

KOSMOS

Der Kosmos Mineralien — führer

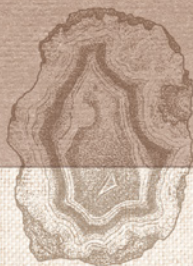


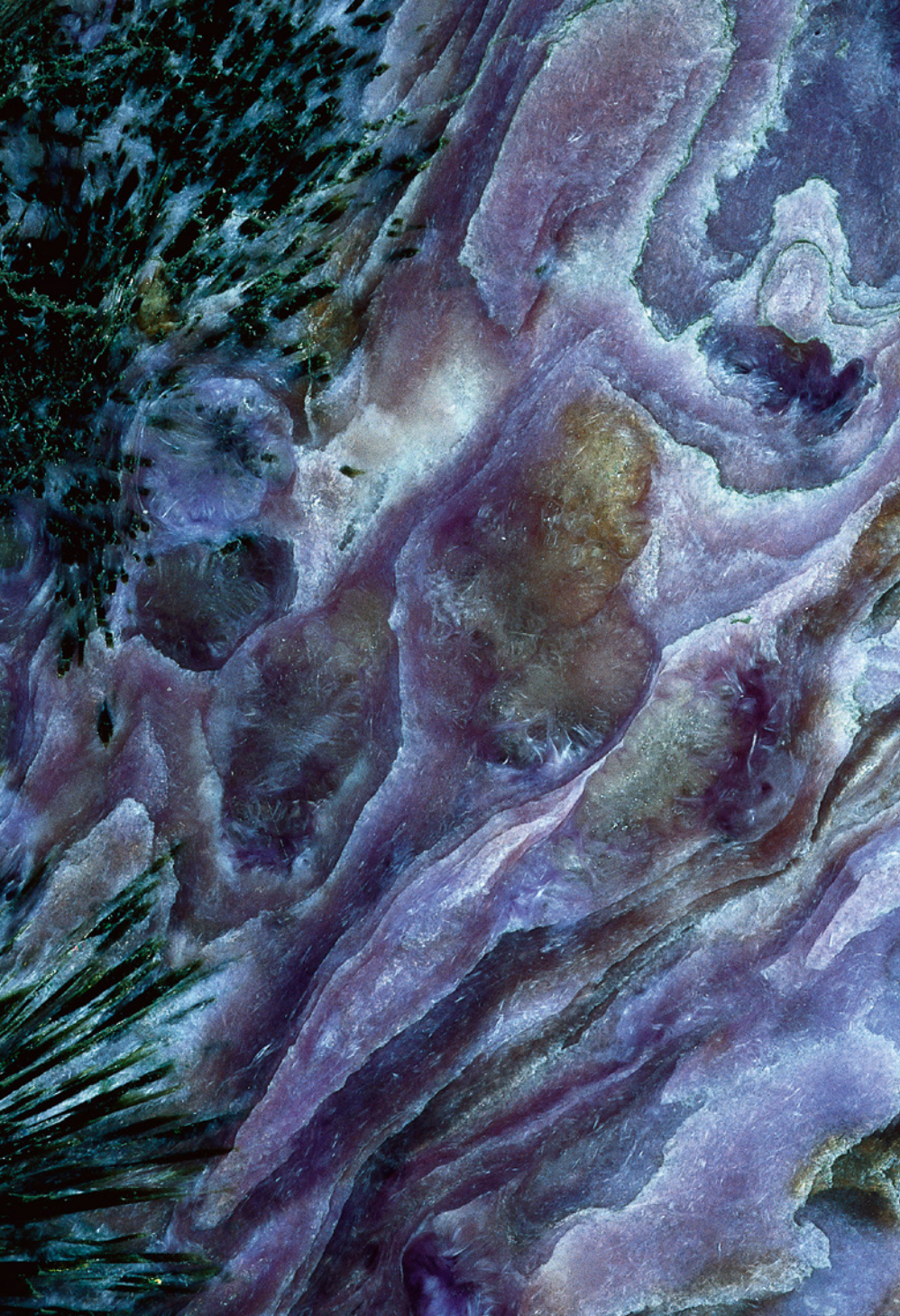
KOSMOS—NATURFÜHRER

700 Mineralien, Edelsteine
und Gesteine

EXTRA: METEORITEN

RUPERT HOCHLEITNER







RUPERT HOCHLEITNER

Der Kosmos
Mineralien
— führer

KOSMOS

Inhalt

Welcher Stein ist das?	6
Die Eigenschaften der Mineralien	7
Die Entstehung und das Vorkommen von Mineralien	11
Die Einteilung der Gesteine	14
Mineralien, Gesteine und Edelsteine bestimmen	16
Was sind Meteoriten?	17

Artenporträts

Strichfarbe Blau

Von Chalkoalunit bis Crossit



20

Strichfarbe Rot

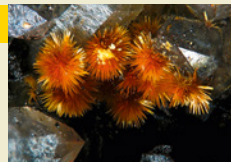
Von Kermesit bis Hämatit



30

Strichfarbe Gelb

Von Realgar bis Durangit



40

Strichfarbe Braun

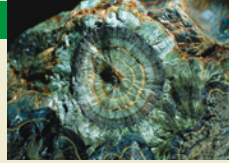
Von McGovernit bis Rutil



54

Strichfarbe Grün

Von Tirolit bis Gadolinit



76

Strichfarbe Schwarz

Von Graphit bis Gahnit



102

Strichfarbe Weiß

Von Kaolinit bis Diamant



154

Die Gesteine

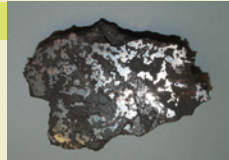
Von Granit bis Braunkohle



366

Die Meteoriten

Von Oktaedrit bis Shatter cone



412

Mineralien und Gesteine sammeln

422

Der Aufbau einer Mineraliensammlung

427

Glossar

435

Welcher Stein ist das?

Diese Frage stellt sich immer wieder, sei es, dass man beim Spaziergang einen Kieselstein aufhebt, im Gebirge einen Kristall findet, auf der Halde eines Erzbergwerkes golden oder silbern glänzende Brocken findet, über den Bordstein stolpert, oder ein schönes Schmuckstück betrachtet. Immer wieder möchte man wissen, welches Mineral ist das, welches Gestein habe ich vor mir, welcher Edelstein glitzert so schön bunt?

Diese Fragen soll das vorliegende Buch beantworten – als ständiger Begleiter auf Wanderungen, auf Reisen, beim Bergsteigen, beim Mineraliensammeln, in Steinbrüchen und auf Halden, auf Mineralienbörsen und auch beim Juwelier.

Dabei gibt es ein paar grundlegende Dinge zu beachten:

Mineralien sind mit einer Ausnahme, dem gediegenen Quecksilber, immer fest. Das Mineralwasser mag noch so gut schmecken, das Etikett noch so viele Mineralstoffe nachweisen, es ist flüssig und damit kein Mineral.

Alles was der Mensch hergestellt hat, vom Fensterglas bis zum Quarzkristall in der Armbanduhr und zum künstlichen Diamanten, ist kein Mineral. Ein Mineral muss immer natürlicher Entstehung sein.

Etwas anders steht es beim Begriff **Kristall**. Kristalle sind feste chemische Substanzen, deren Atome nach einem einheitlichen gesetzmäßigen Schema angeordnet sind. Diese gesetzmäßige Anordnung der Atome äußert sich in den ebenen, regelmäßigen Flächen, von denen ein Kristall begrenzt ist. Um einen Gegenstand als Kristall bezeichnen zu können, ist es im Gegensatz zum Mineral nicht notwendig, dass er natürlich entstanden ist. Kristalle werden in großen Mengen industriell hergestellt, und selbst Kinder können – z. B. mit einem Kristallzucht-Kasten – selber Kristalle wachsen lassen. So gibt es also natürlich entstandene Kristalle, die man auch als Mineral bezeichnen kann, genauso wie künstlich hergestellte, die man nicht als Mineral bezeichnen darf.

Japaner Zwilling des Quarzes von der Grube La Gardette in Frankreich



Fast alle Mineralien sind Kristalle, auch wenn man es ihnen äußerlich manchmal nicht ansieht. Solche Kristallindividuen, die ihre glatten äußeren Flächen, vielleicht durch Verwitterung oder durch einen fehlgegangenen Hammerschlag, verloren haben, besitzen immer noch ihre innere gesetzmäßige Anordnung der Atome, das Kristallgitter, man nennt sie kristallin. Es gibt nur wenige Minerale, deren Atome nicht gesetzmäßig in Form eines Kristallgitters angeordnet sind, diese nennt man amorph. Bekanntestes Beispiel ist der Opal, der im Gegensatz zum fast genauso zusammengesetzten Quarz keine Kristalle bilden kann.

Edelsteine sind Mineralien, die für Schmuckzwecke verschliffen werden. Um als Edelstein zu gelten, muss ein Mineral verschiedene Vorgaben erfüllen:

Es muss schön sein, also ästhetischen Ansprüchen genügen. Das bedeutet, dass es schön gefärbt sein sollte und im geschliffenen Zustand möglichst glänzen und glitzern sollte. Letzteres ist umso wichtiger, wenn das Mineral, wie etwa der Diamant, im Normalfall farblos ist.

Ein Edelsteinmineral sollte mindestens die Härte 7 aufweisen. Das hat einen ganz einfachen Grund: Ein großer Teil der Staubkörnchen, die durch unsere Luft fliegen und sich zwangsläufig immer wieder auf dem Edelstein ablagern, sind Quarz. Quarz hat die Härte 7, wäre das Edelsteinmineral weicher, würde es durch diese Quarzkörnchen zerkratzt und schnell matt. Ist das Edelsteinmineral dagegen härter als Quarz, bleibt es völlig unbehelligt glänzend und glitzernd – ein echter Edelstein also.

Gesteine kann man als große geologische Körper beschreiben, die aus vielen Individuen einer oder mehrerer verschiedener Mineralarten aufgebaut sind. So besteht Marmor zum Beispiel nur aus vielen Körnern des Minerals Kalkspat. Granit wird dagegen aus den drei Mineralarten Feldspat, Quarz und Glimmer aufgebaut.

Berücksichtigt man ihre Entstehung, so kann man die Gesteine in vier grundlegende Gruppen einteilen:

1) **Tiefengesteine** entstehen, wenn glutflüssiges Magma (Gesteinsschmelze) in der Tiefe erstarrt und zum festen Gestein wird, ohne vorher die Erdoberfläche zu erreichen.

2) Kommt das glutflüssige Magma aber, z. B. in einem Vulkan an die Oberfläche und erstarrt erst dann, entsteht ein **vulkanisches Gestein**.

3) Gesteine, die dadurch entstehen, dass sich kleine Teilchen, wie etwa Sandkörner, ablagern und wieder verfestigen, nennt man **Ablagerungsgesteine** oder **sedimentäre Gesteine**, kurz auch **Sedimente**.

4) Werden solche Sedimente in die Tiefe transportiert, dann wandeln sie sich bei steigender Temperatur und steigendem Druck um, ab diesem Moment nennt man die so entstehenden Gesteine **Umwandlungsgesteine** oder **metamorphe Gesteine**, kurz **Metamorphite**. Den Vorgang nennt man Metamorphose. Je nach Höhe von Druck und Temperatur spricht man von niedrig, mittel- oder hochgradiger Metamorphose. Werden Gesteine durch Kontakt zu heißem Magma umgewandelt, spricht man von Kontaktmetamorphose.

