

# CSI Alps – Geologie als Spurensuche erlebbar machen

## Erläuterungen zur Gesteinssammlung

### Arbeit mit der Sammlung

Die Gesteinssammlung besteht aus zwei Teilen, einer Sammlung mit 42 Demonstrationsgesteinen und einer Übungssammlung für die Schülerinnen und Schüler, welche aus 20 Sets mit je 12 Gesteinen desselben Typs besteht. Beide Teile bauen auf Modul 1 auf und bilden eine Ergänzung dazu.

Die Demonstrationssammlung enthält die meisten Gesteine, die im Lauf von Modul 1 behandelt werden. Diese Gesteinsproben sind, wo es die Umstände zulassen, faustgross oder grösser und eignen sich somit gut zu Demonstrationszwecken während des Unterrichtes.

Die Übungssammlung enthält mit 20 Gesteinstypen nur knapp die Hälfte der Gesteine aus der Demonstrationssammlung. Es sind dies Gesteine, die entweder besonders häufig vorkommen, in der Natur leicht zu erkennen sind, an welchen Details wie der Mineralgehalt besonders gut beobachtet werden können, oder die besonders wichtig sind, z. B. für das Verständnis tektonischer Prozesse. Von diesen etwas kleineren Gesteinsproben gibt es jeweils 12 Stück desselben Gesteinstyps, sodass die SuS in Gruppen von 2-3 Personen damit arbeiten können. Wir empfehlen, die Gesteine der Übungssammlung in Werkstattgefassen aufzubewahren mit 3 unterschiedlichen Farben für die magmatischen Gesteine, die Sedimentgesteine und die metamorphen Gesteine. Damit fällt es auch den SuS leichter, die Gesteine nach dem Unterricht wieder in die richtigen Gefässer zurückzulegen.



Übungssammlung der Kantonsschule Schaffhausen.

Bei der selbständigen Arbeit mit der Übungssammlung müssen die SuS darauf hingewiesen werden, die Gesteinsproben von allen Seiten anzuschauen. Leider ist dies nicht selbstverständlich. Nur dadurch können z. B. Schieferungen oder Unterschiede zwischen frisch angeschlagenen und verwitterten Stellen erkannt werden. Es kommen auch nicht immer alle Minerale überall in den Gesteinsproben vor.

## Entstehung der Sammlung

Nicht alle Gesteine lassen sich leicht sammeln. Einige kommen nur in grosser Distanz zu Transportwegen oder Verkehrsmitteln vor und müssen weit getragen werden, andere sind selten in unverwittertem Zustand anzutreffen oder kommen in didaktisch sinnvoller Form nur im Ausland vor. Leider werden durch die hohen Produktionskosten auch immer mehr Steinbrüche in der Schweiz zur Schliessung gezwungen, sodass dort nicht mehr gesammelt werden kann. Meist werden sie in Deponien umgewandelt und innert weniger Jahre mit Aushub aufgefüllt oder es entstehen Naturschutzgebiete.

Mit Ausnahme eines Basalts aus der Türkei, der in Form von Pflastersteinen von einer Steinhandlung bezogen wird, der vulkanischen Schlacke von den Kanarischen Inseln, einem roten Sandstein, der von der Basler Münsterbauhütte zur Verfügung gestellt wurde, einiger Gneisplatten, der Steinkohle und der Obsidiane aus Mexiko wurden alle Gesteine selbst gesammelt. Die grössten Distanzen legten dabei Feuersteine aus der Normandie, Basalt aus der Vulkaneifel und der rote Rhyolith aus Löbejün in Sachsen-Anhalt zurück. Die Gesteine werden in grossen Brocken transportiert, deren Gesamtgewicht pro Gesteinstyp oft bis zu 250 kg erreicht, zentral gelagert und erst danach zerteilt.

