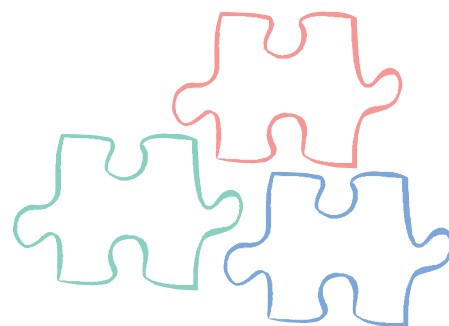


1 Gesteinshandstücke

1.5 Gesteinsbestimmung mittels eines Gruppenpuzzle

Gesteine begegnen uns überall. Manche sind sehr fest, während sich andere leicht zerteilen lassen. Einige Gesteine glitzern in den verschiedensten Farben, viele erscheinen sehr schlicht. Die Eigenschaften von Gesteinen und ihre Lagerungsverhältnisse in der Landschaft geben uns Auskunft über den geologischen Bau und die Entwicklung der Erde. Sie sind Zeugen der Erdgeschichte. Viele von ihnen haben auch als Rohstoffe für den Menschen größte Bedeutung. Die Natur bietet eine beachtliche Vielfalt an Gesteinen. Bei genauerer Betrachtung kann man bei vielen Gesteinen kleinere Bestandteile erkennen. Das sind Minerale. Gesteine können aus einem oder mehreren Mineralen zusammengesetzt sein. Ein Gestein ist demnach ein natürlich entstandenes Gemenge von Mineralen.



1 Stellen Sie die Entstehung von Gesteinen und deren Umwandlungsmöglichkeiten in einem Schema dar. Ordnen Sie die Handstücke aus dem Foto 1 bzw. Handstücke aus der Schulsammlung in dieses Schema ein und erklären Sie deren Entstehung.

Bilden Sie in der Klasse Stammgruppen zu je drei Schülern. Beachten Sie, dass die Anzahl der Stammgruppen die Größe der Expertengruppen bestimmt. Sind es mehr als fünf, empfiehlt sich die Bildung von zwei Expertengruppen je Thema.

Tipps zur Gesteinsbestimmung

Da zur exakten Gesteinsbestimmung spezielle Mineraluntersuchungen notwendig sind, kann unser Anliegen nur eine grobe Gesteinsansprache sein. Bei wiederholter Übung wird diese immer besser gelingen.

Betrachten Sie das Gestein (Handstück) sehr aufmerksam und ordnen Sie es unter Verwendung der Übersichten auf S.26, 28 und 30 zunächst einer Gesteinsart zu: magmatisches Gestein, Sedimentgestein oder metamorphes Gestein. Achten Sie dabei besonders auf die Festigkeit und Farbe sowie die Größe, Form und Anordnung der erkennbaren Minerale.

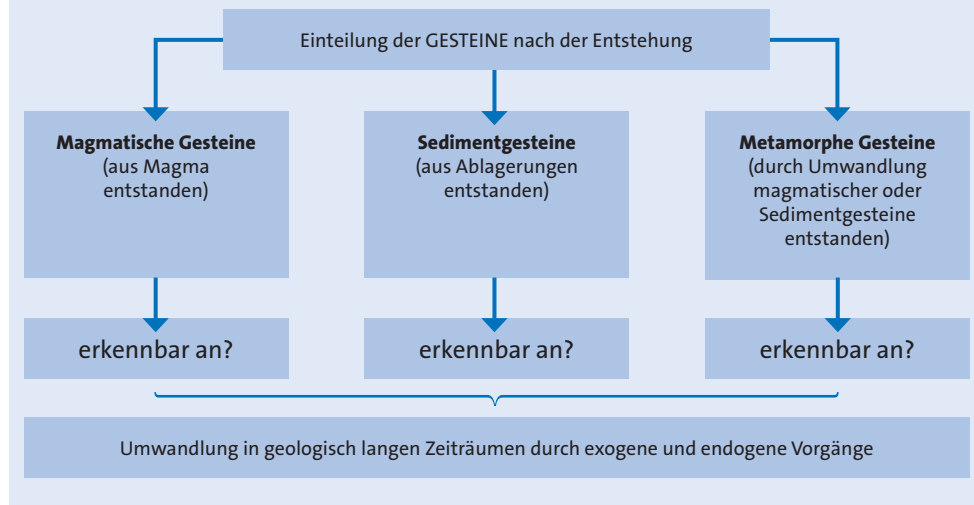
2 Möglichkeiten zur Gesteinsbeschreibung