Werden Gesteine schnell in große Tiefen versetzt, wodurch der hohe Druck sofort auf sie einwirkt, und werden Sie dann schnell wieder nach oben transportiert, so dass die Temperatur nicht stark ansteigen kann, dann nennt man diese Art der Metamorphose Versenkungsmetamorphose.

Das teilweise Aufschmelzen von Gesteinen nennt man Anatexis, die dabei entstandenen Gesteine Anatexite.

Die Eigenschaften der Mineralien

Will man Mineralien bestimmen, so muss man ihre Eigenschaften bestimmen. Jede Mineralart besitzt eine Reihe von Eigenschaften, die alle zusammen in ihrer Kombination für das jeweilige Mineral einmalig sind. Das bedeutet, um ein Mineral sicher

zu bestimmen, muss man möglichst viele seiner Eigenschaften überprüfen. Das ist bei einigen, wie etwa der Härte oder der Strichfarbe leicht und bedarf keiner oder nur leicht erhältlichlicher Hilfsmittel, bei anderen, wie etwa der chemischen Zusammensetzung, bedarf eine exakte Feststellung eines großen apparativen Aufwandes, den der einzelne normalerweise nicht betreiben kann.

Aus diesem Grunde sind im vorliegenden Bestimmungsbuch besonders die Eigenschaften hervorgehoben, die möglichst einfach festzustellen sind und im Normalfall zur sicheren Bestimmung eines Minerals führen können.

Die Strichfarbe

Die Strichfarbe erhält man, wenn man mit dem Mineral auf einer unglasierten und daher etwas rauen Porzellantafel einen Strich zieht. Die Farbe der so erhaltenen Spur ist charakteristisch für die Mineralart. So verschiedenfarbig ein und dieselbe Mineralart auch auftreten mag, die Strichfarbe ist immer gleich. So kann Fluorit farblos, gelb, grün, blau, braun, rosa oder violett sein, seine Strichfarbe ist immer weiß.

Eine Strichtafel kann man für wenig Geld (2 Euro) im Mineralienhandel erwerben. Sollte sie einmal gerade nicht zur Hand sein, genügt als Notbehelf auch eine alte Porzellansicherung oder der unglasierte Unterrand eines Tellers oder einer Tasse.

Die Strichfarbe ist also ein eindeutiges Merkmal eines Minerals, das gut zur Einteilung geeignet ist. Aus diesem Grund sind im vorliegenden Bestimmungsbuch auch alle Mineralien in Gruppen gleicher Strichfarben zusammengefasst. So kann man schnell feststellen, in welchem Teil des Buches man nachschlagen muss. Innerhalb der Gruppen gleicher Strichfarben sind die Mineralien dann nach aufsteigender Härte geordnet.

Die Härte

Die Härte eines Minerals lässt sich recht leicht feststellen. Jeder weiß, dass man mit Diamant sogar Glas schneiden kann, in der Tat ist Diamant die härteste Substanz, die es auf unserem Planeten gibt. Andere Mineralien, wie etwa der Speckstein, sind so weich, dass man daraus, wie aus Holz, Figuren schnitzen kann und ihn sogar mit dem Fingernagel kratzen kann.

Je nachdem, ob ein Mineral das andere ritzt, oder von ihm selbst geritzt wird, kann man alle Mineralien nach ihrer Härte ordnen. Da diese Eigenschaft für jedes Mineral charakteristisch ist, wird sie in diesem Buch neben der Strichfarbe als wichtigstes Bestimmungs- und Ordnungsmerkmal verwendet.

Man kann die Härte eines zu bestimmenden Minerals am einfachsten bestimmen, wenn man es mit den Mineralien der Mohs'schen Härteskala vergleicht. Diese Skala besteht aus einer Folge von zehn Mineralien, von denen jedes alle vor ihm stehenden ritzt.

1	Talk	<i>mit dem Fingernagel ritzbar</i>	<i>mit dem Messer ritzbar</i>
2	Gips		
3	Kalkspat	<i>ritzen Glas</i>	
4	Fluorit		
5	Apatit		
6	Feldspat		
7	Quarz		
8	Topas		
9	Korund		
10	Diamant		

Härteskalen, also eine Zusammenstellung der neun Prüfmineralien (Diamant als härteste Substanz wird nicht benötigt) kann man im Mineralienhandel erwerben. Im Notfall, z. B. im Gelände, kann man sich auch mit Fingernagel (etwa Härte 2) und

Taschenmesser (etwa Härte 6) und mit einer kleinen Glasscherbe (härter als Härte 6) behelfen, die Mineralien zu erkennen.

Bei der Härtebestimmung geht man folgendermaßen vor:

Man nimmt als Erstes ein Mineral mittlerer Härte, zum Beispiel Apatit, Härte 5, und untersucht, ob das zu bestimmende Mineral damit geritzt werden kann. Ist das der Fall, macht man mit dem nächstweicheeren weiter, bis man zu einem kommt, mit dem man das Mineral nicht mehr ritzen kann. Kann man umgekehrt mit dem zu bestimmenden Mineral das Prüfmineral auch nicht ritzen, dann haben beide die gleiche Härte. Man ist zum Ziel gekommen. Lässt sich das zu bestimmende Mineral dagegen von dem zuerst gewählten Prüfmineral mittlerer Härte nicht ritzen, dann macht man einfach analog mit dem nächsthärteren weiter.

Auf diese Weise kann man die Härte eines jeden Minerals im Rahmen der Mohsschen Härteskala feststellen.

Prüfen Sie die Härte immer mit scharfen Kanten und an frisch gebrochenen Stellen! Wischen Sie nach dem Ritzen immer den Staub weg, um sicherzugehen, dass auch wirklich geritzt worden ist und sich nicht nur das Prüfmineral abgerieben hat. Bei sehr feinkörnigen Mineralaggregaten können bei der Ritzprobe einzelne Körnchen herausbrechen. Das kann eine geringere Härte vortäuschen. Auf sehr glatten Kristallflächen misst man oft fälschlicherweise eine zu hohe Härte. Hier muss man besonders fest aufdrücken, um sicher sein zu können, dass das Mineral wirklich nicht zu ritzen ist.

Wichtig: Beim Härteprüfen immer die Gegenprobe machen! Wenn das Prüfmineral das zu bestimmende Mineral ritzt, muss immer auch geprüft werden, ob nicht etwa umgekehrt das Prüfmineral geritzt wird. Nur so können Sie sicher sein.

Tenazität

Mit der Tenazität wird beschrieben, wie ein Mineral sich beim Ritzen oder Biegen verhält. Die meisten Mineralien sind spröde, das heißt, beim Ritzen, etwa mit einer Stahlnadel, springt das Ritzpulver weg. Ist das nicht der Fall, so bezeichnet man das Mineral als milde (z.B. Bleiglanz). Kann man eine Ritzspur erzeugen, ohne dass überhaupt ein Pulver entsteht, etwa so, wie man mit dem Messer in Butter schneidet, bezeichnet man das Mineral als schneidbar (z.B. Silberglanz, Gold). Gold kann man darüber hinaus auch zu Blättchen hämmern. Solche Mineralien bezeichnet man als duktil.

Andere Mineralien wiederum sind elastisch biegsam, wie etwa die Glimmer, das heißt, man kann sie biegen und sie kehren nach dem Biegen wieder in die Ausgangsstellung zurück. Unelastisch biegsame Mineralien, wie etwa Gips, verharren dagegen nach dem Biegen in der neuen Stellung.

Gips-Kristalle sind unelastisch biegsam.
Einmal verbogen, behalten sie diese Form bei.



Farbe

Auf den ersten Blick scheint die Farbe die nützlichste Eigenschaft eines Minerals zu sein. Schnell wird man aber feststellen, dass das nicht der Fall ist. Zwar gibt es Mineralien, deren Farbe sehr charakteristisch ist, wie etwa der grüne Malachit oder der blaue Azurit. Ein großer Teil der Mineralien tritt jedoch nicht nur in einer Farbe auf, sondern kann in den verschiedensten Farb-tönen gefunden werden. So kann Quarz farblos, rosa, violett, braun, schwarz oder gelb sein, Diamant gibt es in den Farben Weiß, Gelb, Grün, Braun, Blau und Schwarz. Dazu kommt noch, dass sich manche Minerale an der Luft mit einer andersfarbigen Schicht überziehen. So ist der Bornit im ganz frischen Bruch rosa metallisch, während er sich in wenigen Stunden mit einer blau-rot-grün schillernden Oxidationsschicht überzieht. Die Farbe eines Minerals muss also immer an einer frischen Stelle geprüft werden.

Glanz

Jedes unbearbeitete Mineral hat einen ganz bestimmten, für die jeweilige Mineralart charakteristischen Glanz. Dieser Glanz ist allerdings nur schwer messbar. Man kann ihn nur im Vergleich mit Gegenständen des täglichen Lebens beschreiben.

Glasglanz entspricht dem Glanz von einfachem Fensterglas. Er ist am häufigsten.

Metallglanz entspricht dem Glanz von poliertem Metall, wie etwa Alufolie.

Seidenglanz ist ein Glanz, der mit dem wogenden Lichtschimmer auf Naturseide vergleichbar ist.

Pechglanz ist der Glanz von Pech, vergleichbar mit dem von Teerbrocken, wie man sie bei Straßenausbesserungsarbeiten sehen kann.

Fettglanz sieht aus wie der Glanz von Fettflecken auf Papier.

Diamantglanz ist der strahlende Glanz, den man von geschliffenen Diamanten, aber auch von Bleikristallglas kennt.

Minerale mit **Perlmuttglanz** zeigen einen

Glanz, der den Innenseiten mancher Muschelschalen ähnelt, die einen weißlichen Schimmer mit farbigem Lichtschein zeigen.

Dichte

Die Dichte oder das spezifische Gewicht ist das Gewicht eines Minerals pro Volumeneinheit (angegeben in Gramm pro Kubikzentimeter). Die Dichte zu messen, ist nicht einfach und bedarf präziser Geräte. Trotzdem kann man die Dichte als Bestimmungsmerkmal nützen. Durch einfaches Abwiegen in der Hand kann man feststellen, ob ein Mineral leicht (Dichte unter 2), normal (Dichte um 2,5), schwer (Dichte über 3,5) oder sehr schwer (6 oder höher) ist. Noch besser kann man abschätzen, wenn man ein gleich großes Stück eines Minerals mit bekannter Dichte in die andere Hand nimmt und vergleicht.

Spaltbarkeit und Bruch

Zerschlägt man ein Mineral (z. B. mit dem Hammer) oder zerbricht es, so entstehen je nach Mineralart unterschiedlich aussehende Bruchflächen. Das Mineral kann in ebene glatte Spaltflächen oder in immer gleiche geometrische Körper zerfallen. Bleiglanz zerfällt z. B. in lauter kleine Würfelchen, Kalkspat in lauter kleine Rhomboeder. In der Mineralbeschreibung steht dann im ersteren Fall „Spaltbarkeit nach dem Würfel“, im zweiten Fall „Spaltbarkeit nach dem Rhomboeder“. Manchmal sind auch die Winkel der Spaltflächen zueinander für die Bestimmung eines Minerals von Bedeutung. Augit kann man z. B. von der ähnlichen Hornblende sehr gut dadurch unterscheiden, weil seine Spaltflächen sich in einem Winkel von etwa 90 Grad schneiden. Hornblende weist dagegen einen Spaltwinkel von etwa 120 Grad auf. Die Spaltbarkeit kann verschiedene Qualitäten von „vollkommen“ bis „nicht erkennbar“ aufweisen. Die letztere Angabe bedeutet, dass eine Spaltbarkeit wohl existiert, sie aber mit einfachen Mitteln im Normalfall nicht erkennbar ist.



