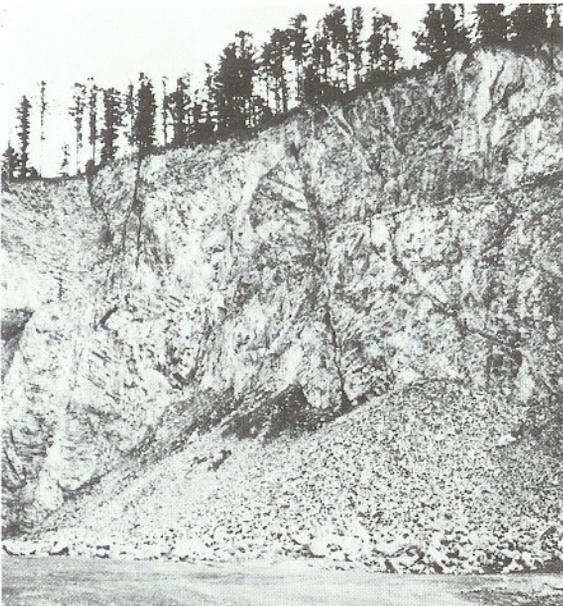
Mineralien kannst du kaufen, tauschen oder suchen. Das Suchen bringt den meisten Spaß, denn ganz sicher ist die Freude über ein selbstgefundenes Mineral größer als über ein gekauftes.

Beim Suchen wirst du auch vieles aus der Mineralienkunde besser verstehen lernen.

### 21.2. Wo kann man Mineralien suchen?

Es gibt viele Möglichkeiten, Mineralien zu suchen. **An den Rändern von Äckern** liegen häufig Steine, sogenannte Lesesteine, die beim Pflügen des Feldes zum Vorschein gekommen sind. Zerschlägt man solche Lesesteine, kann man in ihnen eingeschlossen häufig sehr gute Minerale finden.

Weitere Mineralien kannst du in **Aufschlüssen** suchen. Natürliche Aufschlüsse sind z. B. Bachbetten, Flußufer und Hänge von Hügeln, an denen das Gestein durch Abtragung der Erdschicht zum Vorschein kommt. Andere Aufschlüsse können durch Menschen geschaffen sein, z. B. Baugruben, Straßen- und Bahndurchstiche, Kiesgruben, Steinbrüche und Bergwerkshalden. Vor dem Betreten solcher Gelände muß jedoch eine Erlaubnis eingeholt werden. Es bestehen Gefahren durch Sprengung, Steinschlag und Einsturzlöcher.



Gute Fundmöglichkeiten bieten viele **alte Halden**. Meistens ist das Suchen am Fuß dieser Halden am aussichtsreichsten. Größere Gesteinsbrocken muß du aufschlagen. Mit Hilfe der Lupe kannst du in vielen Fällen kleine, gut ausgebildete Minerale entdecken.



Die Fundstücke mußt du am Fundort durch vorsichtiges Abschlagen des überflüssigen Gesteins formatisieren. Du sparst viel Gewicht. Viele dieser Funde sind empfindlich. Du mußt sie deshalb gut verpacken. Wickle jedes Stück einzeln in Zeitungspapier. Besonders empfindliche Minerale sollten in einer kleinen Schachtel transportiert werden.

Lege zu jedem Mineral gleich einen Zettel mit der Fundortangabe, z. B. „Steinbruch X, nördliche Wand“ oder „Acker südlich der Straße von X nach Y, Kilometerstein Z“.

Später ist es meist nicht mehr möglich, diese Angaben zu rekonstruieren.

### 21.3. Die Ausrüstung

Um fachgerecht arbeiten zu können, brauchst du zur Mineralsuche eine Ausrüstung. Dazu gehören Geologenhammer, Fäustel, Meißel, Schutzbrille und Schutzhelm.

Der **Geologenhammer** ist das wichtigste Werkzeug. Er dient zum Schlagen und als Brechwerkzeug. Außerdem kannst du ihn auch als Hacke benutzen.