- Farbe**
Da Minerale typische Eigenfarben haben, erhält man Hinweise auf den Hauptbestand an Mineralen.
Granit: meist schwarz-weiß bis rötlich gesprenkelt.
- Gefüge**
Es gibt Auskunft über den Mineralverband im Gestein. Zum Gefüge gehören Struktur und Textur. Die Struktur erfasst Größe und Gestalt der Minerale, während mit der Textur ihre räumliche Anordnung im Gestein beschrieben wird.
Granit: vollkristalline, stets körnige Struktur, richtungslose Textur.
- Mineralbestand**
Untersucht werden können u.a. Farbe, Härte, Spaltbarkeit, Bruchflächen bei Nichtspaltbarkeit, Glanz, Durchsichtigkeit und Dichte der einzelnen Minerale.
Granit: die verschiedenen Untersuchungen ergeben als Bestandteile den weißgrauen bis rötlichen Feldspat, den grauen Quarz und den schwarzen Glimmer.
- Härte und Bruchfestigkeit**
Hier können mit einfachen Untersuchungen nur relativ unkonkrete Aussagen getroffen werden, etwa ob das Gestein eine große Härte und Bruchfestigkeit besitzt. Nur einzelne Minerale können in der Härte mithilfe der Moh'sschen Skala genauer bestimmt werden.
Granit: relativ hartes und bruchfestes Gestein, Quarz ist dabei Härte bestimmend (Härte 7).
- Porosität**
Sie gibt an, ob im Gestein mehr oder weniger Hohlräume enthalten sind.
Granit: voll auskristallisiert und damit wenig porös.
- Dichte**
Die Bestimmung der Dichte kann mithilfe eines Experimentes [Online-Link: 29070X-0101] erfolgen. Sie zeigt, ob das Gestein stärker aus leichten Mineralen (Dichte 1-2), mittelschweren Mineralen (Dichte 2-4) oder schweren Mineralen (Dichte >4) besteht.

3 Hinweise zum Vorgehen

Bei der Erstellung eines Schemas zur Entstehung und Veränderung von Gesteinen innerhalb der Erdkruste ist es hilfreich, zuerst die drei Möglichkeiten, nach denen Gesteine entstehen können, zu untersuchen. In einem zweiten Schritt gilt es, sich jeweils bestimmte Erkennungsmerkmale für jede Gesteinsart einzuprägen.

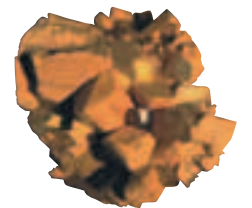
Abschließend muss nach Zusammenhängen zwischen den drei Gesteinsgruppen gesucht werden. Hierbei ist es sinnvoll, sich an den endogenen und exogenen Vorgängen zu orientieren, die für die Entstehung und Umwandlung von Gesteinen entscheidend sind. Sie sind auf dem richtigen Weg, wenn das Schema einen Kreislauf ergibt.



Gesteine: Relativ stationäre geologische Körper der Lithosphäre, die aus einem oder mehreren Mineralen bestehen.

Dichte wichtiger Gesteine:
Granite: 2,5–2,7 g/cm³
Basalte: 2,9–3,1 g/cm³

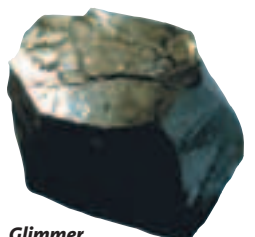
Minerale: Stofflich einheitliche, natürliche Körper der Erdkruste, meist in kristallisiertem Zustand, das heißt mit Raumgitterstruktur. Die häufigsten gesteinsbildenden Minerale sind Quarz, Feldspäte, Glimmer, Augit, Olivin, Hornblende.



