

Gesteine im Alltag

In diesem Kapitel lernen Sie die Vielfalt der Gesteine kennen:

- Unterscheidung durch Farben und Muster
- Namen einiger wichtiger Gesteine
- Nutzung von Gesteinen im Alltag



Sie waren sicher auch schon an einem Fluss oder am Meeresstrand und haben beobachtet, dass Steine ganz unterschiedliche Farben und Muster haben können. Das sieht man besonders schön, wenn sie nass sind. Sind Steine trocken, wirken sie auf den ersten Blick häufig grau und es braucht manchmal etwas Übung, um ihre Farbe zu erkennen.

Farben und Muster der Steine sind nicht nur schön anzuschauen, sie sind wie die Buchstaben des Alphabets und können uns Geschichten über die Entstehung der Gesteine erzählen. Darüber werden wir später mehr erfahren. Zuerst wollen wir uns mit den Steinen im allgemeinen befassen.

Rockbox Steine:



1. Nehmen Sie drei unterschiedliche Steine aus der Box und versuchen Sie, diese so genau wie möglich zu beschreiben, sodass sie die Klasse später anhand ihrer Beschreibung erkennen kann.

Beschreibung Stein 1:

Beschreibung Stein 2:

Beschreibung Stein 3:

2. Legen Sie nun alle Steine in die Mitte der Klasse und ordnen Sie diese nach Sorten. Lesen Sie danach reihum je eine Ihrer Beschreibungen vor. Aufgabe der Klasse ist es, herauszufinden, welche Steinsorte gemeint ist.

Zum Glück müssen wir die Gesteine im Alltag nicht derart umständlich beschreiben, denn sie haben wie alle Gegenstände unseres Alltags Namen. Obwohl wir täglich unzählige Male mit ihnen in Berührung kommen, sind ihre Namen jedoch kaum bekannt oder werden oft ungenau oder sogar falsch verwendet. So kommt es recht häufig vor, dass aller Arten polierter Gesteine, die beispielsweise als Küchen-, Boden- oder Tischplatten verwendet werden, in der Alltagssprache als «Marmor» bezeichnet werden. Tatsächlich war Marmor in früheren Zeiten eine der für Bau und Kunst am häufigsten verwendeten Gesteinsarten, da er aufgrund seiner geringen Härte leicht zu bearbeiten war. Heute bestehen angebliche «Marmorplatten» aber viel öfter aus Granit, Gneis oder einer anderen Gesteinsart aus dem schier unendlichen Angebot der Natur. Dies nicht zuletzt deshalb, weil Marmor nicht säurebeständig ist und deshalb bei Kontakt mit starken Putzmitteln oder mit Regenwasser, das CO_2 bzw. Kohlensäure enthält ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{CO}_3$), verätzt wird und seinen Glanz verliert.

- 3.** Vielleicht kennen Sie schon einige Namen von Steinen? Finden Sie den einen oder anderen davon unter den Steinen aus der Rockbox?

Namen von Steinen:

In der Rockbox gefunden?
(ja / nein)

Fünf wichtige Gesteine, denen wir im Alltag häufig begegnen, sind Kalkstein, Sandstein, Granit, Gneis und Marmor. Diese Gesteinsnamen müssen Sie sich unbedingt merken, denn sie werden im Lauf des Geotrails immer wieder vorkommen.



Kalkstein



Sandstein



Granit



Gneis



Marmor

- 4.** Ohne Gesteine wäre unser Alltag undenkbar. Wir benötigen sie für sehr vieles. Wo überall sind Sie heute schon mit Steinen in Berührung gekommen?

- 5.** Wo gibt es in unserem Alltag sonst noch Gesteine?

Der Mensch nutzt Gesteine nicht nur da, wo sie für alle sichtbar sind. Oft nutzt er sie indirekt, indem er ein Produkt daraus herstellt, das dann z. B. als Baumaterial oder als Geschirr verwendet wird. Ein Beispiel dafür sind Ziegel, die aus gebranntem Ton bestehen. Dieser kommt als weiche Gesteinsschicht in der Natur vor, z. B. in der Tongrube von Frick im Kanton Aargau (Abb. 1).