Die Grösse der Gesteinsproben hängt von der verfügbaren Menge und von der Art der Gesteinsvorkommen ab. Einige Gesteine kommen massig in grossen Brocken vor, wie z. B. Granit und Serpentinit, andere sind dünn gebankt wie z. B. Radiolarit und gewisse Kalke, oder geschieferet wie Gneise. Jedes Gesteinsstück enthält genügend frisch aufgeschlagene Partien, teils enthalten die Gesteine jedoch auch angewitterte Stellen. Dies trägt dazu bei, den SuS eine Vorstellung vom Aussehen der Gesteine in der Natur zu geben. Die Gesteinsproben sind alle von Hand mit dem Hammer gebrochen, um zu vermeiden, dass übermäßig viele Schlag- und Kratzspuren entstehen, wie dies in mechanischen Brechern der Fall ist. Jedes Set enthält dadurch Stücke unterschiedlicher Grösse und Form.



Steinlager und -bearbeitung.

## Inhalt der Sammlung

			Demo-sammlung	Übungs-sammlung
<b>Magmatische Gesteine</b>				
<b>Plutonite</b>				
1	Granit weiss (Aaregranit)	Göschenen, UR		
2	Granit rosa	Baveno, Italien		
3	Granit grünlich	Albulapass, GR		
4	Granitporphyr	Schwarzwald, D		
5	Gabbro	Val Sesia, Italien		
6	Peridotit	Finero, Baldissero, It.		
<b>Vulkanite</b>				
7	Rhyolith grau, feinkörnig	Schwarzwald, D		
8	Rhyolith rot, grobkörnig	Löbezün, D		
9	Basalt feinkörnig	Türkei		
10	Basalt grobkörnig	Vulkaneifel, D		
11	Vulkanische Schlacke	Kanarische Inseln		
12	Obsidian	Sonora, Mexiko		
13	Bims	Lipari, Italien		
<b>Sedimentgesteine</b>				
14	Kalkstein beige Jura	Mellikon, AG		
15	Kalkstein grau Jura	Frick, AG		
16	Kalkstein grau Alpen	Urnerboden, UR		
17	Kalkoolith	Nuglar - St. Panthaleon, SO		
18	Tonstein grau	Engi, GL		
19	Tonstein rot	Mels, SG		
20	Sandstein blaugrün	Rooterberg, LU		
21	Sandstein olivgrün	Ostermundigen, BE		1)
22	Sandstein rotbraun	Südschwarzwald, D		
23	Konglomerat	Rossberg, SZ		
24	Brekzie	Arzo, TI / Piz Alv, GR		
25	Feuerstein (Silex, Flint)	Normandie		
26	Radiolarit	Ligurien, Italien / Brendelspitz, FR		
27	Gips	Div. Fundorte		
28	Steinkohle	Fundort unbekannt		
<b>Metamorphe Gesteine</b>				
29	Zweiglimmergneis	Leventina, TI		
30	Augengneis	Mattmark, Saastal, VS		
31	Chloritgneis	Rheinwald, GR		
32	Biotitgneis	Maggiatal, TI		

33	Granat-Biotitgneis	Bosco Gurin, TI		
34	Disthen-Granatgneis	Campolungo, TI		
35	Migmatit	Ponte Brolla, TI		
36	Prasinit	Marmorera, GR		
37	Marmor (nur Kalzit)	Valle di Peccia, TI		
38	Marmor (Kalzit + div. Minerale)	Valle di Peccia / Castione TI		
39	Quarzit	Grosser St. Bernhard, Italien		
40	Amphibolit	Flüelapass, GR		
41	Sepentinit	Marmorera, GR		
42	Eklogit	Valle Po, Italien / Alpe Arami, TI		

<sup>1)</sup> Für die Region typischer Sandstein kann ausgewählt werden.

## Beschreibung der einzelnen Gesteinstypen

### Magmatische Gesteine

Obwohl die magmatischen Gesteine mit einer überschaubaren Anzahl von Gesteinsnamen abgedeckt werden können, ist ihre Variabilität enorm. So sehen zum Beispiel kaum je zwei Granite oder Basalte genau gleich aus. Um diese Variabilität zumindest ansatzweise abzubilden, enthält die Sammlung mehrere Varianten der häufigsten magmatischen Gesteine. Für deren Einordnung und im Besonderen auch für das Verständnis von deren Entstehung sind Mineralbestand und Größenverhältnisse der Minerale zentral.

