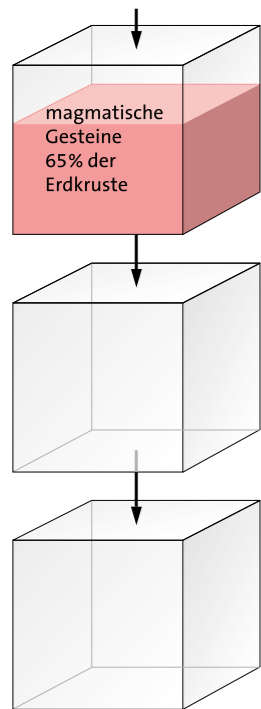


2 Entstehungsmöglichkeiten magmatischer Gesteine

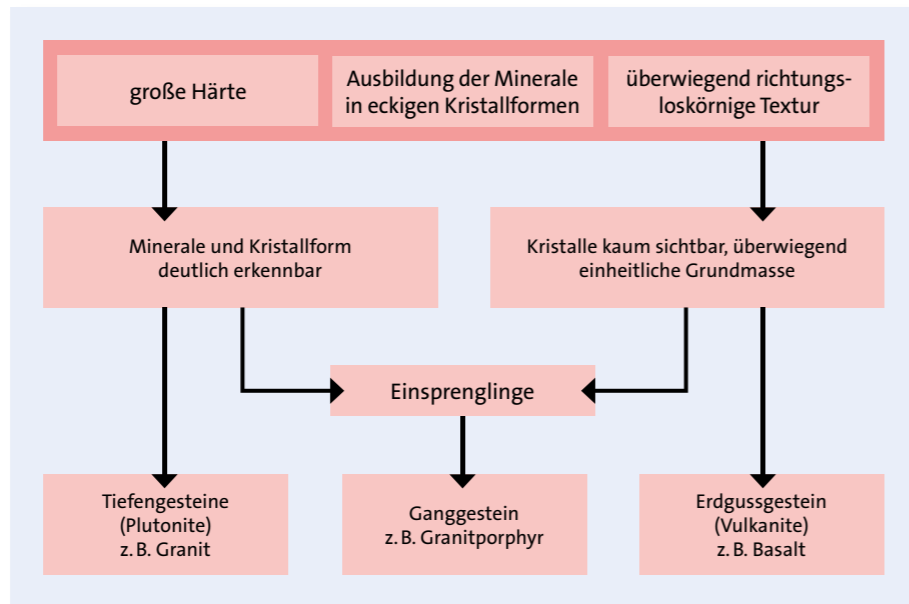
Magmatische Gesteine

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 Zusammen-

setzung 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.



1 Einteilung der Gesteine nach der Entstehung



3 Ausgewählte Erkennungsmerkmale magmatischer Gesteine



4 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. Abbildung 2 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 allerdings um Ergussgesteine granitischer Schmelzen.

5 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

7 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 typischen Glasglanz.

Orthoklas
wie Plagioglas, 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 muscheligen Bruch.