Abb. 1: Ton und seine Produkte

6. Kennen Sie noch andere solche indirekten Nutzungen? Denken Sie dabei nicht nur an hartes Gestein.

Steine oder Gesteine?

In unserer Umgangssprache sprechen wir meist von «Steinen» und meinen damit alles, was aus Stein besteht. Dies können Pflastersteine in einer Strasse sein, ein Steintisch in einem Restaurant oder die steinerne Küchenablage. Geologinnen und Geologen sprechen hingegen von **Gesteinen**. Sie würden nicht sagen «das ist ein grüner Stein», sie sagen «das ist ein grünes Gestein». Stein ist also ein eher umgangssprachliches Wort und sehr allgemein, **Gestein** hingegen ist der wissenschaftliche Begriff dafür. Diesen werden wir hauptsächlich verwenden.

Wenn Gesteine Geschichten erzählen ...

- Wieso gibt es so viele verschiedene Gesteine?
- Wie entstehen Kontinente und Ozeane, Gebirge, Inseln, Seen und Flüsse?
- Wie sieht es im Erdinneren aus?

Solche und ähnliche Fragen haben vor ca. 250 Jahren zur Entstehung der Geologie als wissenschaftliche Disziplin geführt. Das «Geoarchiv Erdkruste» und die «Sprache der Gesteine» können Antworten darauf geben.

Kaum ein Gestein gleicht dem anderen. Dies ist deshalb so, weil die Gesteine aus unterschiedlichen Bestandteilen, sogenannten Komponenten bestehen. Diese sind unterschiedlich aufgebaut, unterschiedlich geformt und unterschiedlich gross. Daraus ergibt sich eine ungeheure Formen- und Farbenvielfalt. In all diesen Komponenten, in ihrem chemischen Aufbau, ihrer Grösse, ihrer Form und ihrer Anordnung sind Informationen über die Entstehung der Gesteine und damit auch der Erdkruste gespeichert.

Was für die Geschichtswissenschaften Bibliotheken mit alten Schriften sind, ist für die Geologie die Erdkruste mit allem, was sich darin und darauf befindet, von Gesteinsarten bis zu Falten im Gestein, von Geländeformen (Morphologien) bis zu Fossilien, von Gasblasen im Gletschereis und der Zusammensetzung des Kalks in Korallen bis zu Pollen in Mooren oder Jahrringen von Baumstämmen (Abb. 2). Dies alles sind nicht nur die Produkte jener Prozesse, die sie geschaffen haben, sie enthalten auch eine Fülle von Informationen über diese Prozesse selbst. Die Geschichte der Erde ist mit all ihren Facetten von der frühesten Bildung von Kontinenten und Meeren bis hin zur Entstehung der Atmosphäre, von der Entwicklung erster Lebensformen bis zur Gestaltung der heutigen Erdoberfläche, und von der Entstehung von Gebirgen bis zur Entwicklung des Klimas darin archiviert.

Da geologische Prozesse mit wenigen Ausnahmen im Verborgenen und/oder sehr langsam ablaufen, entziehen sie sich den menschlichen Sinneswahrnehmungen weitgehend und können nur in Ausnahmefällen direkt beobachtet werden, zum Beispiel bei Vulkanausbrüchen, Erdbeben oder Bergstürzen. Das «Geoarchiv» in und auf der Erdkruste ist deshalb der einzige verlässliche Zugang zur Geschichte der Erde.

Die Geologie macht sich dieses Archiv zunutze, indem sie die Gesteine mit verschiedenen Methoden untersucht, um Rückschlüsse auf deren Entstehungsprozesse und -bedingungen zu ziehen. Dadurch hat sie gelernt, die Spuren von Prozessen in den Gesteinen einer Sprache gleich zu lesen. Für Geologinnen und Geologen sind Gesteine deshalb wie offene Bücher, in welchen sie lesen können, wie die Gesteine entstanden sind. Die Geologie ist eigentlich die **Wissenschaft von der Sprache der Gesteine**.