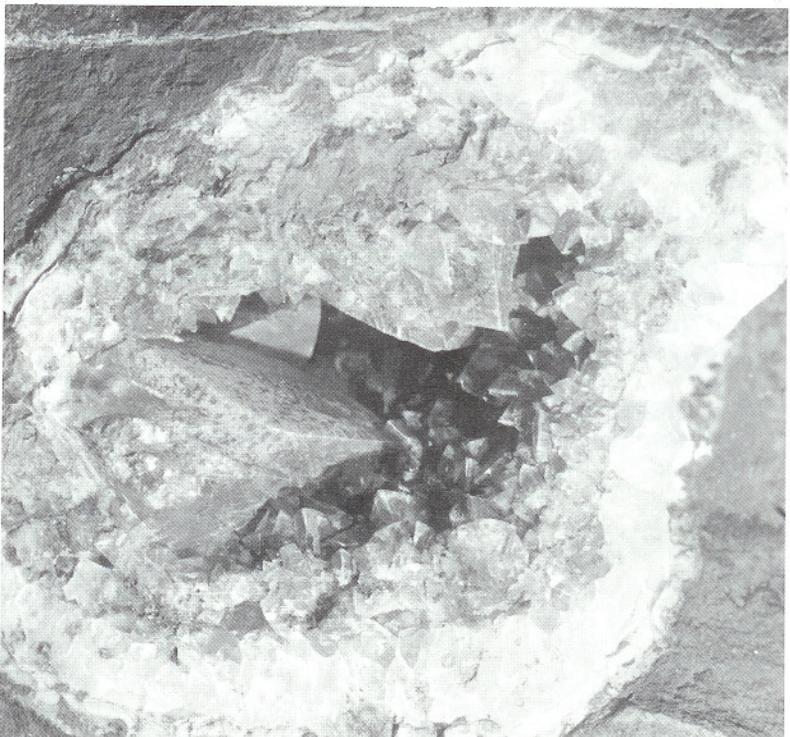
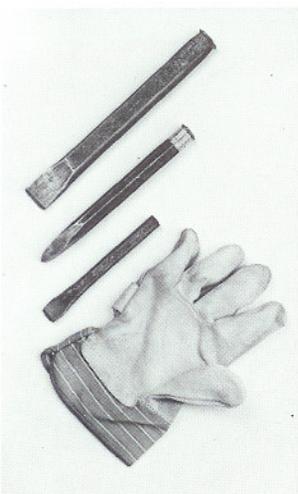
Der Hammerkopf hat eine quadratische Schlagfläche und eine meißelartige oder spitz zulaufende Gegenseite. Der Stiel muß ca. 40 cm lang sein, damit man auch kräftig genug zuschlagen kann. Hammer und Stiel sind beim Geologenhammer aus einem Stück gefertigt.

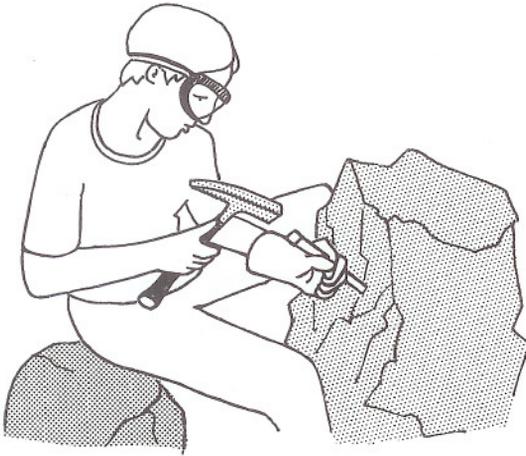
Abb.

Zum Zertrümmern größerer Gesteinsbrocken oder für das Spalten mit einem Meißel benötigt man den **Fäustel**. Es ist ein schwerer Hammer, der etwa 1000 g wiegt und einen kräftigen Holzstiel hat.

Abb.

Das Zerschlagen von Gesteinsbrocken bringt oft die schönsten Funde, denn viele Mineralien sind völlig im Gestein eingeschlossen.