Feldspat

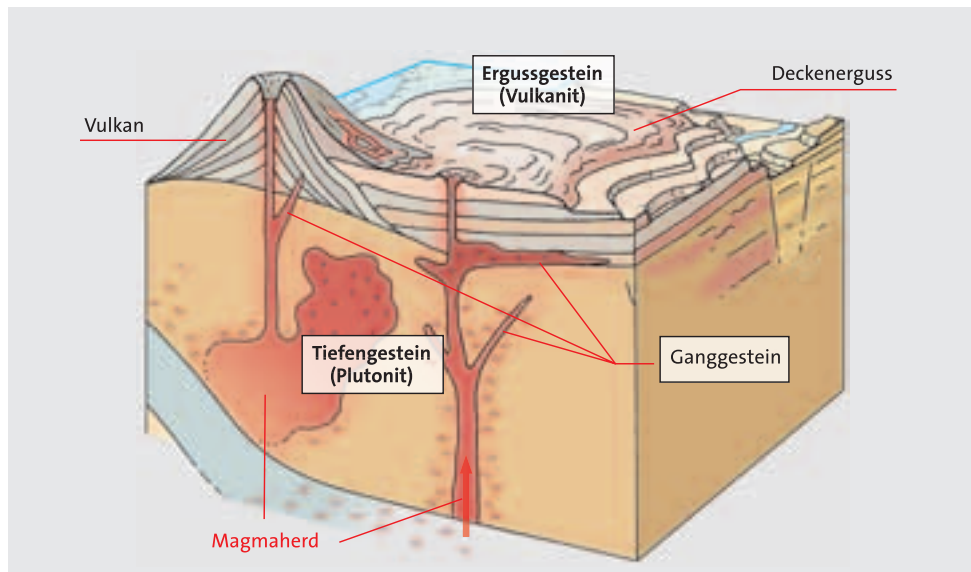


Quarz



Glimmer

Selbst organisiertes Lernen soll Ihnen helfen, schrittweise selbstständiges und eigenverantwortliches Arbeiten einzuüben. Dabei wird fachliches Wissen und Können durch Verständnis erschlossen und nachhaltig angeeignet. Organisatorisches Grundprinzip ist das Gruppenpuzzle. Eine Lernlandkarte soll dabei helfen.

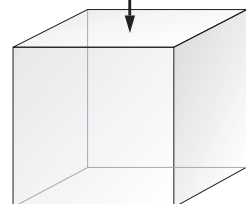
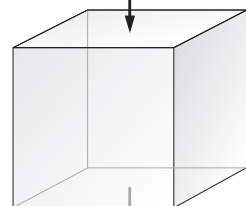
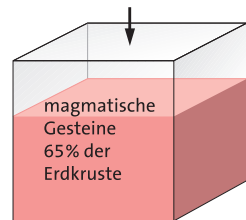


4 **Entstehungsmöglichkeiten magmatischer Gesteine**

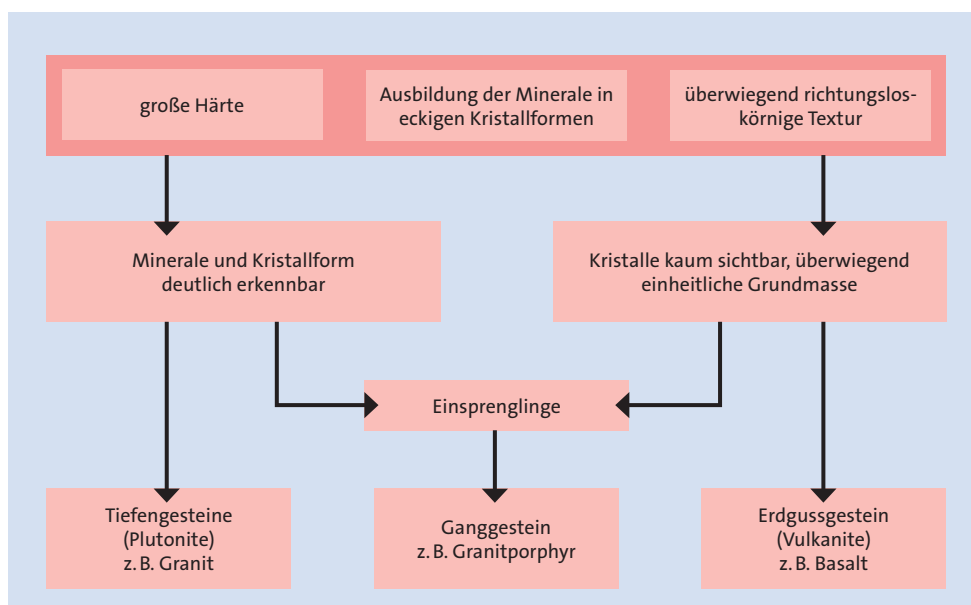
Magmatische Gesteine

Magmatische Gesteine (Magmatite) bilden sich beim Erstarren von **Magma** oder Lava. Ihre Entstehung ist untrennbar mit endogenen Vorgängen verbunden. Die Tektonik ermöglicht das Aufsteigen von Magma in Klüften und Rissen der Erdkruste zum Teil bis an die Erdoberfläche. Erstarrungsort, Zeitdauer der Abkühlung und die chemische Zusammensetzung der Schmelze