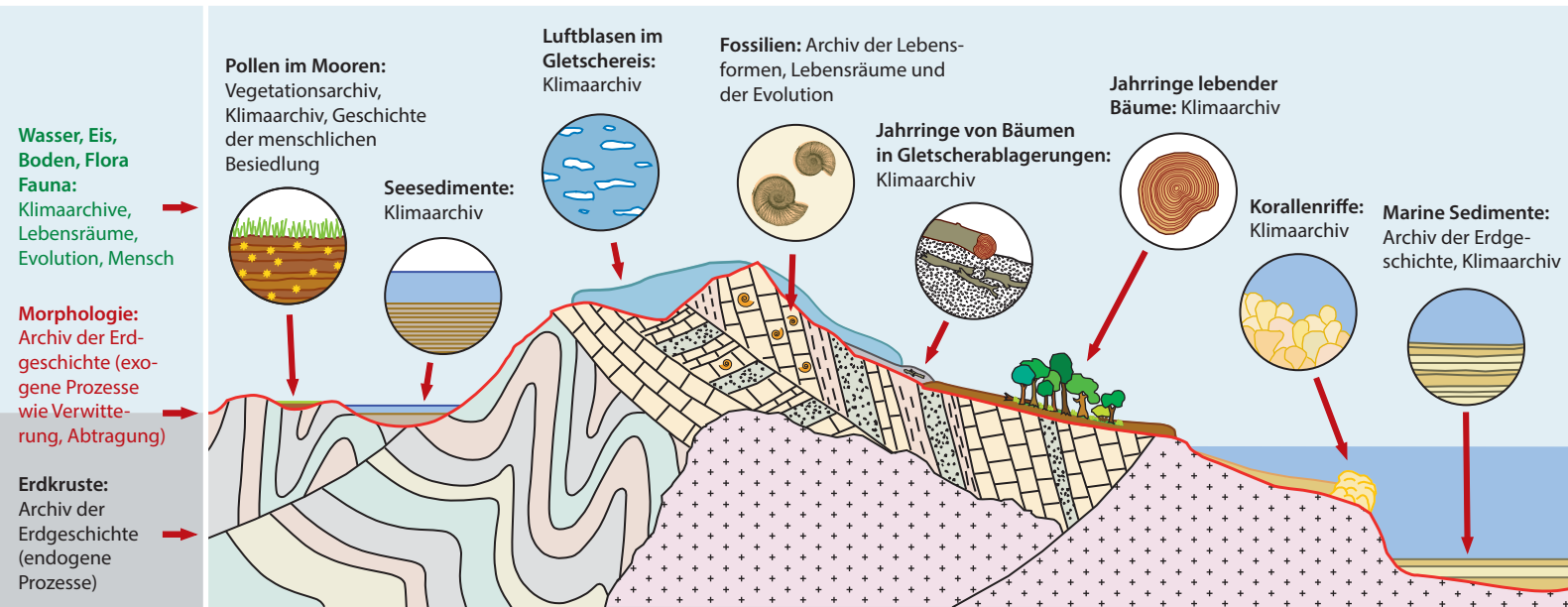


Abb. 2: Das Geo-Archiv Erdkruste

Wir wollen dieses «Geoarchiv» nun selbst nutzen und sehen, ob es uns gelingt, die Sprache der Gesteine zu entziffern und ihnen einige Geschichten zu entlocken. Damit Sie diese Geschichten verstehen können, müssen Sie ein paar wenige, grundlegende Dinge wissen, vergleichbar mit den Buchstaben des Alphabets.

Minerale und Kristalle

Die Gesteine bestehen vor allem aus **Mineralen** (oder Mineralien). Davon sind bis heute über 5'000 bekannt, für die Geologie sind jedoch nur etwa 30 von Wichtigkeit. Die allermeisten Minerale bilden **Kristal-**