Steinsalz (links) zerfällt beim Spalten in lauter perfekte Würfel, genauso wie Bleiglanz (rechts).

Unter dem Stichwort „Bruch“ werden alle Trennungsf lächen beschrieben, die keine Spaltfl ächen sind. Je nach Aussehen der Fl ächen kann der Bruch als muschel ig (z. B. bei Bergkristall), spät ig (z. B. bei Kalkspat), uneben (z. B. bei Feldspat) oder hakig (z. B. bei Gold) beschrieben werden.

Fluoreszenz, Phosphoreszenz

Bestrahlt man manche Mineralien mit ultravioletem Licht, so können sie mehr oder weniger stark in den verschiedensten Farben leuchten. Schaltet man die UV-Quelle ab, so leuchten manche Mineralien noch einige Sekunden nach. Diese Erscheinung nennt man Phosphoreszenz. Beide Eigenschaften sind in der Regel keine charakteristischen Eigenschaften eines Minerals. Einzelne Proben der gleichen Mineralart können ganz unterschiedliche Fluoreszenzfarben zeigen, manche Proben können sogar überhaupt nicht fluoreszieren. Das liegt daran, dass Fluoreszenz normalerweise keine grundsätzliche Eigenschaft eines Minerals ist, sondern nur durch meist geringfügige Verunreinigungen hervorgerufen wird. Nur beim Mineral Scheelit ist die intensive Fluoreszenz ein brauchbares Bestimmungsmerkmal. Manche Mineralien mit Gehalten an Seltenerd-Elementen, wie etwa Monazit oder manche Zirkone, leuchten im ungefilterten UV-Licht charakteristisch gelbgrün.

Es gibt zwei verschiedene Sorten von UV-Licht: Langwelliges UV-Licht wird auch Schwarzlicht genannt, es kommt zum Beispiel in Diskotheken zum Einsatz und ist bei normalem Gebrauch unschädlich. Zur Erzeugung dieses Lichts gibt es spezielle Glühbirnen und Leuchtstoffröhren, die in ganz normale Fassungen eingesetzt werden können. Kurzwelliges UV-Licht ist sehr viel energiereicher, zu seiner Erzeugung braucht man ganz spezielle (und nicht ganz billige) Lampen mit speziellen Filtern. Unter kurzwelligem UV-Licht fluoreszieren sehr viel mehr Minerale, und dies auch meist intensiver, als unter langwelligem. Es gibt allerdings auch Minerale (zum Beispiel Rubin), die unter langwelligem UV besser oder sogar ausschließlich fluoreszieren.

Vorsicht beim Umgang mit UV-Licht: UV-Licht (speziell kurzwelliges) kann die Augen schädigen. Daher immer eine Schutzbrille tragen! Sie ist für wenige Euro beim Lieferanten der UV-Lampe erhältlich.

Die Entstehung und das Vorkommen von Mineralien

Mineralien wachsen in Zeiträumen von vielen Tausenden bis zu Hunderttausenden von Jahren.

Die Bildung von Mineralien wird in drei verschiedene Entstehungsabfolgen unterteilt:

Die *magmatische Abfolge* umfasst Mineralien und Gesteine, die aus einer heißen Schmelze entweder im Erdinneren (Tiefengesteine) oder an der Erdoberfläche (Vulkanite) entstehen.

Tiefengesteine zeichnen sich dadurch aus, dass sie relativ grobkörnig sind, das heißt, auch die einzelnen Körner der Grundmasse können mit dem Auge erkannt werden. Vulkanische Gesteine sind sehr feinkörnig, die einzelnen Körner der Grundmasse kön-

nen mit dem bloßen Auge und auch mit der Lupe nicht erkannt werden.

In der *sedimentären Abfolge* entstehen Mineralien meistens durch Verwitterung von Mineralien oder Gesteinen, die durch Wasser oder Wind transportiert und später wieder abgesetzt werden.

Sedimentgesteine sind meist deutlich geschichtet, Einzelkristalle der Gesteinsbestandteile sind nicht erkennbar. Häufig enthalten Sedimentgesteine im Gegensatz zu allen anderen Gesteinen Fossilien.

Bei der *metamorphen Abfolge* entstehen die Mineralien und Gesteine durch sich ändernde Druck- und Temperaturverhältnisse in einer gewissen Tiefe unterhalb der Erdoberfläche.

Metamorphe Gesteine sind oft deutlich geschichtet und gefaltet, die Einzelkristalle der Gesteinsbestandteile sind meist gut erkennbar.

Magmatische Bildungen

Intramagmatische Lagerstätten

Intramagmatische Lagerstätten sind Anreicherungen von Mineralien innerhalb von Tiefengesteinskörpern.

Aus solchen Lagerstätten werden besonders die Metalle Chrom, Platin und Nickel gewonnen.

Ein besonderer Typ des Auftretens von Mineralien in magmatischen Gesteinen stellen die Kimberlit-Pipes dar. Es handelt sich um riesige vulkanische Explosionsschlote, die mit einem speziellen Gestein, dem Kimberlit, gefüllt sind. Dieser Kimberlit enthält eingewachsene Diamantkristalle, die das glutflüssige Magma aus der Tiefe, dort, wo hohe Drücke und Temperaturen das Wachstum solcher Kristalle begünstigen, heraufgebracht hat.

Pegmatite

Pegmatite sind sehr grobkörnige Gesteine, die Spalten eines älteren Gesteinskörpers ausgefüllt haben. Sie bestehen hauptsächlich aus Feldspat, Quarz und Glimmer. Feldspat wird als Rohstoff für die Porzel-



Die Oxidationszone ist charakterisiert durch das Vorherrschen des Eisenminerals Limonit. Sie heißt deshalb auch Eiserner Hut.

lanindustrie gewonnen, Glimmer dient als Isoliermaterial und neuerdings zur Herstellung von Autolacken.

Zusätzlich enthalten Pegmatite oft eine ganze Reihe von Mineralien, oft auch Edelstein-Mineralien, die in großen Kristallen im Gestein eingewachsen sind, so z. B. Beryll, Topas, Turmalin und viele andere. Diese Kristalle sind allerdings fast immer trüb und undurchsichtig und zur Verwendung als Edelsteine zu Schmuckzwecken nicht zu gebrauchen.

In Drusen und Hohlräumen innerhalb der Pegmatite finden sich als jüngere Bildungen aber auch schöne aufgewachsene Kristalle, die oft Schleifqualität besitzen. Besonders aus Pegmatiten gewonnen werden die Edelsteine Topas, Turmalin, Aquamarin und Morganit. Für diese Edelsteine sind Pegmatite die Hauptlieferanten.

Pneumatolytische Lagerstätten

Pneumatolytische Lagerstätten sind in der Tiefe unserer Erde aus heißen Gasen entstanden. Mineralien, die in solchen Bildungen auftreten können, sind z. B. Zinnstein,

Fluorit, Topas und Turmalin. Aus pneumatolytischen Lagerstätten wird besonders Zinn, seltener auch Wolfram gewonnen. Eine Ausnahme bildet der berühmte Topas vom Schneckenstein im Vogtland, der in einer pneumatolytisch veränderten Turmalinschieferbrekzie auftritt und mehrere Jahrhunderte lang zu Schleifzwecken abgebaut wurde.

Hydrothermale Gänge

Mit „Gang“ bezeichnet man die Ausfüllung einer Spalte im Gestein mit Mineralien, die jünger als das Gestein sind. Gänge enthalten häufig offene Hohlräume, in denen Kristalle frei wachsen können, darunter auch Edelsteinminerale, wie z. B. Amethyst. Hydrothermale Gänge enthalten wichtige Erzminerale, aus denen man Metalle gewinnt, wie z. B. Kupfer, Zink, Blei, Silber oder Gold.

Einen Spezialfall stellen die alpinen Klüfte dar: Diese Risse und Spalten im Gestein enthalten wunderschöne und zum Teil sehr große Exemplare von Bergkristall, Rauchquarz, Citrin, Hämatit oder Feldspat.

Vulkanische Bildungen

Beim Abkühlungs- und Verfestigungsprozess glutflüssiger Lava sondern sich die in der Schmelze enthaltenen Gase ab. Ein Teil tritt an der Oberfläche des Lavastroms aus, ein Teil bleibt aber auch in Form von „Gasblasen“ im schnell fest werdenden Gestein stecken und bildet auf diese Weise mehr oder weniger runde Hohlräume, die viele Zentimeter, selten auch Meter groß sein können. Diese Hohlräume können im Laufe des Abkühlungsprozesses des bereits festen Gesteins durch eindringende heiße Lösungen mit Mineralbildungen gefüllt werden. Riesige Vorkommen solcher Mineralbildungen in Brasilien und Uruguay liefern große Mengen von Amethyst und Achat. Viele Zeolithminerale, wie Phillipsit, Chabasit oder Stilbit haben in diesen Hohlräumen vulkanischer Gesteine ebenfalls ihre Hauptvorkommen.

Sedimentäre Bildungen

Auf Klüften von Verwitterungsbildungen silikatischer Gesteine kann sich bei Vorhandensein bereits geringer Kupfergehalte das als Schmuckstein sehr beliebte Kupferphosphat Türkis bilden. Bei der Verwitterung kieselsäurereicher Gesteine können sich, besonders in Wüstengebieten, im Bereich des Grundwasserspiegels Ablagerungen der Kieselsäure in Form des Edelsteins Opal bilden.

Oxidations- und Zementationszone

Wo eine Ganglagerstätte bis an die Erdoberfläche reicht, ist diese in Aussehen und Mineralgehalt stark verändert. Der Gang enthält keine sulfidischen Erze mehr, das häufigste Mineral ist das Eisenhydroxid Limonit, mit ihm verwachsen oder in seinen Höhlungen aufgewachsen, findet man Oxidationsminerale, wie z. B. Malachit, Azurit, Wulfenit, Vanadinit, Zinkspat und viele andere. Einige der Mineralien, die in der Oxidationszone insbesondere von Kupfer-Lagerstätten vorkommen, werden zu Schmuckzwecken verschliffen. Neben dem am weitesten verbreiteten Malachit sind es auch Chrysokoll, Azurit und Türkis.

Seifen

Dass man aus dem Sand von Bächen und Flüssen manchmal Gold herauswaschen kann, ist bekannt. Weniger bekannt ist, dass dort auch andere Mineralien zu finden sind. Es sind hauptsächlich Mineralien, die sich durch ihr hohes spezifisches Gewicht und durch ihre chemische Widerstandsfähigkeit auszeichnen, wie z. B., Platin, Granat, Ilmenit, Rutil, Monazit sowie zahlreiche Edelsteinminerale, wie z. B. Diamant, Rubin, Saphir, Chrysoberyll, Topas, Spinell und viele andere.

Solche Lagerstätten – sie werden Seifenlagerstätten genannt – entstehen, wenn Mineralien bei der Verwitterung von Gesteinen oder Lagerstätten freigelegt, mit dem Wasser weitertransportiert, dabei angereichert und wieder abgelagert werden.