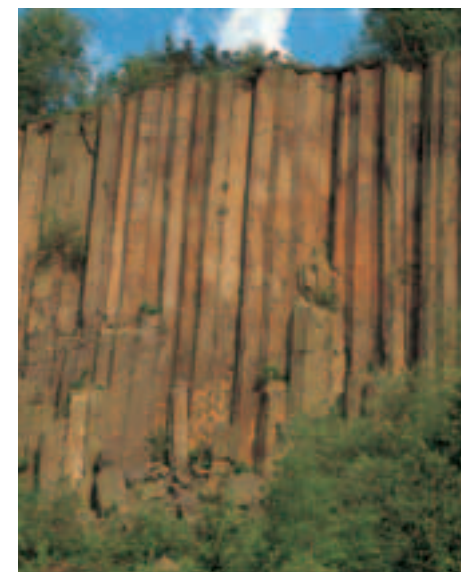
können dabei völlig unterschiedlich sein. Dringt Magma in die Erdkruste ein und kühlt sich dort langsam ab, entsteht ein **Tiefengestein** (Plutonit), z. B. Granit, Gabbro oder Diorit. Die lange Erstarrungszeit führt zur deutlichen Ausbildung der Minerale. Deshalb haben Tiefengesteine eine körnige Struktur.



Einteilung der Gesteine nach der Entstehung



5 **Ausgewählte Erkennungsmerkmale magmatischer Gesteine**



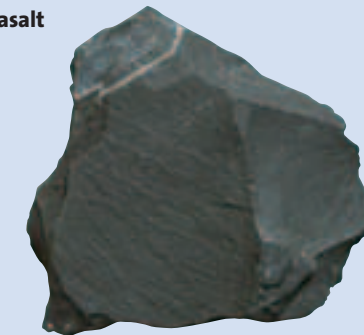
6 **Basaltsäulen in der Rhön**

In Abhängigkeit von Temperatur und chemischer Zusammensetzung der erstarrenden Schmelze bilden sich die für das Gestein typischen Mineralzusammensetzungen heraus.

Gelangt Magma bis an die Erdoberfläche, entstehen **Ergussgesteine** (Vulkanite). Da sich hier die Abkühlung sehr rasch vollzieht, können sich nur sehr kleine Minerale bilden. Oft bleibt dabei die Kristallbildung völlig aus. Deshalb haben Ergussgesteine eine dichte einheitliche Grundmasse.

Das Schema 5 zeigt noch eine dritte Möglichkeit: die Entstehung von **Ganggesteinen**. Die Struktur dieser Gesteine weist auf zwei Phasen der Erstarrung hin. Zum einen führt die relativ schnelle Abkühlung im Gang zur Ausbildung einer einheitlichen Grundmasse. Zum anderen konnten sich auf dem Weg bis dorthin bereits Minerale auskristallisieren, die im Ganggestein große Einsprenglinge bilden. Diese Zweiphasigkeit spiegelt sich im Doppelnamen aus Tiefen- und Ergussgestein wider, z. B. Granitporphyr. Eine weitere große Gruppe von Ganggesteinen sind Lamprophyre, die eine Vielzahl unterschiedlicher Gesteine umfassen. Bei den Quarzporphyren handelt es sich allerdings um Ergussgesteine granitischer Schmelzen.

7 **Basalt**



Farbe

dunkelgrau bis schwarz

Gefüge

sehr feinkörnig in dichter ungeordneter Grundmasse mit zum Teil deutlich ausgeprägten dunkelgrünen Einsprenglingen (Olivin)

Minerale

neben Olivin auch Plagioklas und Augit

– sehr große Härte

– im Gesteinsverband oft säulenartig ausgebildet

Auswahl gesteinsbildender Minerale

Olivin: grünliches, sehr hartes, dichtes und sprödes Mineral von geringer Größe.

Plagioklas: helles, gut in parallelen Streifen spaltbares und sprödes Mineral mit typischem Glasglanz.

Orthoklas: wie Plagioklas, nur zum Teil rötlich und rechtwinklig spaltend.

Augit: grünlich-schwarzes, sehr sprödes, in rechtwinklige Prismen spaltbares Mineral mit geringem Glasglanz.

Quarz: weißes bis milchiges, sehr hartes und sprödes Mineral mit muscheligem Bruch.

