

Patrick de Wever

Gesteine und Minerale

Verwendete Kürzel

P Primär

S Sekundär

T Tertiär

Sollte diese Publikation Links auf Webseiten Dritter enthalten, so übernehmen wir für deren Inhalte keine Haftung, da wir uns diese nicht zu eigen machen, sondern lediglich auf deren Stand zum Zeitpunkt der Erstveröffentlichung verweisen.

© Lizenzausgabe mit freundlicher Genehmigung

Titel der französischen Originalausgabe:

Le petit guide des roches et minéraux

© 2021, Éditions First, an imprint of Édi8, Paris



Penguin Random House Verlagsgruppe FSC® N001967

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© dieser Ausgabe 2022 by Anaconda Verlag, einem Unternehmen der Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH, Neumarkter Straße 28, 81673 München
Alle Rechte vorbehalten.

Umschlaggestaltung: dyadesign, Düsseldorf, www.dya.de unter

Verwendung von Motiven aus dem Innenteil von Lise Herzog

Satz und Layout: InterMedia – Lemke e. K., Heiligenhaus

Druck und Bindung: PBTisk, a.s., Pribram

Printed in Czech Republic

ISBN 978-3-7306-1156-2

www.anacondaverlag.de

Patrick de Wever

Gesteine und Minerale

70 Steine entdecken und bestimmen

Illustrationen: Lise Herzog

Aus dem Französischen von Ilona Zuber

Anaconda

Einführung

Wozu dieser Taschenführer?

Wenn wir das Wort Steine hören, denken wir meist spontan an graue Kiesel, die wir in den Bach werfen, an kleine störende Steinchen im Schuh oder an Steine, über die wir stolpern, weil sie im Weg liegen. Doch wenn wir uns ein wenig intensiver mit Steinen beschäftigen, eröffnet sich uns eine ganz eigene Welt, wir lernen die uns umgebende Landschaft besser verstehen und erhalten Einblicke in faszinierende Geheimnisse der Erdgeschichte.

Für wen ist dieser Taschenführer gedacht?

Dieser Führer richtet sich an Spaziergänger, die neugierig auf das sind, was ihnen unterwegs begegnet. Kontemplative Zeitgenossen begnügen sich damit, das, was sie sehen, einfach nur zu genießen; der Neugierige dagegen will wissen, was ihn umgibt, um seine Umgebung zu verstehen. Also benennt er Kategorien. Auf diese Weise kann er bestimmte Dinge zusammenfassen und andere davon abgrenzen. Der nächste Schritt besteht darin, festzustellen, was häufig zusammen vorkommt und was sich gegenseitig ausschließt. Nach und nach versteht man auf diese Weise, dass die Natur keineswegs ein wildes Durcheinander ist. Ihre Pracht beginnt sich für uns zu entfalten, wenn wir vom Spaziergänger zum Beobachter werden. Wir haben hier 70 der häufigsten und leicht zu erkennenden Gesteine und Minerale zusammengestellt. Sie werden sehen, dass Geologie gar nicht so kompliziert ist. Lassen Sie sich darauf ein!

Wie ist das Buch aufgebaut?

Dieses Buch gliedert sich in vier Abschnitte. Zu jedem Gestein oder Mineral gibt es einen »Steckbrief«, in dem beschrieben ist, welche Merkmale mit bloßem Auge zu erkennen sind. Darüber hinaus gibt es zu jedem Eintrag eine Abbildung.

Die Abschnitte, die jeweils einer Gesteinsart entsprechen, sind folgende:

- **Sedimentgesteine;**
- **magmatische Gesteine;**
- **metamorphe Gesteine;**
- **die Minerale, aus denen die genannten Gesteine bestehen.**

Wie kann man Gesteine bestimmen?