### 1 – Aaregranit (Göschenen, Uri)

**Quarz:** Etwas bräunlich, glasig-transparent

**Feldspat:** In jedem Granit hat es Plagioklase und Alkalifeldspäte, also zwei Typen von Feldspäten. Da diese in weissen/grauen Graniten jedoch von Auge oft schwierig zu unterscheiden und trügerisch sind, wurde in Kapitel 2 nur ein Feldspat als „Feldspat“ eingeführt.

**Biotit:** Der schwarze Glimmer bildet dunkle Nester. Ab und zu kann es auch etwas Muskovit (Hellglimmer) haben.

Aaregranit wurde zum Bau von Brücken, Gebäuden, Brunnen und Denkmälern verwendet. Er wurde in der Vergangenheit vor allem in der Umgebung von Göschenen und Wassen sowie im Haslital abgebaut. In Ermangelung an leicht zugänglichem Granit wurden im Mittelland vor dem Bau der Eisenbahn fast alle Granitfindlinge zu Bausteinen verarbeitet. Nachdem wegen sinkender Nachfrage nach Bausteinen in den 1970-er Jahren die Granitsteinbrüche schliessen mussten, wurde kürzlich bei Göschenen ein neuer Steinbruch eröffnet.

### 2 – Rosa Granit (Baveno, Italien)

**Quarz:** Glasig-transparent, grau

**Feldspat:** Ein rötlicher und ein weisser Typ. Der rötliche Feldspat ist durch äussert feine Lamellen von Eisenoxyd ( $Fe_2O_3$ , Hämatit) rötlich gefärbt. Diese entstehen erst nach der Abkühlung des Gesteins durch Entmischung in festem Zustand.

**Biotit:** Der schwarze Glimmer bildet dunkle Plättchen

Weltweit sind viele Granite rötlich oder sogar satt rot bis rotbraun. Der Granit von Baveno wurde in der Vergangenheit vor allem als Zierstein eingesetzt, z. B. bei Denkmälern. Heute wird das Gestein immer noch abgebaut und vor allem zu Küchenplatten verarbeitet.

### 3 – Grünlicher Granit (Albulapass, GR)

**Quarz:** Glasig, grau

**Feldspat:** Gewisse Feldspäte können grünlich werden, wenn das Gestein über längere Zeit einer tiefgradigen Metamorphose ausgesetzt war. Dabei wandeln sie sich in ein Gemisch aus mikroskopisch kleinen, von Auge nicht unterscheidbaren, grünlichen Mineralen wie Epidot und Chlorit um.

**Biotit:** Der schwarze Glimmer bildet dunkle Nester, teilweise ist er in Chlorit umgewandelt.

Genau genommen dürfte man bei diesem Gestein eigentlich nicht von einem Granit sprechen, da es eher ein Granodiorit ist und es zusätzlich leicht metamorph ist. Die Geologie ist diesbezüglich aber tolerant – man könnte auch ungenau sagen –, da sich schon seit langer Zeit die Begriffe „Albulagranit“ und „Juliergranit“ für dieses Gestein eingebürgert haben. Weltweit sind viele grünliche Granite bekannt. Sie sind auf ähnliche Weise entstanden wie der Albulagranit.

### 4 – Granitporphyr (Schwarzwald, D)

**Feldspat:** Einige Feldspäte sind weiss, die Mehrheit ist jedoch mehrfarbig, von gelblich bis rotbraun. Dies ist wie beim Granit von Baveno auf Einlagerungen von Eisenoxiden zurückzuführen. Die grossen Feldspatkristalle begannen schon früh in der Schmelze auszukristallisieren und hatten entsprechend viel Zeit für ihr Wachstum.

**Biotit:** Der schwarze Glimmer bildet dunkle Plättchen.

**Quarz:** Kaum vorhanden.

Granitporphyr wird im Schwarzwald bis heute an verschiedenen Stellen abgebaut. Früher wurden Bausteine, Treppenstufen und mächtige Randsteine daraus hergestellt, die noch immer in etlichen schweizer Städten, z. B. in Basel, existieren. Heute werden die Granitporphyre mehrheitlich zu Schotter für den Strassenbau gebrochen.