8 **Granitporphyr**



Farbe

dunkelgrau oder bräunlich bis rötlich

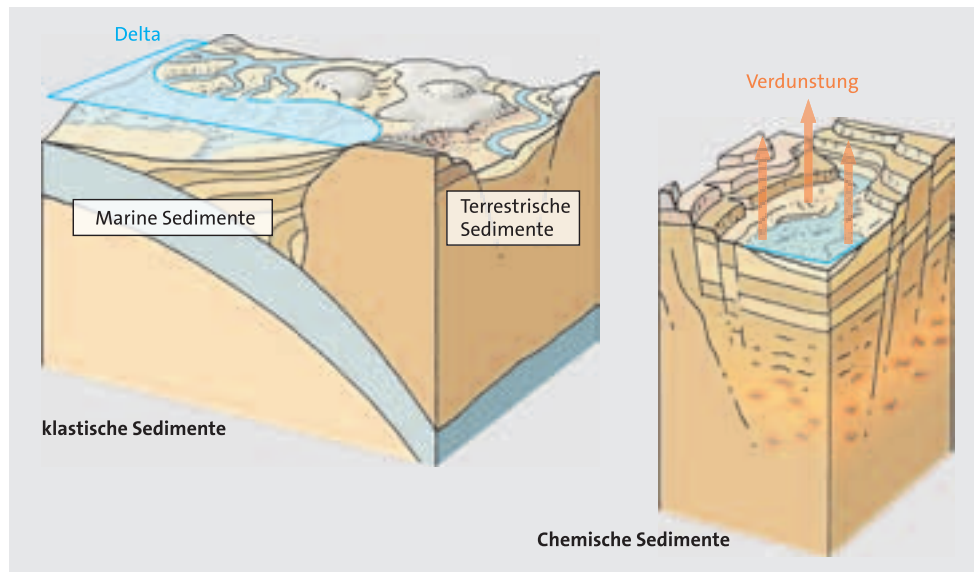
Gefüge

voll kristallin ausgebildet mit körniger Grundmasse und großen Einsprenglingen; die Textur ist richtungslos

Minerale

die Grundmasse bilden rötliche Feldspäte, graue Quarze, dunkle Augite u. a., die Einsprenglinge werden von den Feldspäten bestimmt

– sehr große Härte



9 **Entstehungsmöglichkeiten von Sedimentgesteinen**



11 **Kalksteinbruch**

12 Kalkstein

Farbe
von weiß (reine Kalke, zum Beispiel Kreide) über grau bis braun, auch rötlich oder grünlich

Gefüge
Gestein dicht, scheinbar ohne Körnung; Feinschichtung aber vorhanden

Bestandteile
Kalkspat unter Beimischung von Feldspat, Quarz, Ton u. a.

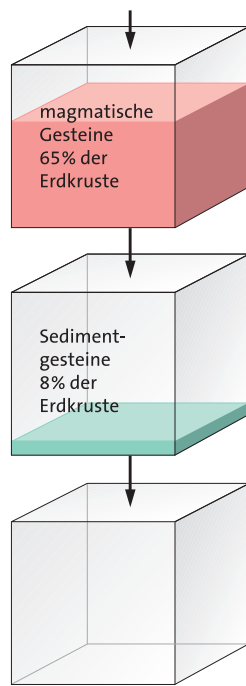
Festigkeit
von sehr locker, porös (Kreide) bis fest (als Baumaterial)
– reagiert mit Salzsäure

Kalkspat: häufig weißes bis farbloses, klares Mineral mit geringer Härte und leichter Spaltbarkeit
Ton: graues, aus Tonmineralien bestehendes Material mit geringer Korngröße (< 0,002 mm Ø)