Um ein Gestein richtig bestimmen zu können, sollte man sich am besten eine frische Bruchstelle ansehen, denn Flächen, die den Einflüssen der Natur ausgesetzt sind, sind zumeist verwittert und zerkratzt und können mit Moosen oder Flechten bedeckt sein, die die Einzelheiten verbergen oder nicht mehr klar erkennen lassen; deshalb hat ein Geologe stets einen Hammer dabei. Oft ist eine Lupe mit 10-facher Vergrößerung sehr hilfreich, um die Minerale, aus denen der Stein besteht, zu betrachten (die Lupe wird gegen das Auge gehalten und die Probe so weit herangeholt, bis das Bild scharf ist). Details sind auf nassen Oberflächen besser sichtbar: Trockene Gehsteigkanten beispielsweise sehen grau aus, doch bei Regen treten die Minerale darin hervor, weil die Farbkontraste besser zur Geltung kommen.

Kleines Vokabular

Ein **Mineral** ist eine Substanz, die durch ihre chemische Zusammensetzung und die Anordnung ihrer Atome nach einer bestimmten Periodizität und Symmetrie definiert ist. Es muss zwingend in der Natur vorkommen (künstlich hergestellte chemische Verbindungen sind keine Minerale, auch wenn sie wie solche aussehen). Einige Minerale entwickeln eigene Strukturen, andere nicht. Wenn dieselbe chemische Zusammensetzung vorliegt, aber mit zwei unterschiedlichen Kristallstrukturen, ergibt das zwei verschiedene Minerale. So bestehen beispielsweise sowohl Diamant als auch Graphit (siehe Seite 136) aus reinem Kohlenstoff. Diamant bildet Kristalle in Form sehr kompakter Würfel, die so fest miteinander verbunden sind, dass sich keine Moleküle ablösen würden, wenn man den Stein über ein Blatt Papier streicht, während Graphit eine Kristallstruktur aus dünnen Blättchen aufweist, die sich leicht abreiben und somit durchaus Spuren auf dem Papier hinterlassen würden.

Ein Mineral ist in der Regel anorganisch, aber es gibt auch organische Minerale, wie zum Beispiel Bernstein (siehe Seite 38) oder Kopal. Diese werden manchmal als Minerale bezeichnet, sind aber von der Internationalen Agentur für Mineralogie nicht als solche anerkannt. Bernstein wird allerdings von Gemmologen als Mineral anerkannt. Um das Problem zu lösen, haben einige amerikanischen Mineralogen vorgeschlagen, die Bezeichnung **Mineraloid** einzuführen.

Ein **Kristall** muss nicht unbedingt ein Mineral sein. Bei einem Kristall handelt es sich um einen Festkörper mit einer regelmäßigen Struktur und einem sich wiederholen-

den Motiv. Er weist einen geordneten Innenbau aus einer großen Zahl von Atomen, Molekülen oder Ionen auf. Ein bestimmtes Motiv wiederholt sich immer gleich in einem regelmäßigen Gitter, das man als Zelle bezeichnet (und das einige Zehntel Nanometer groß ist). Die am häufigsten vorkommenden Kristalle sind Kristalle von Schnee, Zucker, Salzen, Silikaten (zum Beispiel Sandkörner), Oxiden, Sulfiden, Metallen und Edelsteinen (Gemmen).

Ein Kristall ist kein Mineral

Kandiszucker bildet hübsche Kristalle. Es handelt sich dabei zwar um organische Kristalle, da sie aus Zuckern (Saccharose) bestehen. Weil Kandiszucker aber nicht in natürlicher Form in Gesteinen vorkommt, ist er auch kein Mineral.

Edelsteine sind Minerale, die durch ihre besondere Schönheit auffallen. Roh, poliert oder geschliffen sind sie eine wichtige Handelsware (zum Beispiel in Form von Schmuck).

Ein **Gestein** besteht aus Mineralen, die entweder gleichartig sein können, wie beispielsweise in Sandstein (Quarzkörner), oder verschieden. Granit zum Beispiel enthält drei Hauptminerale: Quarz, Feldspäte und Glimmer (siehe Seiten 70, 108, 110 und 112).

Kalkstein besteht vor allem aus Calcit, aber besitzt oft auch kleinere Ton- und Quarzanteile, ebenso wie eine geringe Menge Eisenoxid, das für die rötliche Farbe sorgt. Ein Gestein ist also so etwas wie eine »Gesellschaft« von Mineralen, die aufeinander wirken und deren Bildung von ganz bestimmten Bedingungen abhängt.