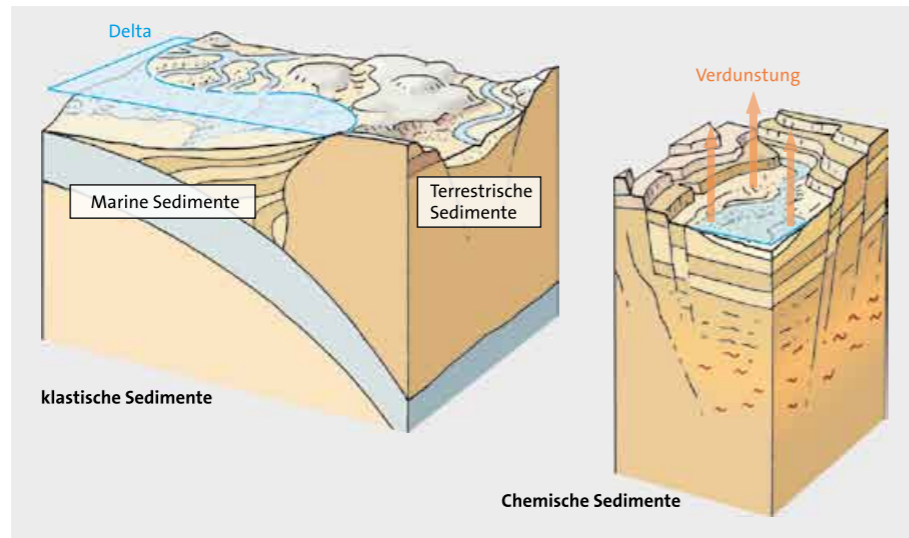
6 Granitporphyr



Farbe
dunkelgrau oder bräunlich bis rötlich

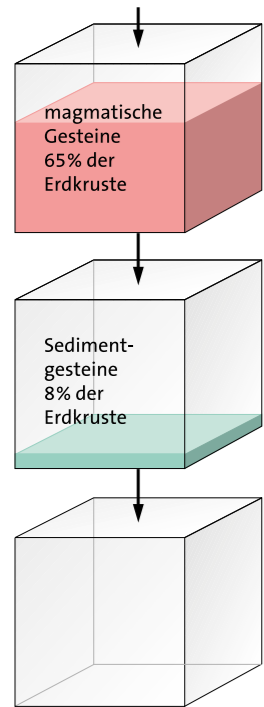
Gefüge
voll kristallin ausgebildet mit körniger Grundmasse und großen Einsprenglingen; die Textur ist richtungslos

Minerale
die Grundmasse bilden rötliche Feldspäte, graue Quarze, dunkle Augite u. a., die Einsprenglinge werden von den Feldspäten bestimmt
– sehr große Härte

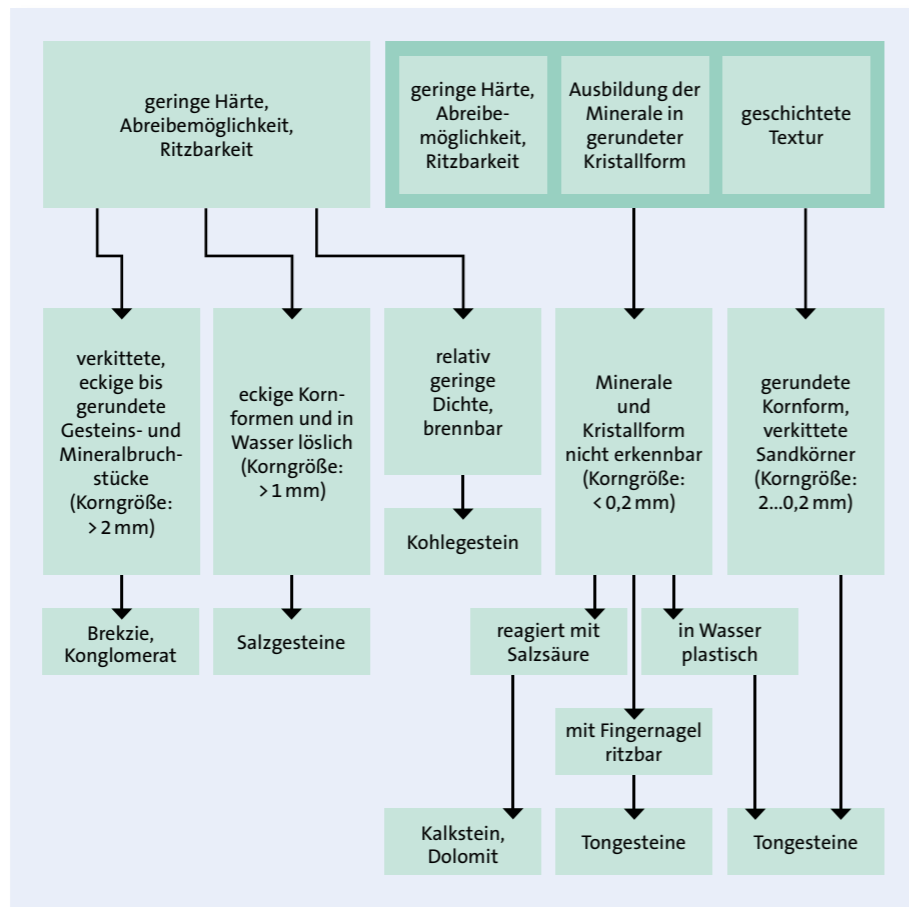


2 Entstehungsmöglichkeiten von Sedimentgesteinen

Sedimentgesteine



1 Einteilung der Gesteine nach der Entstehung



3 Ausgewählte Erkennungsmerkmale von Sedimentgesteinen



4 Kalksteinbruch

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.