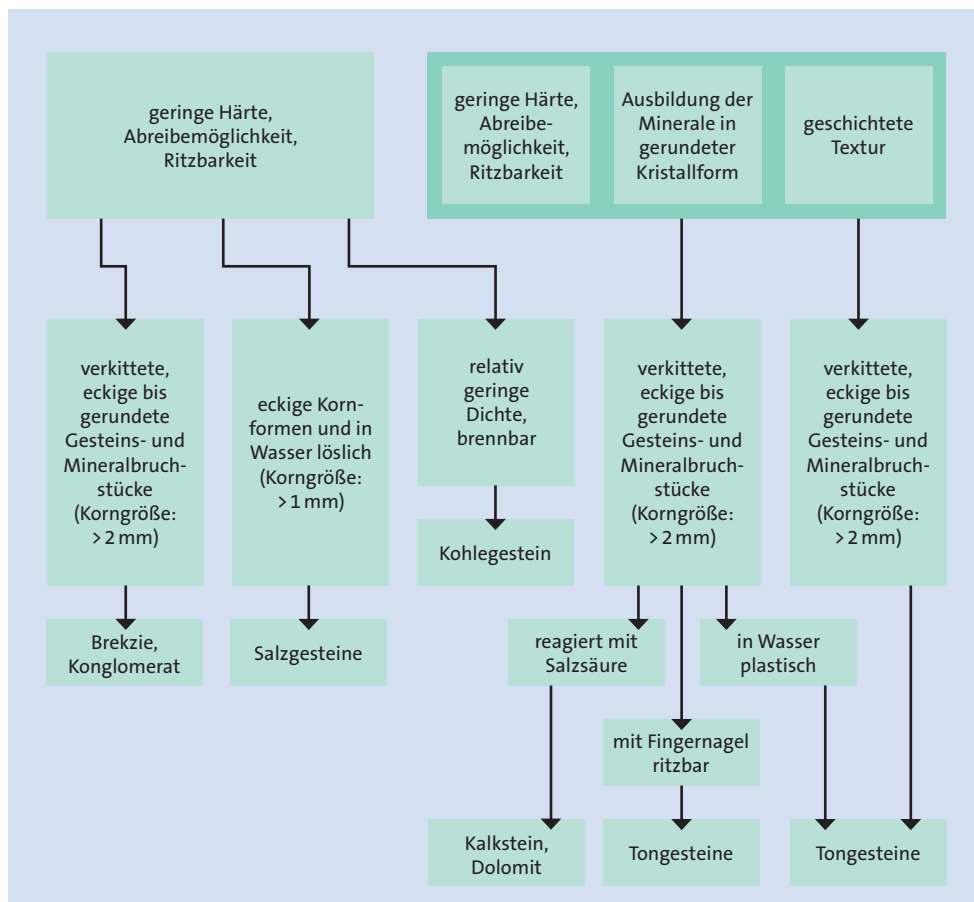
Lockergestein	Festgestein
eckiger Schutt	Brekzie
gerundeter Kies	Konglomerat
Sand	Sandstein
Kalkschlamm	Kalkstein
Lössstaub	Löss
vulkanische Asche	Tuff
Korallenschlick	Riffkalke
Torf	Kohle

Einteilung der Sedimentgesteine
nach dem Entstehungsort:
– marin (im Meer), z. B. Muschelkalk
– terrestrisch (auf dem Festland), z. B. Löss
nach der Festigkeit:
– Lockergestein, z. B. Sand
– Festgestein, z. B. Sandstein

Sedimentgesteine



Einteilung der Gesteine nach der Entstehung



10 **Ausgewählte Erkennungsmerkmale von Sedimentgesteinen**

An der Erdoberfläche unterliegen alle Gesteine ständiger Verwitterung. Die Verwitterungsprodukte werden durch Schwerkraftwirkung, fließendes Wasser, Meeresströmungen, Gletscher und Wind transportiert. Beim Nachlassen der Transportkraft kommt es zur Ablagerung und es entstehen klastische (physikalische) Sedimente. Mit zunehmender Diagenese (Verfestigung) entstehen Festgesteine. Sie weisen eine deutliche Schichtung auf. Ablagerungen können aber auch im Ergebnis chemischer Reaktionen, durch Ausfällung oder Verdunstung des Wassers entstehen. Dann spricht man von chemischen Sedimenten, bei denen jedoch kaum eine Schichtung zu erkennen ist.

Eine Sonderstellung nehmen die biologischen Sedimente ein. Das sind Gesteine, die aus Ablagerungen pflanzlicher oder tierischer Organismen gebildet wurden (z. B. Kohle, Kreide und Bitumengesteine wie Erdöl). Es gibt Sedimente wie Kalkstein, die sowohl chemisch als auch biologisch entstanden sein können. Sie bilden sich entweder in warmen Flachmeerbereichen durch Ausfällung der Karbonate Calcit und Dolomit aus übersättigten Lösungen oder durch Ablagerung von Schalenresten (Muscheln), Knochen oder Korallenstöcken.