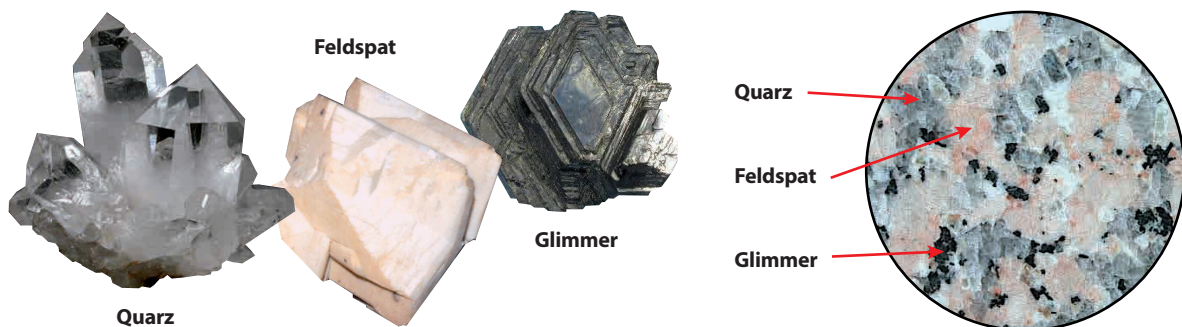


Abb. 3: Drei der wichtigsten Minerale als eigenförmige Kristalle (links) und als Gemenge aus unförmigen Kristallkörnern, die zusammen ein Gestein bilden (rechts)




Abb. 4: Kristallwachstum in einer Schmelze (Magma) oder einer wässrigen Lösung bis zum festen Gestein

talle wachsen entweder in wässrigen Lösungen bei Temperaturen bis zu einigen hundert Grad Celsius (z. B. hydrothermale Lösungen in Felsspalten), aus Schmelzen (Magma, flüssiges Gestein aus dem Erdinneren stammend) oder durch Umkristallisation bei Druck- und Temperaturänderungen in festem Gestein. Haben die Minerale genügend Platz zum Wachsen, bilden sie schöne, eigenförmige Kristalle. Meistens jedoch behindern sie sich während des Wachstums gegenseitig, sodass nur unförmige, fest zusammengefügte Körner entstehen, die zusammen ein Gestein bilden (Abb. 3, 4).

Die drei Hauptgruppen der Gesteine

Der Drang des Menschen, die Welt um sich herum zu verstehen, war immer schon eng mit dem Versuch verknüpft, die Natur systematisch zu ordnen. Ohne systematische Ordnung war und ist es nicht möglich, Zusammenhänge und Prozesse zu erkennen und zu verstehen. Dies führte im Verlauf der Geschichte der Wissenschaft zu Klassifikationssystemen, die in Ermangelung technischer Möglichkeiten zunächst hauptsächlich auf optischen Ähnlichkeiten beruhten. Man ahnte schon früh, dass optische Ähnlichkeit auf ähnliche Entstehungsprozesse oder wie in der Biologie auf eine verwandtschaftliche Beziehung hindeutet. Meist wurden die Gründe für Ähnlichkeiten jedoch erst viel später verstanden, häufig sogar erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts als Folge der Entwicklung und Nutzung moderner Analysemethodik.

In der Geologie wurde nach Merkmalen gesucht, die es erlaubten, die Gesteine nach ihrer Entstehungsart (Genese) zu klassifizieren. Auch da ging man davon aus, dass Ähnlichkeiten in der Erscheinungsform auf ähnliche Genese schliessen lassen. Dabei wurde deutlich, dass es drei grosse Gruppen von Gesteinen gibt, die sich grundlegend in ihrer Genese unterscheiden: **Magmatische Gesteine**, **Sedimentgesteine** und **metamorphe Gesteine** (Abb. 5). Magmatische Gesteine entstehen bei der Abkühlung zähflüssigen Magmas im Erdinnern (Tiefengesteine / Ganggesteine / Plutonite) oder auf der Erdoberfläche (Ergussgesteine / Vulkanite). Sedimentgesteine entstehen durch Ablagerung (Sedimentation) von Partikeln organischer (tierischer oder pflanzlicher) oder anorganischer Herkunft entweder im Wasser oder auf dem Land und metamorphe Gesteine sind das Ergebnis einer Umkristallisation (Metamorphose) bereits bestehender Gesteine bei Druck- und Temperaturänderungen im Erdinnern.