Metamorphe Bildungen

Typische Mineralien, die in metamorphen Gesteinen und hier insbesondere in Marmoren vorkommen, sind der Rubin und der Spinell, seltener auch der Saphir. In Gneisen oder Glimmerschiefern finden sich manchmal Lagerstätten mit schönen Kristallen von Smaragd. Die einzige, zeitweise zur Edelsteingewinnung abgebaute europäische Smaragd-Lagerstätte an der Leckbachscharte im Habachtal in den österreichischen Alpen gehört zu diesem Typ. Auch Granatkristalle aus Glimmerschiefern (meist Almandine) wurden lange Zeit zur Gewinnung von Steinen für den mitteleuropäischen Granatschmuck gewonnen. Jadeit und Nephrit bilden sich ebenfalls durch Umwandlung von basischen Gesteinen, meist im Bereich großer Serpentinittkörper.

Die Einteilung der Gesteine

Nach ihrer Bildungsweise kann man die meisten Gesteine in drei verschiedene Gruppen einteilen:

Magmatische Gesteine (Magmatite)

Die Gruppe der Magmatite enthält die Tiefengesteine und die vulkanischen Gesteine, die alle durch eine mehr oder weniger schnelle Erstarrung einer Gesteinsschmelze entstanden sind.

Da bei der Erstarrung in der Tiefe das Kristallwachstum langsam vor sich geht, weil der Magmenkörper, geschützt durch die umgebenden Gesteine, nur langsam abkühlen kann, entstehen relativ große Kristallite: Als Ergebnis sind die meisten Tiefengesteine recht grobkörnig, so dass man die einzelnen Bestandteile meist mit dem bloßen Auge gut erkennen kann. Manchmal wachsen Kristalle bereits lange bevor der Hauptteil der Schmelze erstarrt, solche Kristalle bezeichnet man als Einsprenglinge. Derartige Gesteine bezeichnet man als porphyrisch. Porphyrische Tiefengesteine zeichnen sich dadurch aus, dass auch die

Bestandteile der Grundmasse noch relativ grobkörnig sind. Porphyrische vulkanische Gesteine enthalten ebenfalls bis mehrere Zentimeter große Einsprenglinge. Ihre Grundmasse ist dagegen so fein, dass man mindestens eine Lupe braucht, um einzelne Bestandteile erkennen zu können. Dies ist das generelle Kennzeichen von vulkanischen Gesteinen, die immer – abgesehen von Einsprenglingen oder Xenolithen (= Fremdgesteins-Einschlüssen) – äußerst feinkörnig sind, was auf die schnelle Abkühlung der Schmelze an der Erdoberfläche zurückzuführen ist. Dies kann so weit gehen, dass überhaupt kein Kristallwachstum mehr möglich ist. Auf diese Weise entstehen die sogenannten vulkanischen Gläser, zum Beispiel der Obsidian.

Bei den Pyroklastiten (vulkanischen Tuffen) handelt es sich um Gesteine, die bei Vulkanausbrüchen entstanden sind. Vom Vulkan ausgestoßenes Material lagert sich wie ein Sedimentgestein am Boden ab. Sie zeigen die typische Schichtstruktur von Ablagerungsgesteinen, bestehen aber ganz oder nahezu ganz aus vulkanischem Material. Sie bilden sozusagen einen Übergang zwischen diesen beiden Gesteinsgruppen.

Ablagerungsgesteine (Sedimente)

Die Sedimente oder Ablagerungsgesteine entstehen durch die vorherige Zerstörung bereits vorhandener Gesteine, deren Auflösung in ihre Einzelbestandteile und die spätere Wiederablagerung der Einzelteilen nach einem mehr oder weniger langen Transport. Dabei entstehen, je nach Mineralgehalt, Sandsteine mit den verschiedensten Bindungsmitteln, Tone, Mergel oder Konglomerate und Brekzien. Eine Ausnahme bilden die meisten Kalksteine, die aus biogenem (durch Lebewesen erzeugten) Kalk bestehen. Sie sind meist aus Gehäusen bzw. Skelettteilen Kalkschalen bzw. Kalkskelette bauender Lebewesen aufgebaut. Viel seltener ist die direkte anorganische Ausfällung von Calciumcarbonat aus dem Wasser, wie dies zum Beispiel an

heißen Quellen stattfindet. Ebenfalls anorganischer Fällung aufgrund der Verdunstung des Meerwassers verdanken Salz- und Gipsgesteine ihre Entstehung. Durch Umwandlung organischer Substanz (nämlich von Holz und Pflanzenteilen zu mehr oder weniger reinem Kohlenstoff) entstehen die verschiedenen Kohlen, die damit ein Zwischenglied zwischen den Sediment- und den Umwandlungsgesteinen darstellen, in diesem Buch aber noch zu den Sedimenten gezählt werden.

Umwandlungsgesteine (Metamorphite)

Wird der Druck auf ein Gestein durch Überlagerung langsam erhöht, verfestigen sich die ursprünglich lockeren Sedimente zu festen Gesteinen, Tonschlamm zum Beispiel unter Austreibung des Wassers zu Tonschiefer. Diesen Vorgang nennt man Diagenese. Auch dabei finden schon erste chemische Veränderungen statt. So können sich zum Beispiel feinverteilte Gehalte an Silizium oder Eisen in Kalksteinen um bestimmte Keime (meist organischer Art) konzentrieren, es entstehen Feuersteine oder Pyrit-Konkretionen. Steigen Druck und Temperatur weiter, so sind viele der ursprünglichen Minerale nicht mehr stabil, die Mineralgesellschaften wandeln sich in solche um, die den veränderten Bedingungen besser entsprechen. Solche, durch Druck- und Temperatureinwirkung umgewandelten Gesteine nennt man Umwandlungsgesteine, Metamorphite oder metamorphe Gesteine. So werden zum Beispiel Tongesteine bei steigender Temperatur und steigendem Druck erst zu Phylliten, dann zu Glimmerschiefern und zuletzt zu Gneisen. Welches Gestein entsteht, hängt immer zuallererst davon ab, welches Ausgangsgestein betroffen ist. Dies müssen nicht nur Sedimente sein, auch vulkanische Gesteine oder Tiefengesteine können der Metamorphose unterworfen sein. Bei Gneisen unterscheidet man zum Beispiel Orthogneise, die durch die Umwandlung eines magmatischen Gesteins, zum Beispiel ei-

nes Granits, entstanden sind, von Paragneisen, deren Ausgangsgestein ein Sediment war.

Je nach geologischer Situation und dem Verhältnis von Druck- und Temperaturänderung unterscheidet man verschiedene Typen der Metamorphose:

Bei der **Regionalmetamorphose** werden große Gesteinspakete („ganze Regionen“), etwa im Rahmen der Gebirgsbildung, über lange Zeit in große Tiefen verfrachtet. Die Gesteine sind einer gleichmäßigen Steigerung von Druck und Temperatur ausgesetzt. Typische Gesteine der Regionalmetamorphose sind z. B. Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Amphibolite oder Gneise.

Typisch für besonders hochgradige Regionalmetamorphose sind Eklogite und Granulite, die in Ausnahmefällen sogar Diamanten enthalten können. Steigt die Temperatur besonders hoch, so können die Gesteine teilweise oder sogar ganz aufschmelzen. Diesen Vorgang nennt man Anatexis. Als Endprodukte entstehen Schmelzen, aus denen wieder magmatische Gesteine entstehen können. Der Kreislauf der Gesteine ist dann geschlossen. Gesteine, bei denen die helleren Gesteinsbestandteile bereits geschmolzen waren, während die dunkleren Anteile noch metamorphe Strukturen zeigen, bezeichnet man als Migmatite oder Anatektite.

Dringt glutflüssiges Magma in andere, bereits feste Gesteinspartien (Sedimente, aber auch alle anderen Gesteinstypen) ein, dann werden diese durch die Temperatureinwirkung umgewandelt, während sich der Umgebungsdruck nicht ändert. Diese Metamorphose beruht also rein auf der Temperatureinwirkung, sie wird deshalb Thermometamorphose oder **Kontaktmetamorphose** genannt. Typische Gesteine der Kontaktmetamorphose sind Hornfelse oder Knoten- und Garbenschiefer, zum Beispiel der Chistolithschiefer.

Werden Gesteinspakete dort, wo sich einzelne Platten unserer Erdkruste übereinanderschieben, wobei eine der beiden in die

Tiefe gedrückt wird (= Subduktion), sehr schnell in die Tiefe transportiert, sind sie dort sofort dem hohen Druck ausgesetzt, während es wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit sehr lange dauert, bis die Temperatur ansteigt. Werden solche Gesteine relativ schnell (z. B. durch Hebungen bei der Gebirgsbildung) wieder an die Erdoberfläche gebracht, verdanken sie ihren Mineralbestand allein dem hohen Druck. Diesen Typ der Metamorphose nennt man **Versenkungsmetamorphose**, charakteristische Gesteine sind z. B. Glaukophanschiefer.

Mineralien, Gesteine und Edelsteine bestimmen

So bestimmen Sie ein Mineral

1. Prüfen Sie die Strichfarbe, damit stellen Sie fest, in welcher Abteilung des Buches Sie suchen müssen.

2. Stellen Sie die Härte fest. Damit bleiben innerhalb der Gruppe gleicher Strichfarbe nur noch wenige Mineralien übrig, um die es sich handeln könnte.

3. Prüfen Sie die weiteren im Text angegebenen Eigenschaften. Unter dem Stichwort ähnliche Mineralien erfahren Sie, mit welchen Mineralien das von Ihnen favorisierte Mineral verwechselt werden könnte und welche Merkmale Ihnen bei der Unterscheidung helfen können.

Sind Sie zum Ziel gekommen, können Sie unter den Stichworten Vorkommen und Begleitmineralien weitere interessante Informationen über Ihr Mineral erhalten. Als Begleitmineralien werden manchmal auch Mineralien genannt, die in diesem Bestimmungsbuch nicht beschrieben werden. Da helfen Ihnen dann Spezialwerke weiter, wie sie im Literaturverzeichnis auf Seite 437 verzeichnet sind.

So bestimmen Sie ein Gestein

Stellen Sie als Erstes fest, um welche Gesteinsgruppe es sich handelt. Benutzen Sie dazu die Beschreibungen auf der hinteren Klappe.

Wissen Sie, in welche Gruppe das Gestein gehört, versuchen Sie, die Hauptgemengteile zu bestimmen. Bei der Unterscheidung von Kalkstein und anderen ähnlich aussehenden Gesteinen leistet verdünnte Salzsäure oft gute Dienste.

Haben Sie die Hauptgemengteile identifiziert, können Sie das Gestein bereits einer der abgebildeten Gesteinsarten zuordnen. Auffallende Nebengemengteile lassen manchmal noch eine genauere Bestimmung zu (z. B. Hornblende-Granit oder Granat-Peridotit).

So bestimmen Sie einen Edelstein

Die Bestimmung von Edelsteinen ist nicht ganz einfach, da sich verschiedene Bestimmungsmethoden für Mineralien, z. B. die Härteprüfung oder die Prüfung von Bruch und Spaltbarkeit von selbst verbieten. Der wertvolle Stein darf ja nicht beschädigt werden. Allerdings gibt es sehr viel weniger Edelsteine als Mineralien und daher sehr viel weniger Verwechslungsmöglichkeiten. Man geht daher beim Bestimmen am besten folgendermaßen vor:

Haben Sie einen Edelstein vor sich, stellen Sie sofort fest, welche Farbe er hat und ob er durchsichtig oder undurchsichtig ist. Suchen Sie sich nun im Bestimmungsteil einen beliebigen Edelstein mit diesen Eigenschaften aus. Unter dem Stichwort Unterscheidungsmöglichkeiten erfahren Sie,

Der Landschaftsachat ist mit seiner charakteristischen Zeichnung unverwechselbar.



welche Edelsteine die gleichen Eigenschaften haben, und wie Sie sie unterscheiden können. So erfahren Sie auf kürzestem Weg, welchen Edelstein Sie besitzen.