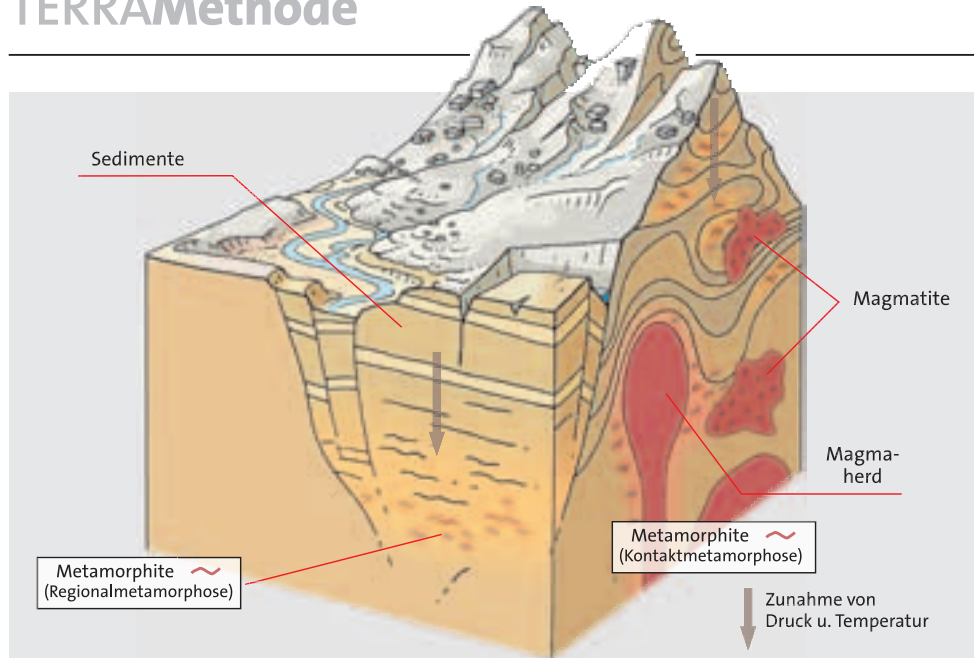
13 Steinkohle

Farbe
pechschwarz von matt bis glänzend

Gefüge
entspricht der Struktur der Ausgangspflanzen; Abnahme der Erkennbarkeit mit zunehmender Inkohlung

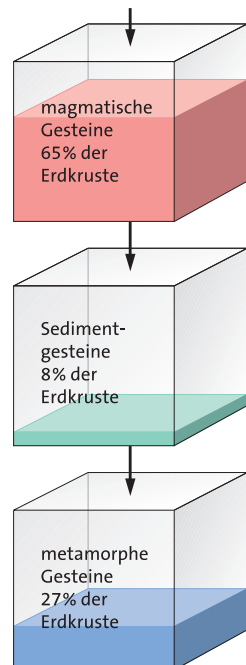
Bestandteile
aus pflanzlichen Stoffen, hoher Kohlenstoffgehalt (über 78%)

Festigkeit
relativ fest, bricht würfelig
– gute Brennbarkeit



14 Entstehungsmöglichkeiten von metamorphen Gesteinen

Metamorphe Gesteine

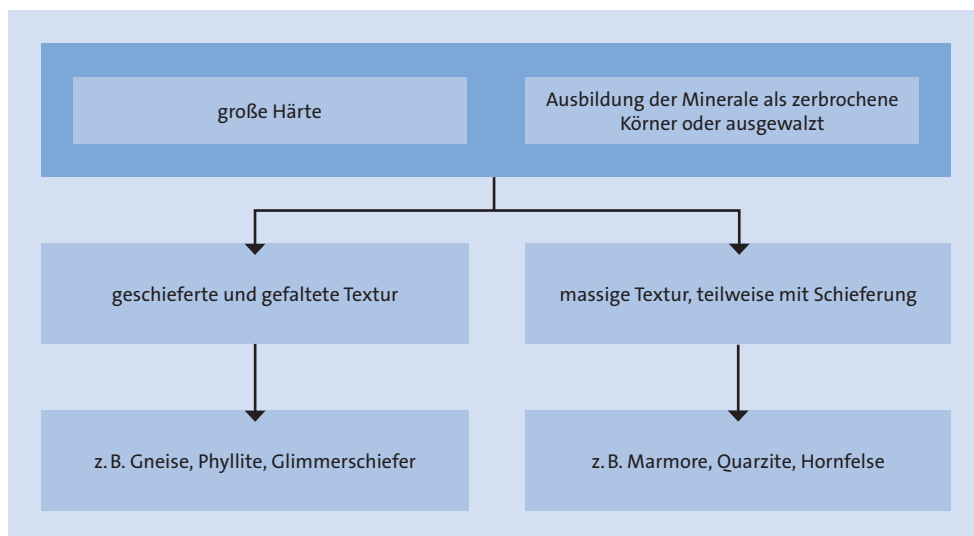


Einteilung der Gesteine nach der Entstehung

Metamorphe Gesteine können aus Sedimenten, aus Magmatiten, aber auch aus älteren Metamorphiten hervorgehen. Der Begriff **Metamorphose** stammt aus dem Griechischen und bedeutet Umwandlung. Für die Gesteinsbildung heißt das „Änderung der Form“. Die Prozesse der Umwandlung vollziehen sich unter hohem Druck und/oder hohen Temperaturen. Der Druck bestimmt dabei die Anordnungsrichtung der Minerale, während die Temperatur für den Grad

der partiellen Aufschmelzung des Ausgangsgesteins verantwortlich ist. Als Metamorphosearten werden die **Regional-** und die **Kontaktmetamorphose** unterschieden.