Gruppe	Untergruppe	
Magmatische Gesteine	Tiefengesteine / Plutonite	
	Ganggesteine (= Intrusivgesteine)	
	Ergussgesteine / Vulkanite	
Sedimentgesteine	Biogene Sedimentgesteine	Zoogene Sedimentgesteine
		Phytogene Sedimentgesteine
	Klastische / mechanische Sedimentgesteine	
	Chemische Sedimentgesteine	
Metamorphe Gesteine	Orthogesteine (aus magmatischen Gesteinen entstanden)	
	Paragesteine (aus Sedimentgesteinen entstanden)	

Abb. 5: Die drei Gesteinsgruppen

Fossilien

Es gibt Gesteine, in welchen Überreste von Lebewesen gefunden werden können, sog. Fossilien (Abb. 6). Meist handelt es sich um Schalen von Meerestieren wie Schnecken oder Muscheln, die oft erstaunlich gut erhalten sind. Mit viel Glück können auch Knochen von Landtieren wie z. B. von Sauriern gefunden werden, Pflanzenreste hingegen zersetzen sich schnell und sind deshalb selten erhalten.

Mithilfe von Fossilien ist es möglich, längst vergangene Lebensräume zu rekonstruieren. Findet man z. B. Fossilien von Meerestieren, weiss man mit Sicherheit, dass zu jener Zeit, als diese lebten, ein Meer exis-

tierte, wo sich heute nur noch Gesteine und Gebirge befinden. Meist ist es sogar möglich zu sagen, ob es ein tiefes oder ein flaches Meer war, welches Klima herrschte und welche Temperatur das Wasser etwa gehabt haben musste.