Was sind Meteoriten?

Meteoriten sind Gesteinsbruchstücke, die vom Beginn der Entstehung unseres Sonnensystems stammen. Sie sind entweder, wie die Eisenmeteoriten, Überreste eines in den Anfängen der Bildung unseres Planetensystems entstandenen und gleich wieder zerstörten Planeten, oder, wie die Chondrite, Materie aus der solaren Wolke, die nie Teil eines Planeten war. Sie haben sich 4,5 Milliarden Jahre lang auf ihrem Weg durchs Weltall um die Sonne bewegt und sind dann auf unsere Erde gestürzt.

Die bekannten Sternschnuppen sind winzige Staubkörner, die beim Eintritt in unsere Atmosphäre kurz aufleuchten und dann sofort verglüht sind. Größere Teile, die trotz der starken Erhitzung in der Atmosphäre nicht völlig verglühen, sondern als Meteoriten unseren Erdboden erreichen und dann gefunden werden können, sind viel seltener.

Ganz grob teilt man die Meteoriten in drei Gruppen ein:

1. **Eisenmeteoriten**, die fast ganz aus Nickel-Eisen bestehen,
2. **Steineisenmeteoriten**, die aus Nickeleisen bestehen, in dem Silikat-Kristalle oder Kristallbruchstücke schwimmen und
3. **Steinmeteoriten**, die hauptsächlich aus Silikatmineralien bestehen, obwohl sie immer noch durchaus beträchtliche Metallgehalte aufweisen können.

Daneben gibt es noch eine ganz geringe Anzahl von Meteoriten, die von anderen Planeten oder Monden abstammen, die Lunitaite von unserem irdischen Mond, die Shergottite, Nakhilite und Chassignite vom Mars, die Howardite, Eukrite und Diogenite vom großen Asteroiden Vesta. Sie alle wur-

den bei großen Meteoriteneinschlägen auf ihren Mutterkörpern (Mond oder Mars) ins All hinausgeschleudert und haben sich auf ihrer Bahn um die Sonne bewegt, bis sie nach Millionen oder Milliarden Jahren im Weltall auf unsere Erde stürzten.

Wie erkenne ich Meteoriten

Einen gefundenen Meteoriten mit Sicherheit als solchen identifizieren können nur Spezialisten.

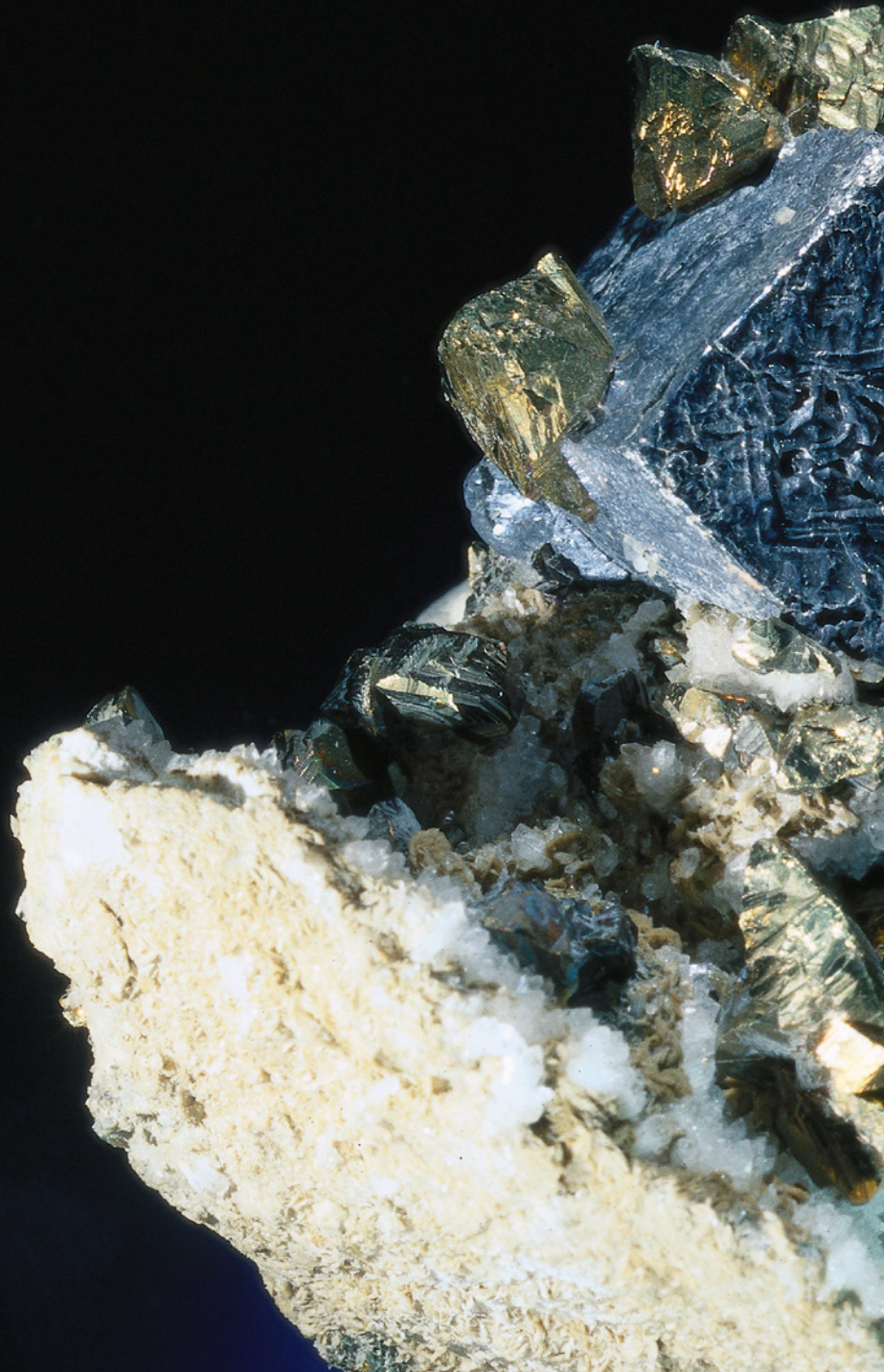
Es gibt allerdings einige Indizien, die es auch für den Laien wahrscheinlich machen können. Vergleichen Sie Ihren Fund mit der nachfolgenden Check-Liste.

Check-Liste Meteoriten

1. *Der Fund unterscheidet sich deutlich von allen anderen in seiner Umgebung herumliegenden Steinen.*
2. *Das Stück ist dunkel bis schwarz, seine Oberfläche erscheint relativ glatt, etwa wie geschmolzen.*
3. *Das Stück ist erkennbar schwerer als die meisten anderen Steine.*
4. *Das Stück weist keine Blasen Hohlräume auf.*
5. *Das Stück ist magnetisch, das heißt, es wird vom Magneten angezogen.*

Trifft ein größerer Teil der Aussagen auf Ihren Fund zu, besteht die, wenn auch immer noch geringe Möglichkeit, dass es sich um einen Meteoriten handelt. Dann sollten Sie das Stück einem Fachmann in einem Museum oder einem Mineralogischen Institut zur Bestimmung vorlegen.

Wird ein Meteorit von der International Meteoritical Society als solcher anerkannt, so erhält er einen Namen. In der Regel ist das der Name der dem Auffindungspunkt nächstgelegenen geografischen Einheit. So wurde der 2002 über Bayern niedergegangene Meteorit Neuschwanstein genannt, weil er ganz in der Nähe des bayerischen Königsschlosses Neuschwanstein gefunden wurde.



Die Mineralien und Edelsteine



1 Chalkoalunit

Chem. FormelCuAl₄(SO₄)(OH)₁₂ · 3 H₂O**Härte** 2½, **Dichte** 2,29**Farbe** Hellblau**Strichfarbe** Blauweiß**Glanz** Glasglanz bis matt**Spaltbarkeit** Vollkommen**Bruch** Blättrig**Tenazität** Spröde bis milde**Kristallform** Monoklin**Ausbildung** Kugelige Aggregate, blättrige Kristallaggregate krustig, derb.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von sulfidischen Kupfer-Lagerstätten, besonders dort, wo aluminiumreiche Nebengesteine auftreten.**Begleitminerale** Chalkopyrit, Bornit, Chalkosin, Malachit, Cuprit, Brochantit, Azurit.**Ähnliche Minerale** Azurit ist dunkler blau; Gibbsit ist härter; Chalkanthit ist im Gegensatz zu Chalkoalunit wasserlöslich.2 Chalkanthit *Kupfervitriol***Chem. Formel** CuSO₄ · 5 H₂O**Härte** 2½, **Dichte** 2,2–2,3**Farbe** Blau**Strichfarbe** Blau**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Kaum erkennbar**Bruch** Muschelrig**Tenazität** Spröde**Kristallform** Triklin**Ausbildung** Selten prismatische bis linsenförmige Kristalle, stalaktitische Aggregate, krustig, derb.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von sulfidischen Kupfer-Lagerstätten, oft entstanden aus den an sich recht geringen Kupfergehalten in Pyrit-Lagerstätten, die Bildung ist abhängig von den Niederschlägen.**Begleitminerale** Kupferkies, Malachit, Brochantit.**Besonderheit** Chalkanthit ist wasserlöslich.**Ähnliche Minerale** Azurit ist dunkler blau und im Gegensatz zu Chalkanthit nicht wasserlöslich.3 Lirokonit *Linsenerz***Chem. Formel**Cu₂Al(AsO₄)(OH)₄ · 4 H₂O**Härte** 2–2½, **Dichte** 2,95**Farbe** Blau bis blaugrün**Strichfarbe** Blau bis blaugrün**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Schlecht**Bruch** Muschelrig**Tenazität** Spröde**Kristallform** Monoklin**Ausbildung** Kristalle tafelig, prismatisch, linsenförmig, krustig, erdig, derbe Überzüge.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten, deren Erze einen gewissen Arsen-Gehalt aufweisen, zum Beispiel aus Primärerzen wie Fahlerz oder Arsenkies.**Begleitminerale** Klinoklas, Azurit, Malachit.**Ähnliche Minerale** Azurit und Malachit haben eine andere Farbe und brausen mit Salzsäure; Klinoklas hat eine charakteristische linsenförmige Kristallform und ist viel dunkler blau.