### 5 – Gabbro (Val Sesia, Italien)

**Feldspat:** Weiss

**Pyroxen:** Schwarz, dunkelbraun, gelegentlich dunkelgrün

Gabbros werden heute weltweit abgebaut zur Herstellung von Küchenplatten (fast alle schwarzen oder dunkelgrauen Küchenplatten sind Gabbros). Diese stammen meist aus Südamerika oder Asien.

### 6 – Peridotit (Finero / Baldissero, Italien)

**Olivin:** grün, grün-braun oder grün-gelb, teils kräftig in der Farbe, teils blass. Die Farbe des Olivins hängt von seinem Gehalt an Eisen und Magnesium ab. Peridotit besteht zum weitaus überwiegenden Teil aus Olivin.

**Begleitminerale:** häufig kupferbrauner Phlogopit (Varietät des Biotits), zeigt an, dass Wasser im Gestein vorhanden war; selten grasgrüner Chrom-Diopsid (ein Pyroxen).

Olivin ist unter atmosphärischen Bedingungen wenig stabil. Peridotite verwittern deshalb sehr leicht und werden oberflächlich ockerfarben. Diese Verwitterungsschicht kann bis zu einem Zentimeter dick sein. Sollen Peridotite ihren Glanz behalten, ist es von Vorteil, sie nicht über längere Zeit direkter Sonneneinstrahlung auszusetzen.

In Norditalien wird Peridotit in diversen Steinbrüchen abgebaut. Sein Hauptmineral Olivin findet aufgrund seines hohen Schmelzpunktes von 1890°C in der Industrie vielfältige Verwendung etwa bei der Herstellung hitzeresistenter Gläser und feuerfester Werkstoffe oder als Formsand in der Metallgiesserei. Die grossen Peridotitvorkommen in Norditalien sind der Tatsache zu verdanken, dass die Alpenbildung sehr tiefgreifend war und dadurch Teile des oberen Erdmantels an die Oberfläche gepresst wurden (Modul 5). Weltweit sind solch grosse Vorkommen jedoch die Ausnahme.

## 7 – Grauer Rhyolith feinkörnig (Schwarzwald, D)

**Feldspat:** Die Farbe der Feldspäte variiert zwischen weiss und hellgrau.

**Quarz:** Glasig-transparent, braun-grau

**Mikrokristalline Grundmasse:** Besteht vor allem aus kleinen Feldspäten.

Das Gestein ist sehr hart und bricht splittrig, es wurde lokal als Baustein verwendet. Heute werden Rhyolithe aufgrund ihrer Härte und Verwitterungs-/Frostresistenz zu Schotter gebrochen und als Baumaterial für die Kofferung von Strassen verwendet.

## 8 – Roter Rhyolith grobkörnig (Löbejün, Sachsen, D)

**Feldspat:** Die Farbe der Feldspäte variiert zwischen weiss und hellrot.

**Quarz:** Glasig-transparent, braun-grau

**Mikrokristalline Grundmasse:** Besteht vor allem aus mikroskopisch kleinen Feldspäten.

Das Gestein ist sehr hart und bricht splittrig, es wurde lokal als Baustein und zur Pflästerung von Strassen verwendet. Heute werden Rhyolithe aufgrund ihrer Härte und Verwitterungs-/Frostresistenz zu Schotter gebrochen und als Baumaterial für die Kofferung von Strassen verwendet.

## 9 – Basalt feinkörnig (Izmir, Türkei)

**Feldspat:** Hellgrau

**Pyroxen:** Schwarz

Von Auge fallen vor allem die hellen, kleinen Feldspäte auf. Die schwarzen Pyroxene sind hingegen so eng miteinander verwachsen, dass kaum einzelne Kristalle sichtbar sind. Durch Verwitterung verfärben sich die Feldspäte braun.