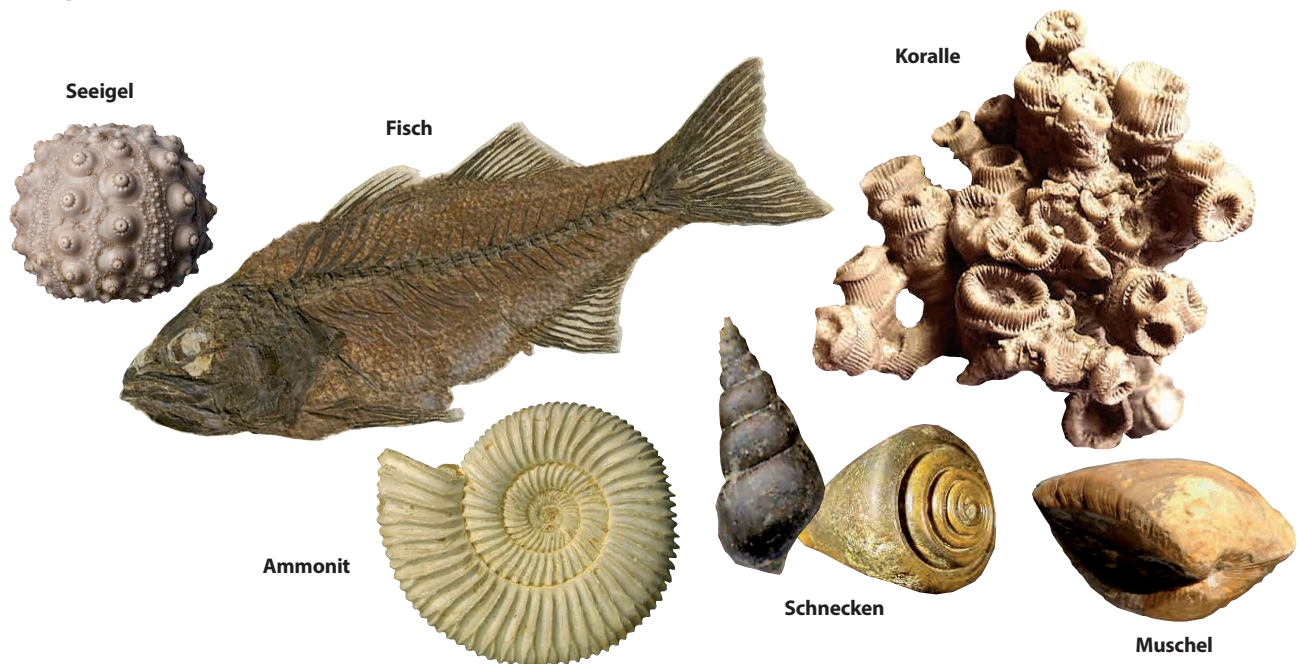


Abb. 6: Einige Fossilien

Die Sprache der Gesteine

Zentrales Element der geologischen Forschung ist die Entzifferung der Sprache der Gesteine. Die Anordnung von Gesteinen im Gelände, deren Zusammensetzungen oder die Anordnung ihrer Bestandteile sind charakteristische Merkmale oder **Sprachelemente**, die einzeln oder in Kombination miteinander eine bestimmte Bedeutung haben, vergleichbar mit Buchstaben oder Worten. Dabei gilt es herauszufinden, welche Prozesse zur Entstehung einzelner Sprachelemente geführt haben.

Im Fall gut sichtbarer Sprachelemente gelingt die Entzifferung oft bereits von Auge, mit einer Lupe oder mit einem optischen Mikroskop. Die Schale eines Meerestieres z. B. kann leicht als solche erkannt und als Hinweis auf ein früheres Meer verstanden werden. Je kleiner oder versteckter jedoch die Sprachelemente in einem Gestein sind, und je detaillierter deren Entstehungsprozesse erforscht werden sollen, desto eher müssen zusätzlich Labormethoden wie elektronische Mikroskope, chemische Analysen, Messungen, Experimente, Berechnungen und Modellierungen hinzugezogen werden. Manchmal ist die Nutzung von Labormethoden sogar die einzige Möglichkeit, um ein Sprachelement zu verstehen, z. B. wenn man herausfinden will, in welcher Tiefe in der Erdkruste ein Gestein entstanden ist oder wie alt es ist.

Gesteine sind sehr alt, meist mehrere Millionen bis mehrere hundert Millionen Jahre, teils sogar mehrere Milliarden Jahre. Ihr Alter lässt sich deshalb oft nur mit einer Genauigkeit von einigen Millionen Jahren bestimmen. Das erscheint nicht sehr genau zu sein, verglichen mit dem Alter der Erde von 4.6 Milliarden Jahren oder mit dem Alter des Universums von 13.8 Milliarden Jahren ist dies jedoch recht genau.

Die Entzifferung der Sprache der Gesteine beschränkt sich nicht auf das, was der Volksmund unter einem «Stein» versteht – von faustgross bis zu Felsbrocken –, sie bezieht sich vielmehr auf ganze Landschaften und deren geologische Bedeutung, vom Sandkorn bis zu einem ganzen Berg. Viele Elemente der Sprache der Gesteine sind mit etwas Übung selbsterklärend, jedoch bei weitem nicht alle. Oft steckt jahrelange Forschung hinter einem vermeintlich einfachen Element dieser Sprache. Und wie in jeder Sprache gibt es dabei auch Unschärfen und Missverständnisse.

Der Erdwissenschaftskrimi

Gesteine, Landschaften oder die Morphologie der ganzen Erdoberfläche sind vorläufige Resultate langer Reihen mit- oder nacheinander ablaufender Prozesse. Will man verstehen, wie so ein Resultat, z. B. ein Gestein oder eine Landschaftsform, zustande kam, müssen möglichst alle involvierten Prozesse erkannt und in umgekehrter Reihenfolge abgewickelt werden (Abb. 7).