4 Linarit

**Chem. Formel** PbCu[(OH)₂SO₄]**Härte** 2½, **Dichte** 5,3–5,5**Farbe** Blau**Strichfarbe** Hellblau**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Gut sichtbar, aber nur bei größeren Kristallen erkennbar**Bruch** muschelrig**Tenazität** Spröde**Kristallform** Monoklin**Ausbildung** Prismatisch bis seltener tafelig, oft flächenreich, krustig, erdig.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone.**Begleitminerale** Bleiglanz, Kupferkies, Brochantit, Malachit, Cerussit.**Besonderheit** Wird beim Betupfen mit HCl hellblau bis weiß.**Ähnliche Minerale** Azurit braust beim Betupfen mit HCl und wird nicht heller, Caledonit ist heller blau und zeigt eine andere Kristallform.**Fundorte**

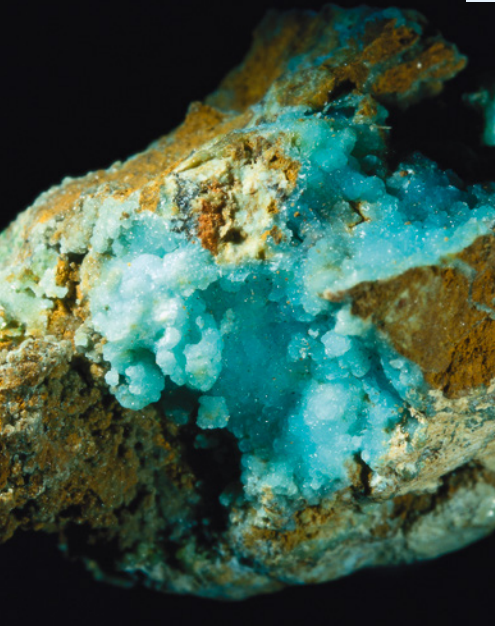
1 Grandview Mine, Arizona, USA

3 Wheal Gorland, Cornwall, Großbritannien

2 Arkansas, USA

4 Leadhills, Schottland, Großbritannien

1 2



3 4



1 Caledonit

**Chem. Formel** $\text{Cu}_2\text{Pb}_5(\text{SO}_4)_3\text{CO}_3(\text{OH})_6$ **Härte** 2½–3, **Dichte** 5,6**Farbe** Blau, blaugrün**Strichfarbe** Weißlich blau**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Vollkommen**Bruch** Uneben**Tenazität** Spröde**Kristallform** Orthorhombisch**Ausbildung** Prismatisch, nadelig, faserig, Kristalle meist aufgewachsen, krustig.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von Blei-Lagerstätten, wenn zusätzlich zu den Blei-Erzen auch Kupfer-Erze vorhanden sind.**Begleitminerale** Leadhillit, Anglesit.**Ähnliche Mineralien** Linarit hat eine andere Kristallform und wird beim Betupfen mit Salzsäure weiß; Azurit hat ein deutlich anderes Blau, eine andere Kristallform und braust beim Betupfen mit Salzsäure.

2 Cumengeit

Chem. Formel $\text{Pb}_{21}\text{Cu}_{20}\text{Cl}_6(\text{OH})_{40} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ **Härte** 2½, **Dichte** 4,67**Farbe** Blau**Strichfarbe** Blau**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Gut**Bruch** Blättrig bis muschelig**Tenazität** Spröde bis milde**Kristallform** Tetragonal**Ausbildung** Oktaeder-ähnliche Kristalle, auf- und eingewachsene Einzelkristalle, kugelige Kristallaggregate, Krusten.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten und in antiken Schlacken.**Begleitminerale** Laurionit, Cumengeit, Anglesit, Phosgenit.**Ähnliche Mineralien** Diaboleit und Boleit haben eine andere Kristallform; Linarit wird beim Betupfen mit Salzsäure weiß; Azurit hat eine andere Kristallform und braust beim Betupfen mit Salzsäure.

3 Boleit

**Chem. Formel** $\text{Pb}_9\text{Cu}_8\text{Ag}_3\text{Cl}_{21}(\text{OH})_{16} \cdot \text{H}_2\text{O}$ **Härte** 3–3½, **Dichte** 5,10**Farbe** Blau**Strichfarbe** Blau**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Vollkommen**Bruch** Muschelig**Tenazität** Spröde**Kristallform** Tetragonal**Ausbildung** Oktaeder- und würfelförmlich, auf- und eingewachsene Einzelkristalle, Krusten.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten und antiken Schlacken.**Begleitminerale** Laurionit, Cumengeit, Anglesit, Phosgenit.**Ähnliche Mineralien** Diaboleit und Cumengeit haben eine andere Kristallform; Linarit wird beim Betupfen mit Salzsäure weiß; Azurit hat eine andere Kristallform und braust beim Betupfen mit Salzsäure.

4 Diaboleit

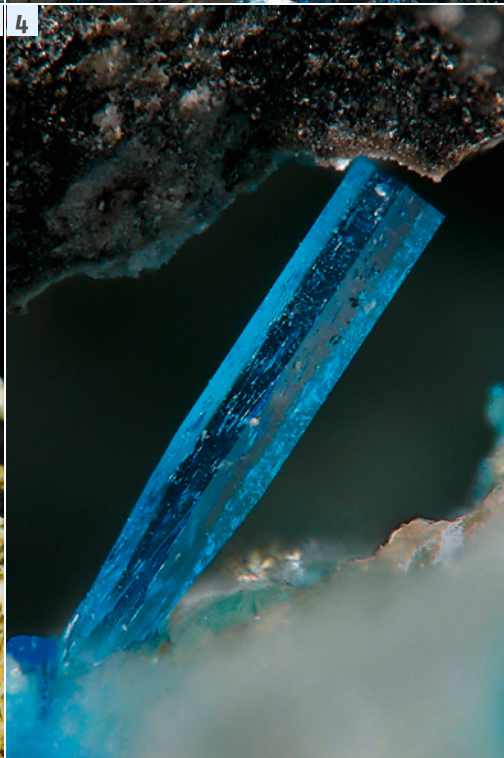
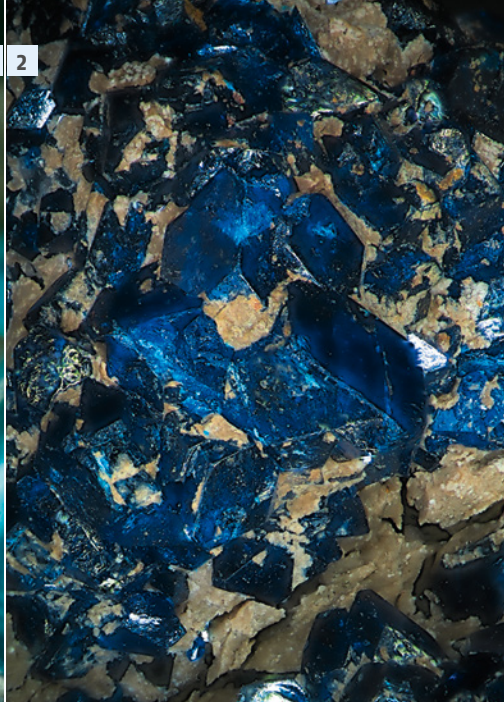
**Chem. Formel** $\text{Pb}_2\text{CuCl}_2(\text{OH})_4$ **Härte** 2½, **Dichte** 5,42**Farbe** Blau**Strichfarbe** Blau**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Vollkommen**Bruch** Blättrig bis muschelig**Tenazität** Spröde**Kristallform** Tetragonal**Ausbildung** Tafelige bis prismatische, meist aufgewachsene Einzelkristalle, Krusten.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten und antiken Schlacken.**Begleitminerale** Laurionit, Cumengeit, Anglesit, Phosgenit.**Ähnliche Mineralien** Boleit und Cumengeit haben eine andere Kristallform; Linarit wird beim Betupfen mit Salzsäure weiß; Azurit hat eine andere Kristallform und braust beim Betupfen mit Salzsäure.**Fundorte**

1 Leadhills, Schottland, Großbritannien

3 Boleo, Baja California, Mexiko

2 Boleo, Baja California, Mexiko

4 Lavrion, Griechenland



1 Likasit

Chem. Formel $\text{Cu}_3[(\text{OH})_2\text{NO}_3] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ **Härte** 2–3, **Dichte** 2,96–2,98**Farbe** Blau**Strichfarbe** Hellblau**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Vollkommen**Bruch** Blättrig bis muschelig**Tenazität** Spröde**Kristallform** Orthorhombisch**Ausbildung** Tafelige Kristalle, blättrige Aggregate, Krusten.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten.**Begleitminerale** Cuprit, Malachit, Brochantit, Buttgenbachit.**Ähnliche Minerale** Boleit und Cumengeit haben eine andere Kristallform; Linarit wird beim Betupfen mit Salzsäure weiß; Azurit hat eine andere Kristallform und braust beim Betupfen mit Salzsäure; Buttgenbachit ist immer nadelig.

2 Connellit

**Chem. Formel** $\text{Cu}_{19}\text{Cl}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{32} \cdot \text{H}_2\text{O}$ **Härte** 3, **Dichte** 3,41**Farbe** Blau**Strichfarbe** Blau**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Nicht erkennbar**Bruch** Muschelig**Tenazität** Spröde**Kristallform** Hexagonal**Ausbildung** Nadelige Kristalle, oft zu Büscheln verwachsen, radialstrahlige Aggregate.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten.**Begleitminerale** Azurit, Malachit, Olivenit, Lirokonit.**Ähnliche Minerale** Cyanotrichit lässt sich von Connellit mit einfachen Mitteln manchmal nicht unterscheiden, ist aber meist etwas heller blau; Azurit ist dunkler blau; Agardit ist etwas grünlich und hat keinen blauen Strich; Buttgenbachit ist ohne chemische Analyse nicht unterscheidbar, ist aber viel seltener.

3 Langit

**Chem. Formel** $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ **Härte** 3–4, **Dichte** 3,48–3,5**Farbe** Blau mit leichtem Stich ins Grüne**Strichfarbe** Bläulich**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Schlecht**Bruch** Muschelig**Tenazität** Spröde**Kristallform** Orthorhombisch**Ausbildung** Prismatisch bis tafelig, Skelettbildung, aufgewachsene Kristalle, Krusten.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten, meist als sehr junge Bildung, oft auch erst auf den Halden oder auf Stollenwänden entstanden.**Begleitminerale** Brochantit, Malachit, Azurit, Tirolit, Parnaut, Antlerit.**Ähnliche Minerale** Azurit braust beim Betupfen mit Salzsäure und ist dunkler blau; Linarit ist dunkler blau und wird beim Betupfen mit Salzsäure weiß.