5 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
graus, aus Tonmineralien bestehendes Material mit geringer Korngröße (< 0,002 mm Ø)

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

6 Steinkohle



Farbe
pechschwarz von matt bis glänzend

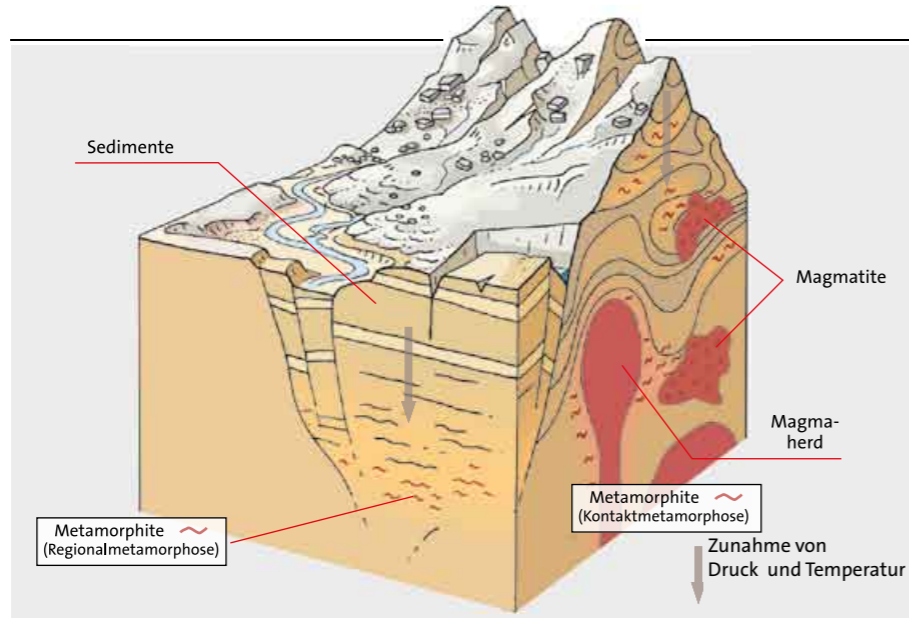
Gefüge
entspricht der Struktur der Ausgangspflanzen; Abnahme der Erkennbarkeit mit zunehmender Inkohlung