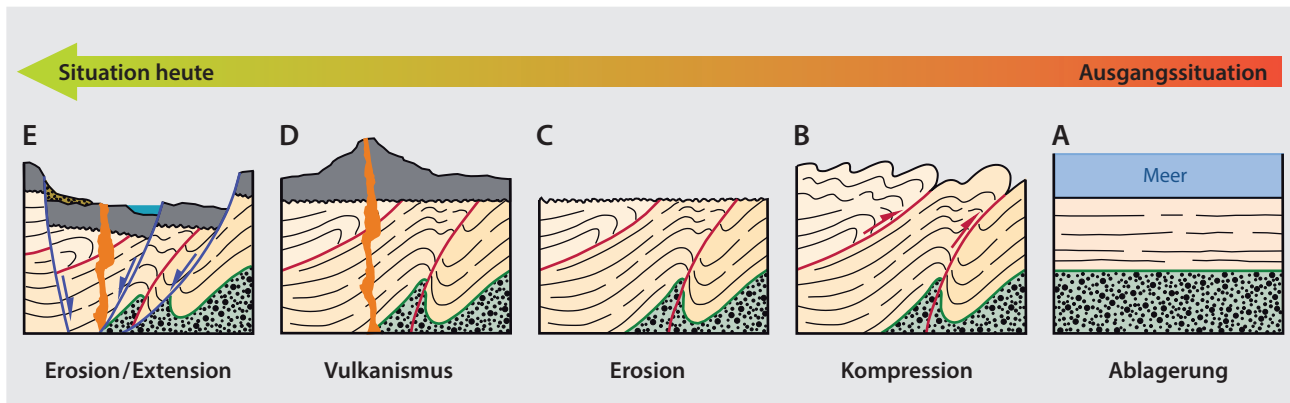


Abb. 7: Beispiel einer Rückwärtsabwicklung von Ereignissen, die zur Entstehung des aktuellen geologischen Befundes (E) geführt haben; von alt (A) nach jung (E)

Das Vorgehen der Geologie ist vergleichbar mit der Kriminalistik, wo nicht Gesteine oder Landschaften die Endresultate sind, sondern z. B. eine Leiche im Wald. Anhand von Detailbeobachtungen wie Lacksplitttern oder den Entwicklungsstadien von Fliegenlarven in Wunden wird in der Kriminalistik Schritt für Schritt rückwärts abgerollt, wie und weshalb es zur Tat kam. Anstelle von Lacksplitttern und Fliegenlarven führen in der Geologie z. B. ein versteinertes Fisch in einem Sedimentgestein oder ein Granatkristall in einem metamorphen Gestein auf die Fährte der Geschehnisse.

Geologische Fragestellungen, so komplex sie auch sein mögen, lassen sich in überschaubare und einzeln beantwortbare Teilfragen unterteilen. Die Teilfragen werden durch Beobachtungen im Gelände, an Gesteinen und unter dem Mikroskop, durch Laborarbeit auf der Basis chemischer und physikalischer Methoden und über mathematische oder analog im Labor nachgebaute Modelle beantwortet.

Gesteine werden durchsichtig

Bevor entschieden werden kann, welche Methoden zur Anwendung kommen, wollen die Geologinnen und Geologen wissen, wie und woraus die Gesteine genau aufgebaut sind. Dafür werden **Dünnschliffe** hergestellt (Abb. 8):

Mit einer Steinsäge, deren Sägescheibe mit feinen Diamanten besetzt ist, kann jedes Gestein zersägt werden. So ist es möglich, Klötzchen von ca. 2 mal 4 mal 1 cm Grösse aus dem Gestein herauszusägen. Diese Klötzchen werden auf ein dünnes Glasplättchen geklebt und danach bis auf eine Dicke von 30 Mikrometer (30 Tausendstel eines Millimeters), herunter geschliffen. Zum Vergleich: das ist etwa halb so dick wie das Haar eines Menschen. Legt man diese Dünnschliffe unter ein Mikroskop, können sie mit bis zu 100-facher Vergrößerung betrachtet werden (Abb. 8, 9).