Feinkörnige Basalte entstehen in über 10 Meter mächtigen Basaltströmen, die beim Auskühlen Basaltsäulen bilden. Säulenbasalte kommen auch in Europa vor, stehen aber durchwegs unter Schutz. Es wurden deswegen Pflastersteine aus dem Bausteinhandel verwendet. Strassenbeläge aus Basalt-Pflastersteinen oder -platten waren bis Mitte des 20. Jahrhunderts aufgrund ihrer ausserordentlichen Härte und Zähigkeit weit verbreitet. Solche Belagssteine werden jedoch in Westeuropa nicht mehr hergestellt.

## 10 – Basalt grobkörnig (Vulkaneifel, Deutschland)

**Pyroxen (Augit):** Schwarz

**Feldspat:** Grau, Spaltflächen teils mit hellem Seidenglanz

**Olivin:** Grün-gelb, teils bräunlich angewittert, glasig

**Mikrokristalline Grundmasse:** Besteht vor allem aus mikroskopisch kleinen, grauen Feldspäten und Pyroxen.

Dieser Basalt stammt aus einigen Meter mächtigen Lavaströmen. Er ist aufgrund seiner Grobkörnigkeit und vereinzelter, gasgefüllter Poren weit weniger hart als feinkörniger Basalt, dafür aber zäher.

## 11 – Vulkanische Schlacke (Kanarische Inseln)

Besteht aus basaltischer Lava mit Gasblasen, entsteht entweder beim Auswurf von Lava aus Kratern oder an der Oberfläche von Aa-Lavaströmen. Mit Ausnahme einiger weniger Einsprenglinge von grünem Olivin können einzelne Minerale darin kaum beobachtet werden.

## 12 – Obsidian (Alamos, Sonora, Mexiko)

Die als Glas erstarrte Lava enthält keine sichtbaren Minerale.

### **13 – Bims (Lipari, Italien)**

Vulkanisches Glas, das so viele Gasblasen enthält, dass es nur aus einem Schaum aus äusserst dünnen Glashäutchen besteht. Dadurch erscheint selbst schwarzer Obsidian hellgrau. Schwimmt auf dem Wasser.

## **Sedimentgesteine**

Für die Bestimmung der Sedimentgesteine spielen im Gegensatz zu den magmatischen Gesteinen einzelne Minerale kaum eine Rolle, da diese meist sehr klein und von Auge kaum erkennbar sind. Wichtige Bestandteile von Sedimentgesteinen sind hingegen deren Komponenten wie z. B. Sandkörner oder auch Fossilien.

### **14 / 15 / 16 / 17 – Kalkstein**

Kalksteine bestehen im Wesentlichen aus feinen Kalzitkriställchen, die von Auge kaum einzeln zu erkennen sind. Deshalb wirken Kalksteine meist stumpf und massig. Kalksteine können viele Farben haben, von hellgrau über beige bis hin zu dunkelgrau und beinahe schwarz, auch rote und braune Kalksteine kommen vor. Der Begriff Kalk“stein“ ist etwas sperrig, meist wird deshalb vereinfachend nur von „Kalk“ gesprochen. Dieser Begriff wird jedoch auch in der Alltagssprache z. B. für industrielle Produkte oder für unerwünschte Ablagerungen in Wasserrohren und Pfannen verwendet, was Verwirrung stiften kann.

Wirtschaftlich spielen Kalksteine vor allem bei der Herstellung von Zement eine grosse Rolle. Im Jura stehen die meisten noch aktiven Steinbrüche im Dienst der Zementindustrie. Kalksteine mit einem hohen Anteil an Quarzsand (Kieselkalk) sind äusserst zäh und werden als Bahnschotter oder für Strassenkofferungen verwendet.

**14 – Kalkstein beige Jura (Mellikon, AG):** Der überwiegende Teil der Kalksteine im Juragebirge sind beige bis hellgrau. Bei genauerem Hinsehen fallen farbliche Unregelmässigkeiten verschiedener Grösse auf. Dabei handelt es sich meist um Überreste von Organismen (Fossilien), Kotpillen oder Ooide.