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

Festigkeit
relativ fest, bricht würfelig
– gute Brennbarkeit

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

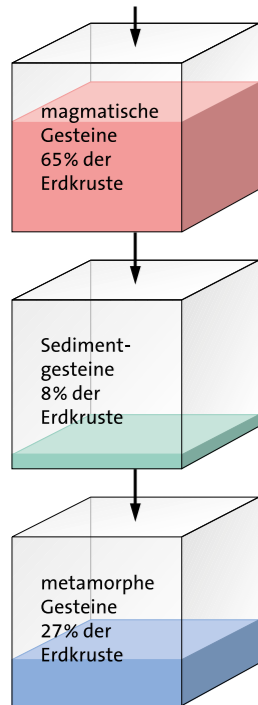


2 Entstehungsmöglichkeiten von metamorphen Gesteinen

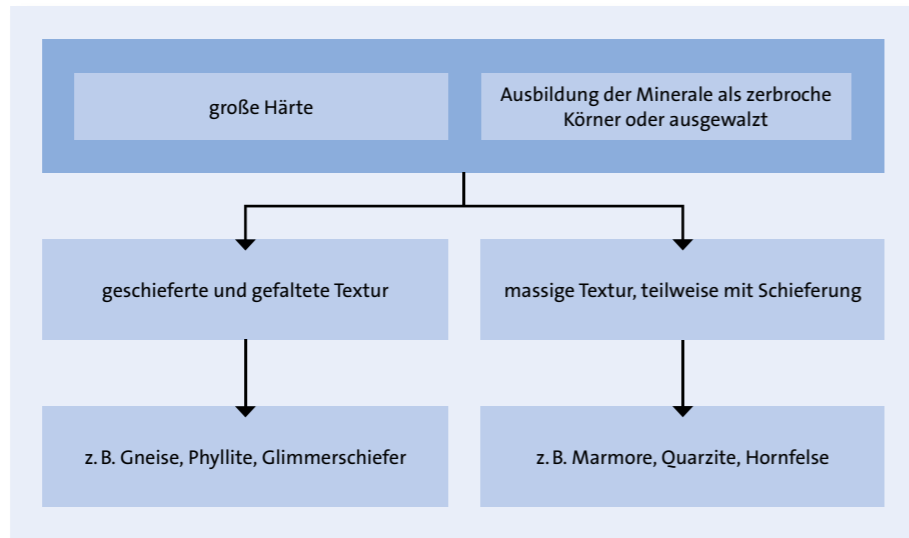
Metamorphe Gesteine

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



1 Einteilung der Gesteine nach der Entstehung



3 Ausgewählte Erkennungsmerkmale metamorpher Gesteine



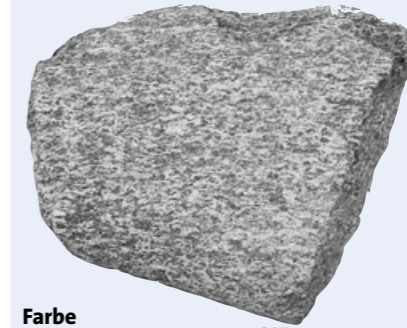
4 Marmorsteinbruch in den Alpi Apuane

Faltung oder Überschiebung bei gebirgsbildenden 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.

5 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

6 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 Gesteinshärte, jedoch sehr fest im Gefüge
– heller Marmor lässt Licht weit eindringen

7 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

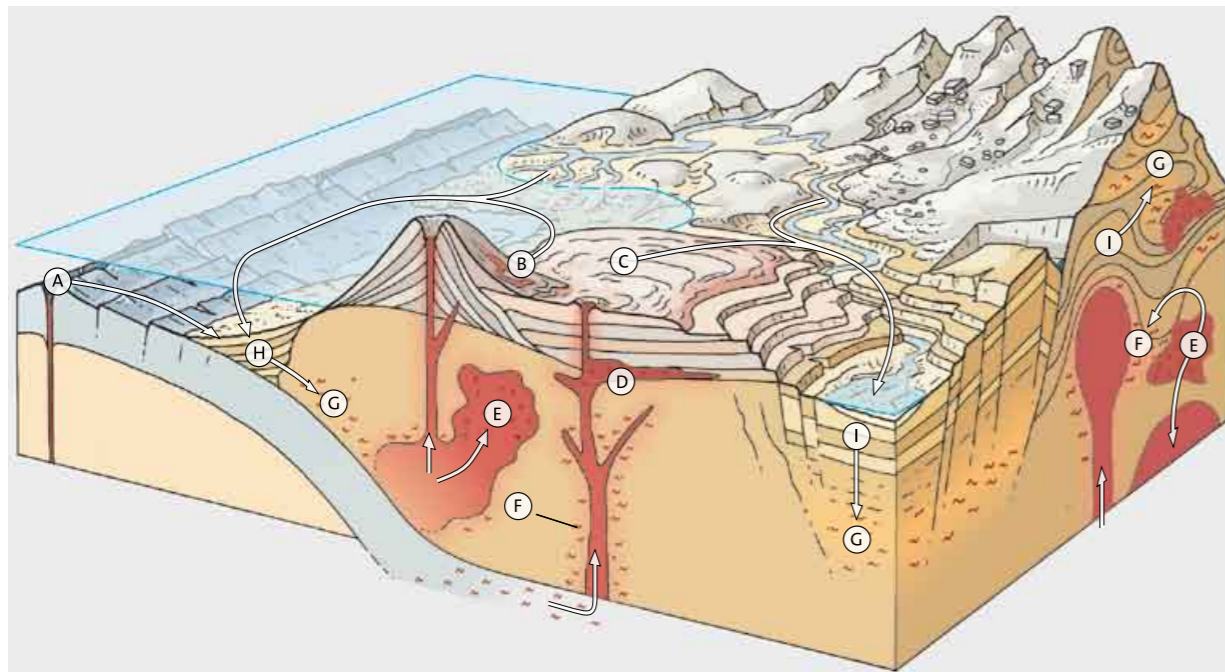
S = Sediment, M = Magmatit

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 den meisten 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



1 **Kreislauf der Gesteine**

Kreislauf der Gesteine

EXTRA-Link

Das Modell zum Ausdrucken
www.klett.de/extra
 [EXTRA-Link: 27850X-0014]

Abbildung 1 zeigt Zusammenhänge zwischen den Gesteinsarten in ihrer Entstehung und Veränderung. Endogene und exogene Prozesse bilden die „Motoren“ für die Entstehung und Veränderung von Gesteinen in geologisch langen Zeiträumen. Dabei kann es zu Umwandlungen in vielfältigsten Formen kommen.