Ist Wasser ein Gestein? Und ist Eis ein Mineral?

Festes Wasser besteht aus anorganischen Eiskristallen. Eis ist ein Mineral, das im Universum sehr häufig zu finden ist und als das auf der Erdoberfläche am häufigsten vorkommende Mineral gilt. Seine Kristalle besitzen eine hexagonale symmetrische Struktur. Jedes Sauerstoffatom befindet sich in der Mitte eines Tetraeders aus jeweils vier anderen Sauerstoffatomen. Festes Wasser ist somit ein Gestein, und daher ist auch ein Eisklumpen ein Gestein.

Ein **Erz** (von lateinisch *minera*, die Mine) ist ein in der Natur vorkommendes festes Material mit einem Gehalt eines nutzbaren Minerals, der groß genug ist, um einen Abbau zu rechtfertigen. Um industriell verwertbar zu sein, müssen Erze weiterverarbeitet werden.

Mine oder Steinbruch?

Hin und wieder kommt es zu Verwechslungen zwischen den Begriffen Mine und Steinbruch. Oft wird angenommen, der Unterschied bestehe darin, dass ein Steinbruch über und eine Mine unter der Erde liege. Tatsächlich kann aber sowohl in einem Steinbruch als auch in einer Mine der Abbau ober- oder unterirdisch erfolgen: Der eigentliche Unterschied besteht in der Art des abgebauten Materials (strategisch oder wertvoll bei der Mine, von geringerem Wert beim Steinbruch). Eine Mine ist eine Lagerstätte, an der Erze (Eisen, Gold, Kupfer, Uran usw.) oder andere feste natürliche Verbindungen (Kohle, Diamant, Salz usw.) abgebaut werden. Kohleminen können zum Beispiel unter Tage liegen, wie ehemals im Ruhrgebiet, oder die Kohle kann im Tagebau gefördert werden, wie einst in Schöningen oder dem Tagebau Humboldt (Niedersachsen). Ein Steinbruch hingegen ist ein Ort, an dem Baumaterialien wie Stein, Sand oder verschiedene nicht-metallische oder energetische Minerale gewonnen werden.

Die verschiedenen Arten von Gestein

Die Welt der Steine ist schier unermesslich. Um uns darin zurechtzufinden, müssen wir Gesteine in Gruppen einordnen. Denkbar wären Klassifizierungen nach der Dichte, der Farbe oder auch der Zusammensetzung. Im Allgemeinen herrschen jedoch zwei Einteilungsprinzipien vor: nach der Zusammensetzung (Karbonatgestein, Silikatgestein usw.) oder nach der Entstehung der Gesteine. Bei letzterer Vorgehensweise unterscheidet man drei große Gruppen:

- Sedimentgesteine, die durch Ablagerungen entstehen;
- magmatische Gesteine, die aus Magma entstehen;
- metamorphe Gesteine, die aus der Umwandlung älterer Gesteine entstehen.

Sedimentgestein entsteht durch die Ablagerung von meist sehr kleinen Partikeln unter Einwirkung eines strömenden Mediums oder der Schwerkraft. Die winzigen Teilchen bilden ein lockeres Sediment aus verschiedenen Schichten, die oft gut erkennbar sind. Mit der Zeit verdichten sich die Sedimente, Flüssigkeiten gelangen hinein und führen schließlich zur Zementation; das Material verfestigt sich und wird kompakt. Es wird zu Gestein. Sedimentgesteine bestehen nur selten aus einem einzigen Element, meist sind sie eine Mischung aus Elementen unterschiedlicher Zusammensetzung und Größe, was diese Gesteinsgruppe außerordentlich vielfältig macht: Obwohl nur 5 bis 10 % der Erdkruste aus Sedimentgesteinen bestehen, machen diese Gesteine 90 % der Mineralvielfalt auf unserem Planeten aus. Beispiele für Sedimentgesteine sind Kalkstein und Sandstein.