Zum Arbeiten in Spalten, Höhlungen usw., wo mit dem Hammer nicht hinzukommen ist, oder zum Spalten von Gesteinsbrocken werden **Meißel** gebraucht. Du mußt einen Spitz- und einen Flachmeißel von ca. 20 cm Länge haben. Die Meißel sollten aus gutem Stahl (Chrom-Vanadiumstahl) sein, damit sie nicht so schnell stumpf werden. Die Meißel mußt du hin und wieder auf einem Schleifstein schärfen.

Für deinen persönlichen Schutz brauchst du **Schutzbrille, Schutzhelm und Handschuhe**.

Beim Zerschlagen von Gestein entstehen oft scharfkantige Gesteinsplitter, die ins Auge springen können. Deshalb solltest du dabei eine Schutzbrille tragen, die auch an den Seiten abschließt (z. B. Schweißbrille).

Setze beim Suchen in Steinbrüchen einen Schutzhelm auf. Oft fällt lockeres Gestein herab.

Das Hantieren mit scharfkantigen Gesteinsbrocken bringt schnell Schürfstellen und Schnittwunden an den Händen: Deshalb Handschuhe anziehen.

Bei deinen Exkursionen solltest du alte Kleidung bevorzugen. Ganz besonders wichtig ist festes Schuhzeug. Auf keinen Fall darfst du Sandalen auf Halden oder in Steinbrüchen tragen. Beim Klettern über die Halden kannst du leicht mit dem Fuß abrutschen oder zwischen Steinen einklemmen.

Verbandszeug (Pflaster und eine feste Binde) sollte immer im Gepäck vorhanden sein. Außerdem mußt du für erste Bestimmungen immer mitführen:

- 1 Lupe,
- 1 Strichtafel,
- 1 kleine Bürste zum Säubern der Funde,
- Papier und
- einige kleine Dosen zum Verpacken,
- Klebeetiketten, Papier und Bleistift zum Beschriften und
- Notieren.

#### 21.4. **Reinigung der Sammelstücke**

Oft sind die Sammelstücke, die du gefunden hast, mehr oder weniger stark verschmutzt. Um die Mineralien richtig erkennen zu können, mußt du sie säubern. Erst nach erfolgter Reinigung zeigen die Minerale ihren Glanz und ihre Farbe.

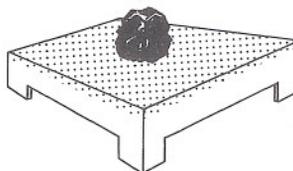
Die meisten Stücke kannst du mit Wasser behandeln. Es gibt aber auch wasserlösliche Minerale – z. B. Steinsalz. Du mußt also vor der Reinigung die Stücke aussortieren, die wasserlöslich sein könnten (siehe Tabelle der löslichen Minerale). Brich dazu eine kleine Probe des Minerals ab und versuche, sie im Wasser zu lösen. Bei wasserlöslichen Mineralen mußt du den Schmutz mit einer weichen Bürste (Pinsel) trocken entfernen. Bei sehr hartnäckiger Verschmutzung kannst du Spiritus zu Hilfe nehmen.

Vorsicht beim Arbeiten mit Spiritus!

Es darf kein Feuer in der Nähe sein. Am besten arbeitest du mit Spiritus im Freien, z. B. auf dem Balkon oder im Garten.

Andere Mineralien, die sehr zart oder haarförmig sind, solltest du auch nicht naß reinigen. Die feinen Kristalle könnten brechen oder zusammenkleben. Hier kannst du durch vorsichtiges Blasen mit einem Gummipuster oder mit einer Nadel den Schmutz entfernen.