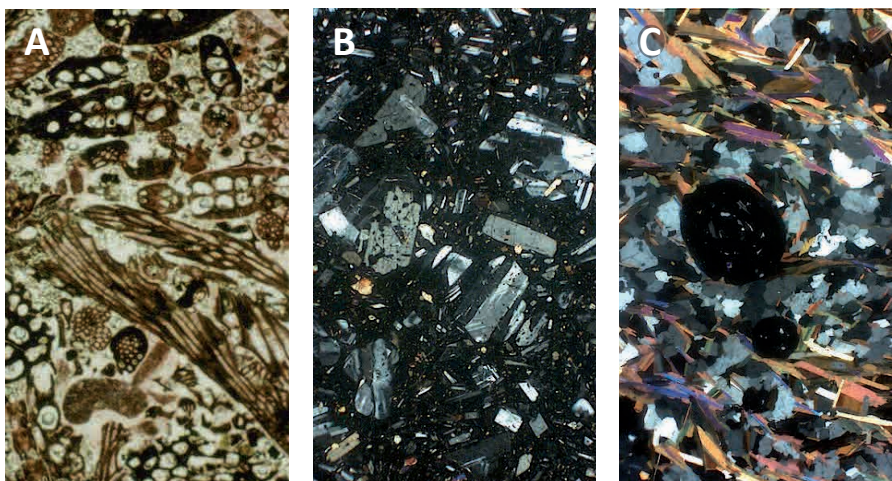


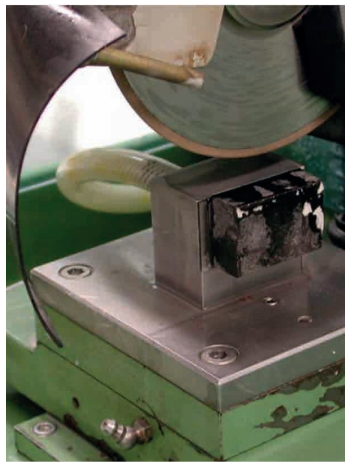
Abb. 8: Beispiele von Dünnschliffen, Vergrößerung ca. 10 x:
 A: Sedimentgestein (Kalkstein mit Fossilschalen)
 B: Magmatisches Gestein (Basalt)
 C: Metamorphes Gestein (Granat - Biotitgneis)



Sägen des Gesteins mit der Diamantsäge



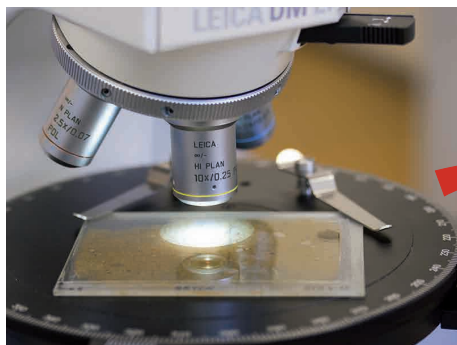
Gesteinsklötzchen auf Glasplättchen geleimt



Absägen des überschüssigen Gesteins bis auf eine Scheibe von 100 Mikrometer

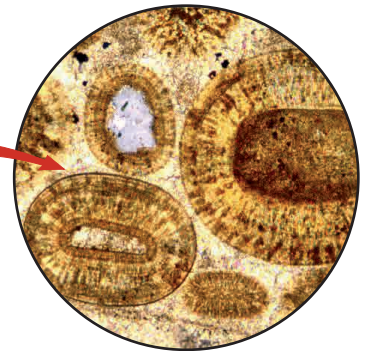
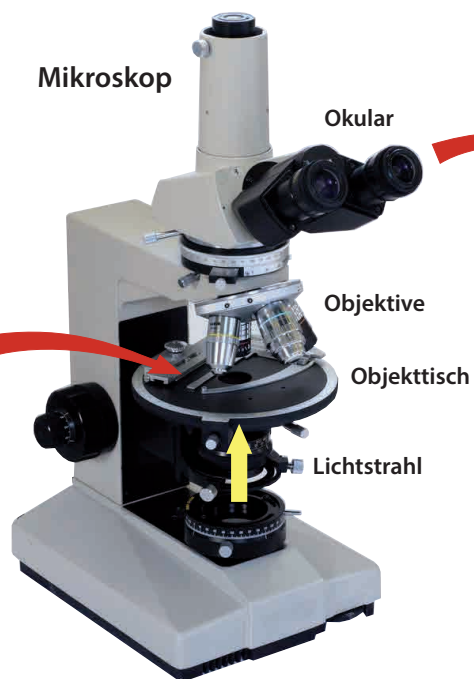


Abschleifen der Scheibe bis auf 30 Mikrometer und Polieren (eingeklemmt unter den Stahlstempeln)



Dünnschliff auf dem Objektisch des Mikroskops

Mikroskop



Vergrössertes Bild des Dünnschliffs im Okular

Abb. 9: Herstellung von Dünnschliffen und ihre Nutzung