4 Buttgenbachit

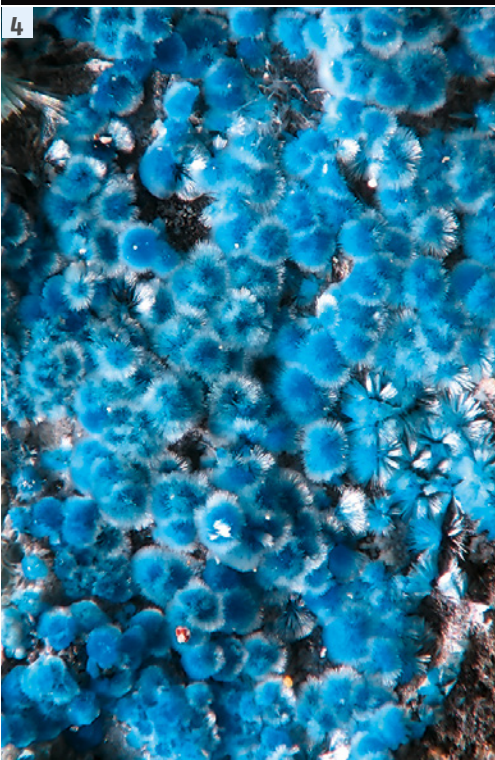
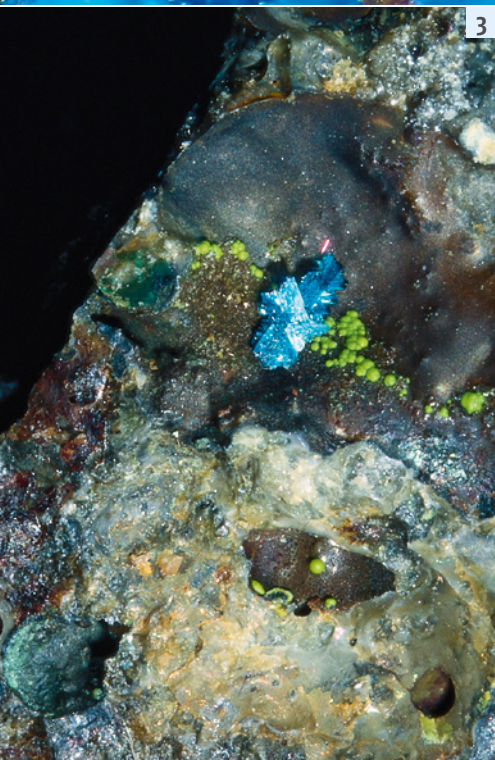
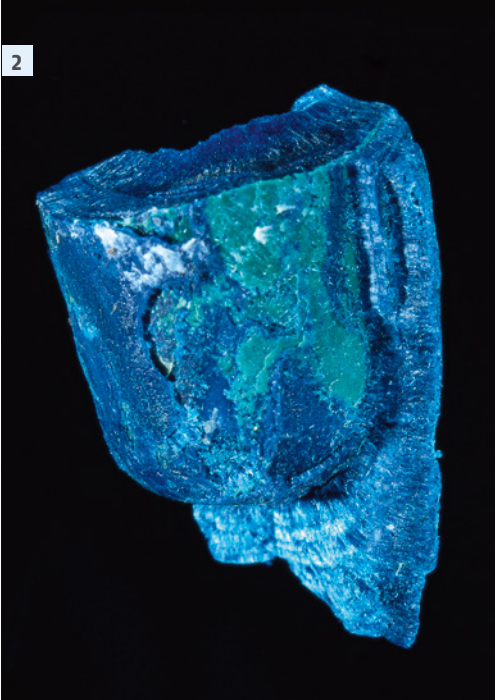
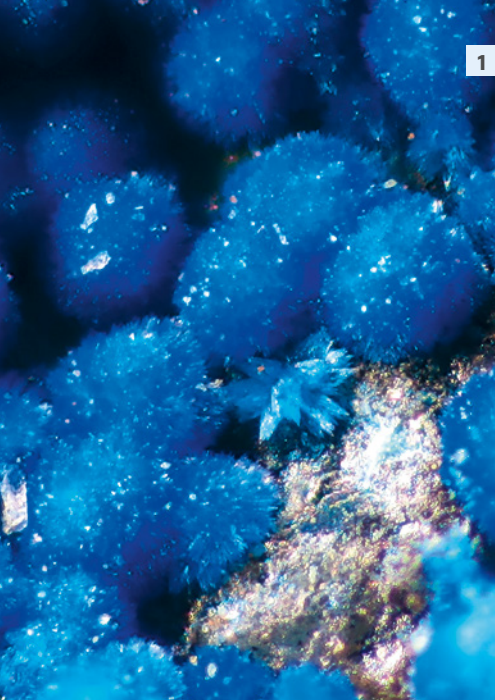
**Chem. Formel** $\text{Cu}_{19}\text{Cl}_4(\text{NO}_3)_2(\text{OH})_{32} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ **Härte** 3, **Dichte** 3,41**Farbe** Blau**Strichfarbe** Blau**Glanz** Glasglanz**Spaltbarkeit** Nicht erkennbar**Bruch** Muschelig**Tenazität** Spröde**Kristallform** Hexagonal**Ausbildung** Nadelige Kristalle, oft zu Büscheln verwachsen, radialstrahlige Aggregate.**Entstehung und Vorkommen** In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten.**Begleitminerale** Azurit, Malachit, Olivenit, Lirokonit.**Ähnliche Minerale** Cyanotrichit lässt sich von Buttgenbachit mit einfachen Mitteln manchmal nicht unterscheiden, ist aber meist etwas heller blau; Azurit ist dunkler blau; Agardit ist etwas grünlich und hat keinen blauen Strich; Connellit ist ohne chemische Analyse nicht unterscheidbar.**Fundorte**

1 Kasachstan

3 Richelsdorf, Hessen

2 St. Just, Cornwall, Großbritannien

4 Almeria, Spanien



1 Azurit *Kupferlasur*

Chem. Formel $\text{Cu}_2[\text{OH}(\text{CO}_3)_2]$
Härte 3½–4, **Dichte** 3,7–3,9
Farbe Tiefblau, derb etwas heller
Strichfarbe Blau
Glanz Glasglanz
Spaltbarkeit Vollkommen
Bruch Muschelig
Tenazität Spröde
Kristallform Monoklin

Ausbildung Säulige bis tafelige Kristalle, kugelige Gruppen und Krusten, radialstrahlige Aggregate, derb, erdig.

Entstehung und Vorkommen In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten, insbesondere solchen, die als Primärerz Fahlerz oder andere arsenhaltige Kupfererze enthalten.

Begleitminerale Malachit, Cuprit und viele andere Kupferoxidationsminerale.

Ähnliche Mineralien Klare Unterscheidung von anderen Mineralien durch die dunkelblaue Farbe, das Brausen beim Betupfen mit Salzsäure und das Vorkommen als Verwitterungsbildung von Kupfererzen.

2 Keyit

Chemische Formel
 $\text{Cu}_3(\text{Zn}, \text{Cu})_4(\text{AsO}_4)_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
Härte 4, **Dichte** 5,10
Farbe Intensiv himmelblau
Strichfarbe Blassblau
Glanz Glasglanz
Spaltbarkeit Gut
Bruch Uneben
Tenazität Spröde
Kristallform Monoklin

Ausbildung Prismatische bis langtafelige oder nadelige Kristalle, Kristallbüschel, radialstrahlige oder parallelnadelige Aggregate.

Entstehung und Vorkommen In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten.

Begleitminerale Malachit, Cuproadammin, Zeunerit, Olivenit.

Ähnliche Mineralien Azurit und Klinoklas haben eine andere Farbe; Azurit braust beim Betupfen mit Salzsäure; Linarit kommt in einer anderen Paragenese vor und wird beim Betupfen mit Salzsäure weiß.

3 Cornetit

Chemische Formel $\text{Cu}_3\text{PO}_4(\text{OH})_3$
Härte 4½, **Dichte** 4,1
Farbe Grünlich blau bis dunkelblau
Strichfarbe Blau
Glanz Glasglanz
Spaltbarkeit Keine
Bruch Uneben
Tenazität Spröde
Kristallform Orthorhombisch

Ausbildung Kurzprismatisch, oft gerundet; Krusten, radialstrahlige, sonnenförmige Aggregate auf Muttergestein.

Entstehung und Vorkommen In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten.

Begleitminerale Malachit, Pseudomalachit, Brochantit.

Ähnliche Mineralien Azurit und Klinoklas haben eine andere Farbe; Azurit braust beim Betupfen mit Salzsäure; Linarit kommt in einer anderen Paragenese vor und wird beim Betupfen mit Salzsäure weiß.

4 Cyanotrichit *Lettsomit, Kupfersamterz*

Chem. Formel $\text{Cu}_4\text{Al}_2[(\text{OH})_{12}/\text{SO}_4] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
Härte 3½–4, **Dichte** 3,7–3,9
Farbe Himmelblau
Strichfarbe Blau
Glanz Seidenglanz bis Glasglanz
Spaltbarkeit Keine
Bruch Uneben
Tenazität Spröde
Kristallform Orthorhombisch

Ausbildung Nadelig bis langtafelig, haarförmig, büschelig, radialstrahlig, bildet oft samtartige Überzüge (=Kupfersamterz) auf dem Muttergestein.

Entstehung und Vorkommen In der Oxidationszone von Kupfer-Lagerstätten.

Begleitminerale Brochantit, Smithsonit, Malachit, Azurit, Cuproadammin, Olivenit.

Ähnliche Mineralien Azurit ist viel dunkler; Connellit lässt sich mit einfachen Mitteln nicht unterscheiden; Agardit ist etwas grünlich und hat keinen blauen Strich.

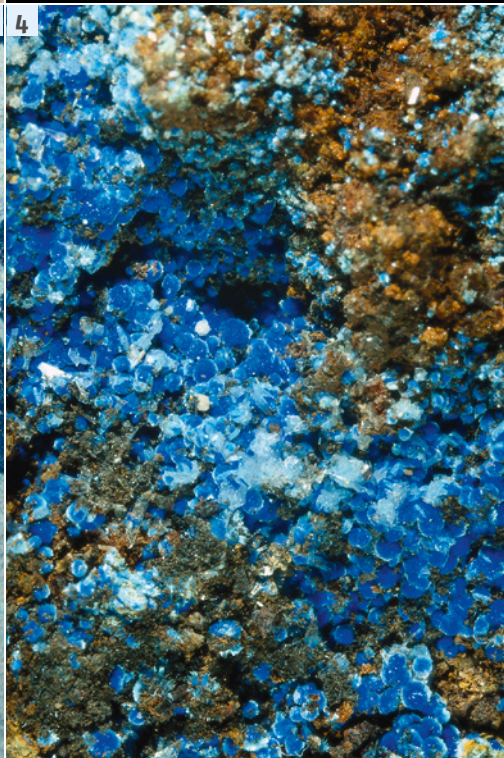
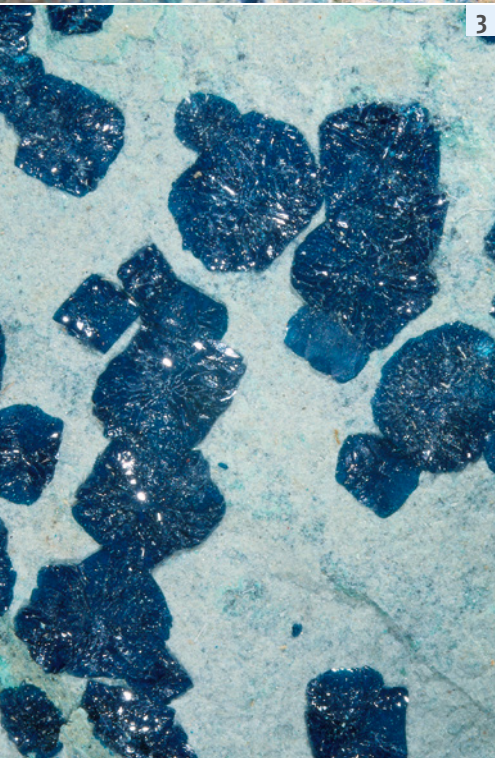
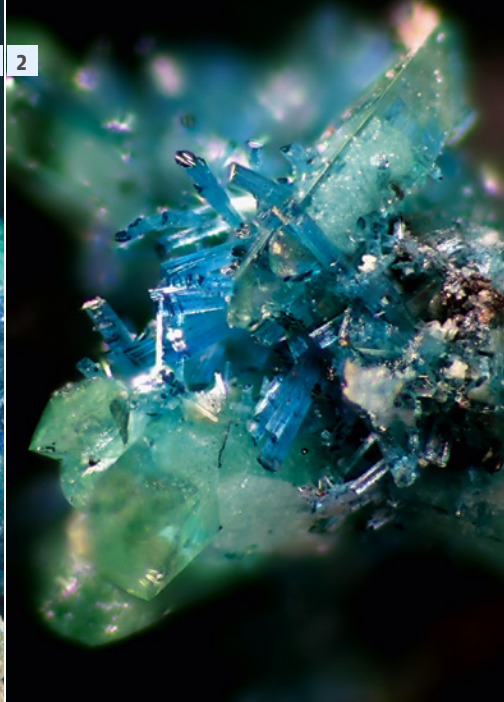
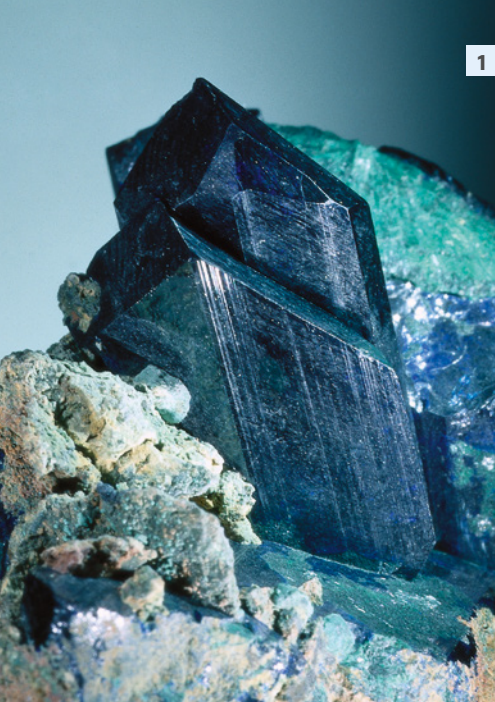
Fundorte