**15 – Kalkstein grau Jura (Frick, AG):** Ein kleiner Teil der Kalksteine im Juragebirge ist dunkelgrau. Dies ist das Resultat feinster Einlagerungen schwarzer, bituminöser Stoffe, welche Umwandlungsprodukte organischer Materie wie z. B. Plankton sind. Beim Zerschlagen solcher Gesteine verbreitet sich manchmal sogar ein leichter Erdölgeruch. Der Fossilienreichtum der vorliegenden grauen Kalksteine ist zufälliger Natur, es handelt sich vorwiegend um Muscheln oder Ammoniten.

**16 – Kalkstein grau Alpen (Urnerboden, UR):** Die Kalksteine in den Alpen sind durchwegs dunkelgrau bis fast schwarz, im angewitterten Zustand erscheinen sie jedoch hellgrau. Da alle Alpenkalke während der Alpenbildung leicht erhöhten Temperaturen und Drucken ausgesetzt waren, hat sich organische Materie in submikroskopisch kleine, kohlige Partikel verwandelt, welche das Gestein dunkelgrau bis fast schwarz färben. Durch spröde Deformation der Kalksteine entstanden Risse, in welchen weisser Kalzit auskristallisierte.

**17 – Kalkoolith (Nuglar-St. Panthaleon, SO):** Kalkstein, der fast ausschliesslich aus Ooiden besteht (Kap. 5, Abb. 13).

### **18 / 19 – Tonstein grau und rot (Engi, GL bzw. Mels, SG)**

Tonsteine bestehen fast ausschliesslich aus plättchenförmigen Tonmineralen (>0.002mm). Da sich diese schon nur bei Kompression durch darüber liegende Schichten parallel einregeln, entstehen Gesteine mit schiefrigem Aussehen, sodass häufig von „Tonschiefer“ gesprochen wird. Der Begriff „Schiefer“ sollte jedoch nur im Kontext metamorpher Gesteine verwendet werden. Tonstein kann in Abhängigkeit zusätzlicher, fargebender Bestandteile grau, grünlich oder rot sein. Grauer Tonstein wird wie grauer Kalkstein durch bituminöse oder kohlige Partikel gefärbt, roter Tonstein enthält etwas Eisenoxid.

## **20 / 21 / 22 – Sandsteine**

Hauptbestandteile der Sandsteine sind von Auge sichtbare Sandkörner bis ca. 2 mm, die hauptsächlich aus Quarz und Feldspat bestehen. Die Farbe der Sandsteine wird weniger von deren Hauptbestandteilen als vom Material in den Hohlraumfüllungen dazwischen bestimmt. In der Zentral- und Ostschweiz sowie in der Region Zürich überwiegen blaugrüne Sandsteine, in der Region Bern-Fribourg olivgrüne und in der Region Basel rotbraune.

**20 – Sandstein blaugrün (Rooterberg, LU):** Molassesandstein (ca. 20 Mio. J.), die blaugrüne Farbe wird durch das Mineral Glaukonit hervorgerufen, das schon während der Ablagerung des Sandes in einem seichten Meer zwischen den Sandkörnern kristallisierte.

**21 – Sandstein olivgrün (Ostermundigen, BE):** Molassesandstein (ca. 20 Mio. J.), die olivgrüne Farbe wird durch das Mineral Glaukonit hervorgerufen, das schon während der Ablagerung des Sandes in einem seichten Meer zwischen den Sandkörnern kristallisierte.

**22 – Sandstein rotbraun (Südschwarzwald, D):** Buntsandstein aus der Triaszeit (ca. 250 Mio. J.), die rotbraune Farbe wird durch Eisenoxid hervorgerufen, das sich zwischen den Sandkörnern anreicheerte.

## **23 – Konglomerat (Rossberg, SZ)**

Die Hauptbestandteile von Konglomeraten sind seine auffälligen Komponenten aus Kies. Diese werden durch eine sandige Matrix zusammengehalten, man spricht auch von „zementiert“ und entsprechend von „Zement“. Diese sandige Matrix kann wie im Fall der Sandsteine farbgebende Minerale enthalten. Die rötliche Farbe der Konglomerate vom Rossberg wird durch Eisenoxid hervorgerufen, das sich zwischen den Sandkörnern anreicherte.