Magmatische Gesteine entstehen entweder tief im Erdinneren, wenn Magma dort langsam erkaltet, oder an der Erdoberfläche, wenn das Magma dort austritt und sich sehr schnell abkühlt. Im ersten Fall besitzen die entstehenden magmatischen Gesteine große Kristalle; man spricht von kristallinen Gesteinen (Granit). Im zweiten Fall dagegen kommt es aufgrund des raschen Erkaltes zu einem Effekt der »Abschreckung«: Das Gestein erstarrt, bevor es größere Kristalle bilden kann; es wird zu einem Glas. Dies sind dann die vulkanischen Gesteine (Basaltlaven).

Metamorphe Gesteine sind Gesteine, die in großer Tiefe unter hohen Temperaturen und hohem Druck mehr oder weniger intensiv umgewandelt wurden. Bei dieser Transformation verändert sich auch häufig das Material dieser Gesteine. Sie enthalten oftmals große Mineralisierungen. Schiefer und Gneis gehören zu dieser Gesteinsart.

Gesteine werden abgebaut, um sie als Bausteine oder Dekorsteine zu verwenden (Kalkstein, Sandstein), oder wegen der in ihnen enthaltenen, unmittelbar nutzbaren Minerale (Kohle, Talk). Manchmal werden sie auch verarbeitet, um bestimmte chemische Elemente zu extrahieren (zum Beispiel Bauxit zur Gewinnung von Aluminium).

Die verschiedenen Arten von Mineralen

Es gibt etwa 5300 Minerale, die nach chemischen und kristallografischen Kriterien klassifiziert werden. Sie lassen sich aufgrund ihrer Zusammensetzung in zehn Hauptklassen einteilen:

1. Gediegene, d. h. in der Natur in mehr oder weniger reiner Form vorkommende Elemente wie Kohlenstoff (und Diamant), Schwefel, Gold, Silber, Kupfer, Platin;
2. Schwefel (Anion S^{2-}) mit Schwefelsalzen;
3. Halogenide: Chloride (Cl^-), Fluoride (F^-) usw.;
4. Oxide (O^{2-}) und Hydroxide (OH^-);
5. Karbonate (CO_3^{2-}) und Nitrate (NO_3^-);
6. Borate (BO_3^{3-});
7. Sulfate (SO_4^{2-}), Chromate (CrO_4^{2-}), Molybdate (MO_4^{2-}), Wolframate (WO_4^{3-});
8. Phosphate (PO_4^{3-}); Arseniate (AsO_4^{3-}); Vanadate (VO_4^{3-});
9. Silikate (SiO_4^{2-});
10. Organische Minerale, kristallisierte und in der Natur vorkommende organische Verbindungen wie Oxammit ($(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$, ein Oxalat).

In diesem Taschenführer sollen diejenigen vorgestellt werden, die in unseren Regionen am häufigsten vorkommen und am leichtesten zu erkennen sind.

Auch Minerale haben eine Evolution durchlaufen

Lange Zeit betrachtete man die Welt der Minerale als etwas der Welt des Lebens Entgegengesetztes. Dieser Gegensatz war jedoch weitgehend künstlich geschaffen: Fast zwei Drittel aller Minerale sind mit der Existenz von Leben verbunden, weshalb sie auf anderen Planeten nicht zu finden sind.

Die mineralogische Vielfalt hat mit der Entwicklung des Lebens auf unserem Planeten und parallel zu dieser Entwicklung zugenommen: Im Laufe der Erdgeschichte sind immer wieder neue Minerale entstanden. Manche Mineralogen gehen davon aus, dass zur Zeit der Entstehung unseres Sonnensystems nur zwölf Minerale existierten. Heute gibt es etwa 5300 erfasste Minerale auf der Erde, von denen etwa 2900 direkt oder indirekt auf biologische Aktivität zurückgehen.

Gesteine, die im Zuge der Evolution des Lebens entstanden sind, machen nur einen Teil der existierenden Sedimentgesteine aus, die wiederum nur einen kleinen Teil der Erdkruste bilden, welche ihrerseits nur als eine verhältnismäßig dünne Schicht unseren Globus überzieht. Dennoch ist es gerade dieses Gestein, das nicht nur den Großteil der auf der Erde benötigten Energie liefert, sondern auch unseren Planeten von allen anderen unterscheidet.