Weiche alle nicht wasserlöslichen Mineralien längere Zeit in einer Schüssel mit lauwarmem Wasser ein. Bearbeite die Stücke mit einer Bürste – oder wenn die Minerale zerbrechlich sind – mit einem Pinsel unter Wasser. Ist der Schmutz lehmhaltig, kannst du mit einem dünnen Holzstab vorsichtig den nassen Lehm abkratzen. Das Wasser mußt du oft wechseln. Damit die feinen Fugen und Hohlräume sauber werden, solltest du dem Wasser etwas Spülmittel (z. B. Pril) zusetzen. Die Reinigung muß meistens mehrmals wiederholt werden, bis das Wasser sauber bleibt. Aber auch jetzt wird in vielen Fällen in Ecken und Hohlräumen Schmutz haften. Diese Reste mußt du mit feinen Nadeln oder zugespitzten Holzstäbchen entfernen. Oft leistet dir hierbei ein Federhalter mit einer feinen Feder gute Dienste. Nach dem letzten Spülgang legst du die Stücke auf Zeitungspapier, das die Feuchtigkeit schnell aufsaugt. Du kannst dir hierfür auch eine Trockenhürde bauen, damit die Luft auch von unten an das Stück heran kann.



Entferne dazu auf einer Obstkiste den Boden und spanne stattdessen einen feinen Maschendraht darüber.

Du darfst die Trocknung aber nie auf einer Heizung oder in praller Sonne vornehmen. Bei starker Hitze könnte das Mineral reißen.

## 22. Wie eine Mineralsammlung angelegt wird

Jedes Mineral deiner Sammlung muß eine Beschriftung mit den wichtigsten Daten erhalten.

1. eine Ordnungsnummer
2. die Mineralbezeichnung
3. den Fundort

Am besten benutzt du kleine Klebeetiketten, auf denen du das Wichtigste vermerken kannst. Nach der Bestimmung wird das Mineral gleich mit den Daten versehen.

Zusätzlich kannst du für jedes Stück deiner Sammlung eine kleine Karteikarte anlegen, die die gleichen Daten mit weiteren Angaben enthält.

Nr. <b>2.3.2.</b>	Mineral <b>Galenit</b>
Einzelkristall <b>Würfel</b>	Chem. Formel <b>PbS</b>
Fundort <b>Halde Oberschulenberg/Harz</b>	
Begleitmin. <b>Dolomit und Siderit</b>	

Nr: 2.3.2. Galenit Oberschulenburg Harz
--

## 22.1. Die Ordnung deiner Mineralsammlung

Das Ordnungsprinzip deiner Sammlung baust du am besten nach den 8 Systemklassen (siehe Kapitel 19.) auf. Aus diesem Prinzip ergibt sich dann die Numerierung der Mineralien. Dabei erhält jedes Mineral eine Nummer, die aus 3 Gruppen besteht:

1. Nr. der Klasse,  
ist festgelegt nach der Klassifizierung 1 bis 8 (siehe Kapitel 19.1. bis 19.8.).
2. Nr. des Minerals in der Klasse,  
jedes neue Mineral dieser Klasse erhält eine Nummer.
3. Bringst du ein gleiches Mineral mehrmals in deine Sammlung, erhält jedes an 3. Stelle eine neue (fortlaufende) Nummer. Das gleiche Mineral kann z. B. in verschiedenen Aggregatformen vorkommen oder von verschiedenen Fundorten stammen.

### Z. B.: 1. Elemente

1 Schwefel	1.1.1.	1.1.2.	1.1.3.
2 Graphit	1.2.1.		
3 Kupfer	1.3.1.	1.3.2.	

### 2. Sulfide

1 Kupferkies	2.1.1.		
2 Pyrit	2.2.1.	2.2.2.	
3 Bleiglanz	2.3.1.	2.3.2.	

Bei dieser Art der Numerierung ist es möglich, jederzeit ein neues Stück, einer in deiner Sammlung schon vertretenen Mineralart oder auch einer neuen, noch nicht vertretenen Art, einzusortieren. Die Sammlung kannst du nach den Systemen, nach Fundorten oder nach anderen Gesichtspunkten aufbauen, ohne die Numerierung ändern zu müssen.

Jedes Stück sollte in einem eigenen Kästchen liegen, sonst sind die Mineralien bald unansehnlich.