1 Tsumeb, Namibia

3 Mine de l'Etoile, Zaire

2 Tsumeb, Namibia

4 Lavrion, Griechenland



1 Lasurit *Lapis-Lazuli*

Chem. Formel $\text{Na}_8[\text{Si}(\text{AlSiO}_4)_6]$
Härte 5–6, **Dichte** 2,38–2,42
Farbe Blau
Strichfarbe Blau
Glanz Glasglanz, auf dem Bruch Fettglanz
Spaltbarkeit Kaum erkennbar
Bruch Muschelrig
Tenazität Spröde
Kristallform Kubisch

Ausbildung Selten eingewachsene Rhombendodekaeder, meist derbe Massen, körnig, dicht.

Entstehung und Vorkommen In natriumreichen Marmoren. Lasurit kommt nur in wenigen Lagerstätten auf unserer Erde vor, wird dort aber dann meist in großen Mengen gefunden.

Begleitminerale Diopsid, Pyrit, Kalkspat.

Ähnliche Mineralien Azurit braust beim Betupfen mit verdünnter Salzsäure. Das Vorkommen zusammen mit Pyrit ist außerordentlich typisch für Lapis-Lazuli.

2 Lapis-Lazuli

Edelstein

Farbe Blau, oft mit weißen (Kalkspat-) und goldfarbenen (Pyrit-) Einschlüssen, undurchsichtig
Glanz Glasglanz
Schliffform Cabochonschliff, Kugeln

Verwendung Cabochons als Ringsteine und für Broschen, Anhänger, Kugeln für Steinketten, daneben oft auch kunsthandwerkliche Gegenstände.

Behandlung Nicht schön blauer Lapis-Lazuli wird gern durch Einlegen in Farblösungen gefärbt. Dies lässt sich aber durch Abreiben mit Alkohol oder Aceton leicht feststellen, gefärbte Steine färben dabei den Wattebausch blau.

Unterscheidung Die praktisch immer vorhandenen Einschlüsse von Pyrit und Kalkspat sind sehr charakteristisch. Sie fehlen gefärbten anderen Steinen immer.

3 Glaukophan



Chem. Formel $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[(\text{OH})_2]_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$
Härte 6, **Dichte** 3–3,1
Farbe Dunkelblau bis graublau
Strichfarbe Graublau
Glanz Glasglanz
Spaltbarkeit Vollkommen
Bruch Muschelrig
Tenazität Spröde
Kristallform Monoklin

Ausbildung Prismatisch, tafelig, faserig, nadelig, oft strahlige Massen, körnig, dicht.

Entstehung und Vorkommen In natriumreichen, kristallinen Schiefen, typisch für Gesteine, die dort auftreten, wo Gesteinsmaterial schnell in große Tiefen transportiert wurde.

Begleitminerale Chlorit, Muskovit, Rutil, Epidot, Pumpellyit.

Ähnliche Mineralien Azurit braust beim Betupfen mit verdünnter Salzsäure und hat keine vollkommene Spaltbarkeit; Pumpellyit und Epidot sind grün.

4 Crossit



Chem. Formel $\text{Na}_3(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Fe}, \text{Al})_2[(\text{OH})_2]_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}]$
Härte 6, **Dichte** 3–3,1
Farbe Blaugrau
Strichfarbe Graublau
Glanz Glasglanz
Spaltbarkeit Vollkommen
Bruch Muschelrig
Tenazität Spröde
Kristallform Monoklin

Ausbildung Prismatisch, tafelig, faserig, nadelig, oft strahlige Massen, körnig, dicht.

Entstehung und Vorkommen In natriumreichen, kristallinen Schiefen, typisch für die Blauschieferfazies, Gesteine, die schnell in große Tiefen transportiert wurden.

Begleitminerale Chlorit, Muskovit, Rutil, Epidot, Pumpellyit.

Ähnliche Mineralien Azurit braust beim Betupfen mit verdünnter Salzsäure und hat keine vollkommene Spaltbarkeit; Pumpellyit und Epidot sind grün; Glaukophan ist mit einfachen Mitteln nicht zu unterscheiden.

Fundorte

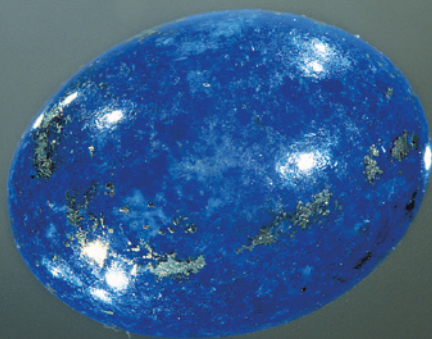
1 Sar-e-Sang, Badakshan, Afghanistan

3 Minas Gerais, Brasilien

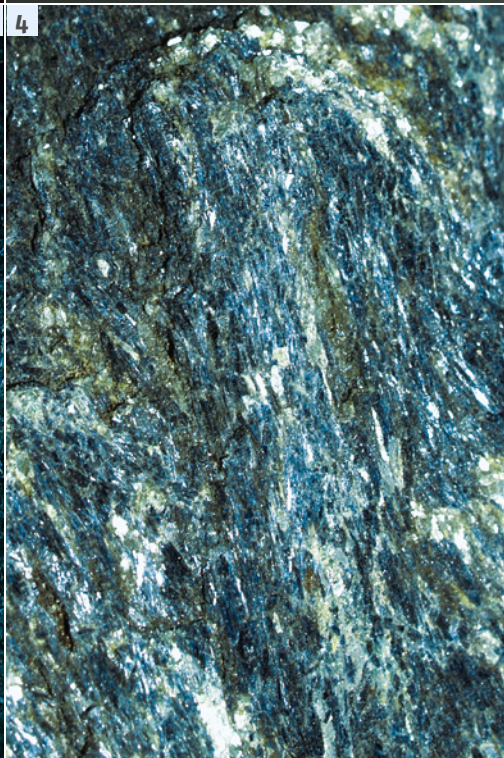
2 Sar-e-Sang, Badakshan, Afghanistan

4 Bretagne, Frankreich

1 2



3 4



1 **Kermesit** *Rotspießglanz*

Chem. Formel Sb_2S_3
Härte 1–1½, **Dichte** 4,68
Farbe Rot
Strichfarbe Bräunlich rot, rot
Glanz Glasglanz bis Diamantglanz
Spaltbarkeit Kaum erkennbar
Bruch Faserig
Tenazität Milde
Kristallform Monoklin

Ausbildung Selten prismatische, fast immer nadelige Kristalle, haarförmig, radialstrahlige Aggregate, als derber Überzug.
Entstehung und Vorkommen In der Oxidationszone von Antimon-Lagerstätten.

Begleitminerale Antimonit, Quarz, Valentinit.

Ähnliche Mineralien Bei Beachtung der Paragenese mit Antimonit, ist Kermesit aufgrund seiner roten Farbe unverwechselbar; Realgar hat einen gelben Strich und tritt normalerweise nicht so nadelig auf; Piemontit ist viel härter; Hämatit ist nie so nadelig.

2 **Hutchinsonit**

Chem. Formel $(Tl,Pb)_2(Cu,Ag)As_5S_{10}$
Härte 1½–2, **Dichte** 4,6
Farbe Kirschrot bis schwärzlich rot
Strichfarbe Rot
Glanz Diamantglanz
Spaltbarkeit Schlecht
Bruch Muschelig
Tenazität Spröde
Kristallform Orthorhombisch

Ausbildung Prismatisch bis nadelig, faserig, radialstrahlig, Überzüge.

Entstehung und Vorkommen In hydrothermalen Kupfer-Silber-Lagerstätten mit hohen Arsen-Gehalten.

Begleitminerale Auripigment, Enargit, Pyrit, Sartorit, Realgar, Quarz, Dolomit.

Ähnliche Mineralien Enargit und Realgar haben keinen roten Strich; Miargyrit, Proustit und Pyrarygyrit sind härter.

3 **Erythrin** *Kobaltblüte*

Chem. Formel $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8 H_2O$
Härte 2, **Dichte** 3,07
Farbe Rot, rosaviolett, rosa
Strichfarbe Rot
Glanz Glasglanz, auf Spaltflächen Perlmutterglanz, in Krusten auch erdig matt
Spaltbarkeit Vollkommen
Bruch Uneben
Tenazität Milde, dünne Blättchen biegsam
Kristallform Monoklin

Ausbildung Nadelige bis tafelige Kristalle, strahlige Aggregate, oft erdig, krustig, derb.

Entstehung und Vorkommen In der Oxidationszone kobaltführender Lagerstätten.

Begleitminerale Safflorit, Kobaltglanz, Skutterudit, gediegen Wismut.

Besonderheit Die rosafarbenen Überzüge von Erythrin sind immer ein deutlicher Hinweis auf kobalthaltige Erze.

Ähnliche Mineralien Die charakteristische rosaviolette bis rosa Farbe von Erythrin erlaubt keine Verwechslung; Roselith und Wendwilsonit haben eine ganz andere Kristallform.

4 **Miargyrit**

Chem. Formel $AgSbS_3$
Härte 2½, **Dichte** 5,25
Farbe Grau bis schwarz
Strichfarbe Rot
Glanz Metallglanz
Spaltbarkeit Nicht erkennbar
Bruch Muschelig
Tenazität Spröde
Kristallform Monoklin

Ausbildung Dicktafelige bis blockige Kristalle, strahlige Aggregate, derbes Erz.

Entstehung und Vorkommen In hydrothermalen Silbererz-Gängen, dort besonders in der Zementationszone.

Begleitminerale Pyrarygyrit, Argentit, Proustit, Quarz, Antimonit.

Ähnliche Mineralien Stephanit und Polybasit haben einen grauen bis schwarzen Strich; Proustit ist intensiv rot; Pyrarygyrit ist zumindest rötlich; Hutchinsonit ist deutlich weicher.

Fundorte

1 Bräunsdorf, Sachsen

3 Bou Azzer, Marokko

2 Quiruvilca, Peru

4 Baia Sprie, Rumänien