Die drei großen Gesteinsgruppen stehen dabei in einem Kreislauf miteinander in Beziehung.

Ein erster Teilkreislauf, der überwiegend durch exogene Kräfte gesteuert wird, beginnt mit der Verwitterung des an der Erdoberfläche anstehenden Gesteins. Fließendes Wasser, Wind oder Eis transportieren die Verwitterungsprodukte und lagern diese im Meer oder auf dem Festland ab. Werden diese Lockersedimente von weiteren Ablagerungen überdeckt, kommt es zur Verfestigung (Diagenese).

Danach ergeben sich zwei Möglichkeiten:

- Die Gesteine gelangen durch Hebung wieder an die Erdoberfläche und der Zyklus beginnt von vorn.
- Die Sedimente gelangen in größere Tiefen und werden durch hohen Druck sowie hohe Temperaturen in metamorphe Gesteine umgewandelt. Mit zunehmender Erhitzung kann es dann zum Aufschmelzen kommen. Aus dem entstandenen Magma können Tiefen-, Gang- oder Ergussgesteine entstehen. Ergussgesteine geraten sofort wieder in den Einflussbereich exogener Kräfte, Tiefen- und Ganggesteine erst nach Hebung und Abtragung der darüberliegenden Gesteinsschichten. Ein solcher Kreislauf stellt nur eine Variante unter vielen dar, weil einzelne Teilprozesse auch übersprungen werden können. Durch die Plattentektonik entstehen die endogenen Kräfte, die den Kreislauf in ständiger Bewegung halten.



2 **Hohentwiel im Hegau**

Gesteine – Zeugen der Erdgeschichte

Mit dem Wissen über die Entstehung und die Veränderung der Gesteine kannst du Landschaften besser verstehen und erklären.

- 3 „Im Hegau, nicht weit vom Bodensee und nahe der Stadt Singen, befindet sich die Ruine der alten Festung Hohentwiel. Sie steht auf dem gleichnamigen Bergkegel, der als steinernes Denkmal die Landschaft beherrscht. Kein Wunder, dass die Befestigungsanlage im Laufe ihrer Geschichte kaum eingenommen werden konnte. (...) Ganz in der Nähe des Hohentwiel entdecken wir noch weitere isoliert stehende Kegelberge: Hohenkrähen, Hohenstoffeln, Hohenhewen und Mägdeberg. (...) Es handelt sich bei ihnen um eine geologische Besonderheit. Das Felsgestein ist dunkelbraun bis schwarz und außerordentlich hart. Manche Hegauberge bestehen aus Basalt, andere aus Phonolith, vulkanischen Materialien, die vor etwa 15 Millionen Jahren als glutflüssige Schmelze aus der Tiefe emporgedrungen sind.“

Burkhardt, H. u.a.: Baden-Württemberg. Eine kleine Landeskunde. Stuttgart, Klett-Verlag, 1990, S. 258

- 1 a) Erkläre, welche Gesteine in den Bereichen A bis I entstehen.
 b) Beschreibe folgende Umwandlungsmöglichkeiten (Teilkreisläufe): Gestein B zu G, C zu G, I zu G, E zu F.
 c) Begründe, warum sich Gesteine in geologisch langen Zeiträumen in einem Kreislauf befinden.
 d) Beschreibe Teilkreisläufe, die nur von endogenen bzw. nur von exogenen Prozessen begleitet werden.
- 2 Ein Sedimentgestein kann nicht in ein magmatisches Gestein umgewandelt werden. Begründe.
- 3 Erläutere folgende Umwandlungen im Gesteinskreislauf:
 a) Metamorphes zu magmatischem Gestein.
 b) Sedimentgestein zu Sedimentgestein.
 c) Magmatisches Gestein zu Sedimentgestein.
- 4 Erkläre, warum an den Hegaubergen keine Vulkankrater und Lavahänge mehr zu sehen sind.