Was ist eigentlich Glas?

Glas ist ein Feststoff, dessen Atome, Ionen oder Moleküle keine eigene kristalline Struktur haben. Man bezeichnet Glas als amorphes Material, und es ähnelt stark einer erstarrten Flüssigkeit. Wir kennen zwar das Glas, das der Mensch für seine eigenen Bedürfnisse herstellt (zum Beispiel, um daraus Fenserscheiben oder Gefäße zu machen), aber es gibt auch eine ganze Reihe von Gesteinsgläsern, die in der Natur vorkommen.

Wenn ein Lavastrom sehr rasch abkühlt und die Schmelze nicht genügend Zeit hat, um auszukristallisieren, erstarrt sie zu Glas. Manchmal sind Lavaströme oder vulkanische Bomben von einer solchen »Kruste« überzogen, die in der Regel höchstens einige Zentimeter stark ist. Es gibt jedoch auch meterdicke Ströme aus einem Glas namens Obsidian. Ein Stück Obsidian kann leicht mit dunklem Flaschenglas verwechselt werden, da beides die gleichen Merkmale hat; nur kommt das eine in der Natur vor, während das andere künstlich hergestellt wird.

Vulkanisches Glas entsteht, wenn Magmen reich an Kieselsäure sind (man nennt sie dann saure Magmen). Stark kieselsäurehaltige Laven sind äußerst zähflüssig, und diese Konsistenz behindert die Ausbreitung der Schmelze. Die enthaltenen Teilchen können dann nicht schnell genug kristallisieren, d. h. sich so anordnen, dass sie regelmäßige Kristallstrukturen bilden. Es findet lediglich eine chemische Reaktion (Polymerisation) statt, die zu einem Gestein mit strukturlosem Gefüge, also einem Glas, führt: dem Obsidian. In diesem Fall ist dann die gesamte Ader bzw. der gesamte Strom glasig und nicht nur der Überzug.

Impaktiten sind natürliche Gesteinsgläser, die beim Einschlag eines Meteoriten entstanden sind. Im Gegensatz zu den Tektiten sind sie nicht in die Atmosphäre hochgeschleudert worden. In der chemischen Zusammensetzung von Impaktiten finden sich Spuren des aufgetroffenen Meteoriten.

Die geologische Zeitskala

Die Erde besteht seit vier Milliarden Jahren – eine Zeitspanne, die wir uns angesichts unserer eigenen Lebensdauer nur schwer vorstellen können. Aus diesem Grund haben die Menschen eine geologische Zeitskala erstellt und die Erdgeschichte in verschiedene Erdzeitalter eingeteilt. Das Erdaltertum – vor dem Beginn des sichtbaren Lebens – nannte man das »Primär«. Dementsprechend wurden die darauffolgende Periode als »Sekundär« und die jüngste als »Tertiär« bezeichnet. Anschließend teilte man diese Erdzeitalter in verschiedene Systeme ein. Das älteste war das Kambrium. Diese Bezeichnung leitet sich von »Cambria«, dem lateinischen Namen für Wales, ab. Die Zeit davor, also die Periode zwischen der Entstehung der Erde und der Entstehung von sichtbarem Leben auf der Erde, nannte man »Präkambrium«.

Mit der Zunahme des wissenschaftlichen Fortschritts wurde klar, dass das Präkambrium weitaus länger gedauert hat als die Zeit, seit der es nachweislich Leben auf der Erde gibt, nämlich fast vier Milliarden Jahre gegenüber etwa 500 Millionen Jahren seit Entstehung des Lebens.

So wurden neue Unterteilungen und Bezeichnungen vorgeschlagen. Heute spricht man nicht mehr von Primär, Sekundär und Tertiär, sondern meist von Paläozoikum, Mesozoikum und Känozoikum (wir verwenden hier die einfachsten Begriffe), und das Präkambrium wurde in Hadaikum, Archaikum und Proterozoikum untergliedert.