Bei der Regionalmetamorphose gelangt das Ausgangsgestein durch Überlagerung anderer Gesteine oder endogene Absenkungsprozesse in größere Tiefen, wo Druck und Temperatur zunehmen. Auch seitlicher Druck durch Falten oder Überschiebung bei gebirgsbildenden



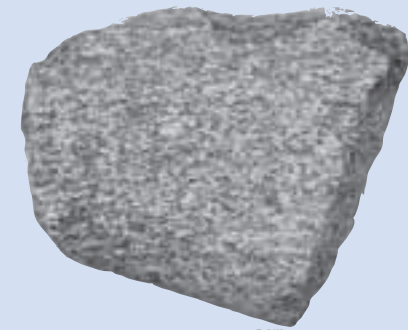
15 Ausgewählte Erkennungsmerkmale metamorpher Gesteine



16 Marmorsteinbruch in den Alpi Apuane

Prozessen leiten die Metamorphose ein. Die Minerale des Ausgangsgesteins werden auf das Äußerste beansprucht. Sie werden „gezwungen“, sich neu einzuregeln. Plattenartige Minerale werden in eine Richtung gepresst. Es kann auch zu einer Streckung der ursprünglichen Minerale kommen. Als Folge werden schiefrige und streifige Texturen ausgebildet. In Subduktionszonen wird basaltische ozeanische Kruste in großen Tiefen in Eklogit umgewandelt. Bei der Kontaktmetamorphose gelangt das Ausgangsgestein in die Nähe eines Magmaherdes (Kontaktthof). Je nach dessen Größe und den herrschenden Temperaturen im Randbereich werden die angrenzenden Gesteine in unterschiedlicher Intensität umgewandelt. Bei einem Ausgangsgestein können bei zunehmender Tiefe ganz unterschiedliche Metamorphite entstehen. Ein markantes Merkmal ist die Anordnung der Minerale in parallelen Lagen (schiefrige Textur). Bezeichnungen wie Glimmerschiefer weisen darauf hin. Metamorphe Gesteine, die aus Sedimenten gebildet wurden, heißen Paragesteine. Orthogesteine haben ihren Ursprung in Magmatiten.

17 Gneis (Orthogneis)



Farbe
meist grau, auch weiß und rötlich gestreift

Gefüge
körnig, schiefrig, Anordnung der Minerale in parallelen Lagen

Minerale
entsprechend dem Ausgangsgestein Granit (Feldspat, Quarz und Glimmer, z.T. Biotit)
– relativ große Härte durch Feldspat und Quarz
– zerlegbar in große Platten und Quader

18 Marmor



Farbe
meist weiß und gelblich; Beimengungen können Farbe verändern

Gefüge
mittel- bis grobkörnig; richtungslose, massige Textur; schichtungslos, nie porös

Minerale
Kalkspat als Hauptbestandteil
– geringe Gesteins Härte, jedoch sehr fest im Gefüge
– heller Marmor lässt Licht weit eindringen

Wichtige Metamorphite und ihre Ausgangsgesteine

Ausgangsgestein	Metamorphit
Sandstein (S)	Quarzit
Kalkstein (S)	Marmor
Granit (M)	Orthogneis
Tonsandstein (S)	Paragneis
Diorit (M)	Hornblendegneis
ggf. Mergel (S)	Granulit
Tonstein (S)	Phyllit

S = Sediment, M = Magmatit

Tonschiefer

Tonschiefer entsteht aus Tonstein oder Schiefer-ton. Hoher Druck und hohe Temperaturen führen dabei zur Veränderung der Minerale und Ausbildung einer Schieferung. Wegen dem geringen Metamorphosegrad wird Tonschiefer in einigen Publikationen auch zu den stark verfestigten Sedimentgesteinen (Festgestein) gezählt.

Metamorphose von Ton

0 km	Ton
1 km	Tonstein oder Schiefer-ton
10 km	200 °C Tonschiefer
20 km	400 °C Schiefer
30 km	600 °C Gneis
> 1000 °C	kontinentale Kruste beginnt zu schmelzen