## Bestimmungstabelle nach Strichfarbe und Härte

### Strichfarbe schwarz und grau

Härte	Mineral	Abb. Nr.
1	Graphit	3
1-1½	Molybdänit	21
1-2	Manganlomelan, Wad	27
2	Antimonit	20
2½-3	Galenit	14, 15, 16
3	Bornit	13
3½-4	Chalkopyrit	10, 11, 12, 16
4	Pyrrhotin	4
4-4½	Siderit	61
5-6	Psilomelan (-8)	26
6-6½	Pyrit	5, 6, 7
6-6½	Markasit	8, 9

### Strichfarbe braun

1-2	Manganlomelan, Wad	27
1-4	Limonit (br. Glaskopf -5)	28, 29
3½-4	Sphalerit	17, 18
3½-4	Wurtzit	19
4-4½	Siderit	61
5-6	Psilomelan (-8)	26
5-6	bas. Augit	111
5½-6	bas. Hornblende	117

### Strichfarbe rot

1½-2	Realgar	22
2½	Erythrin	90
2½-3	Kupfer	1
5½-6½	Hämatit als Roteisen	24, 25
5½-6½	Hämatit als Eisenglanz	23
7	roter Jaspis	43

### Strichfarbe gelb

1-4	Limonit	28, 29
1½-2	Realgar	22
1½-2	Auripigment	22
1½-2	Schwefel	2
2-2½	Autunit	93
3½-4	Sphalerit	17, 18
3½-4	Wurtzit	19

### Strichfarbe grün

2-2½	Torbernit	92
2-2½	Autunit	93
2-4	Chrysokoll	110
3½-4	Malachit	71, 72
5-6	Augit	111
5-6	Aktinolith	113
5½-6	gem. Hornblende	117

### Strichfarbe blau

1½-2	Vivianit	89
2-4	Chrysokoll	110
3½-4	Azurit	69,70

### Strichfarbe hellgrau, weiß oder farblos

Härte	Mineral	Abb. Nr.
1	Talk	119, 120
1-1½	Pyrophollit	121
1½-2	Gips	79, 80, 81
1½-2	Schwefel	2
1½-2	Vivianit	89
2	Hallit	46, 47
2-2½	Autunit	93
2-2½	Muskovit	122
2-2½	Fuchsit	125
2-3	Lepidolith	126
2-3	Anglesit	77
2-4	Chrysotil	118
2-4	Chrysokoll	110
2½-3	Biotit	123, 124
3	Wulfenit	82
3	Calcit	52-57
3-3½	Baryt	73, 74, 75
3-3½	Anhydrit	78
3-3½	Cerussit	67, 68
3½	Adamin	84
3½-4	Aragonit	64, 65, 66
3½-4	Dolomit	59, 60
3½-4	Ankerit	58
3½-4	Pyromorphit	87
3½-4	Mimetesit	88
3½-4	Sphalerit	17, 18
4	Fluorit	48-51
4-4½	Rhodochrosit	62
4-4½	Siderit	61
4-4½	Phillipsit	135
4-5	Triphylin	83
4-5	Hemimorphit	102
4½-6½	Disthen	97
4½-6½	Cyanit	97
4½-6½	Kyanit	97
5	Apatit	86
5	Smithonit	63
5-5½	Natrolith	134
5-6	Lazulith	85
5-6	Sodalith	127
5-6	Hauyn	128
5-6	Augit	111
5-6	Aktinolith	113
5½	Anthophyllit	116
5½-6	Anatas	30
5½-6	Hornblende	117
5½-6	Amiant	114
5½-6	Byssolith	115
5½-6½	Rhodonit	112
6-7 (-7½)	Silimanit in Horngarben- schiefer	98
6-7	Epidot	103, 104, 111
6-7½	Turmalin	107
6-7½	Schörl	106
6½	Vesuvian	101, 105
6½-7	Olivin	95
6½-7½	Pyrop	99
6½-7½	Almadin	100
6½-7½	Hessonit	101
7	Quarz	31-45
7-7½	Andalusit	96
7½-8	Beryll	108, 109