## **24 – Brekzie (Arzo, TI / Piz Alv GR)**

Brekzien sind eher selten, als Anschauungsmaterial jedoch wichtig für die Beurteilung der Kornrundung im Vergleich zu Konglomeraten und der damit einhergehenden Möglichkeit abzuschätzen, ob klastische Sedimente weit oder weniger weit transportiert wurden. Zur Verdeutlichung sind einige Stücke angesägt.

Die vielfarbige Brekzie von Arzo ist ein weltweit einmaliges Gestein, das früher kunstvoll verarbeitet zur Gestaltung von Kircheninnenräumen verwendet wurde. Sie entstand vor 180 Mio. Jahren unter dem Meeresspiegel, als Kalk- und Dolomitschichten bei der Öffnung der Tethys auseinanderbrachen und Bruchstücke davon als Unterwasser-Felsstürze den Kontinentalhang hinab rutschten. Die Brekzie vom Piz Alv hat eine ähnliche Geschichte, wurde jedoch zusätzlich von der Alpenbildung erfasst und dabei deformiert.

## **25 – Feuerstein (Region Etretat, Normandie, Frankreich)**

Feuerstein, auch Chert, Flint oder Silex genannt, kann unterschiedliche Farben von hellgrau über honiggelb, braun und rot bis schwarz haben. Oft sind Feuersteine von einer weissen, kreidigen Kruste überzogen. Brauner Feuerstein wird z. B. auf der griechischen Insel Kefalonia oder in der Region von Pressigny in Frankreich gefunden, wo er schon in der Steinzeit abgebaut und zu Werkzeugen verarbeitet wurde. Schwarzer, grauer und beiger Feuerstein in grossen Knollen stammt meist von der Ost- und Nordseeküste, wo er in Kalkstein aus der Kreidezeit eingelagert ist.

## **26 – Radiolarit (Ligurien, Italien oder Brendelspitz, FR)**

Radiolarit ist zwar eher selten, aus Sicht der Sedimentologie jedoch ein wichtiges Gestein, denn es zeigt an, dass Ablagerung unterhalb der CCD stattgefunden hat, in der Regel also in sehr grosser Wassertiefe (Kap. 5.4.1, S. 10-11). Weitaus am häufigsten ist Radiolarit rotbraun, wobei diese Farbe durch Einlagerungen von Eisenoxid entsteht. Er kann aber auch grau oder grünlichgrau sein. Es ist nicht möglich, von Auge darin Radiolarien zu erkennen. Häufig ist Radiolarit von weissen Adern

durchzogen. Diese entstehen, wenn der spröde Radiolarit durch Deformation zerbricht. Die Klüftungen werden in der Folge durch Quarz- oder Kalzitkristalle aufgefüllt. In der Schweiz ist Radiolarit an diversen Orten zu finden, z. B. in Davos, im Mendrisiotto oder in der Region von Jaun.

## **27 – Gips (Col des Mosses VD, Zeglingen BL, Benkerjoch AG oder Melbach OW)**

Gips ist meist weiss oder grau und sehr weich, die seltene Varietät Alabaster ist oft rötlich. Gips enthält im Kristallgitter gebundenes Wasser. Wasserfreier Gips heisst Anhydrit und ist beträchtlich härter. Da Gips und Anhydrit unverzichtbare Rohstoffe für die Bauindustrie sind, werden sie in der Schweiz noch immer in verschiedenen Steinbrüchen abgebaut. Die Gipsproben in der Sammlung stammen aus aufgelassenen Gruben am Col des Mosses (VD), in Zeglingen (BL) und am Benkerjoch (AG) oder der Gipsgrube Melbach (OW).

## **28 – Steinkohle (Fundort unbekannt)**

Steinkohle ist brüchig und färbt schwarz ab.

## **Metamorphe Gesteine**

Die Vielfalt der metamorphen Gesteine ist sehr gross. Die Sammlung deckt einige häufige metamorphe Gesteine ab sowie exemplarisch die Metamorphose der Tongesteine (Kap. 6.2.2 bzw. P-T Diagramm auf S. 19). Die metamorphen Gesteine enthalten diverse „farbige“ Minerale wie den „grünen“ Chlorit oder den „roten“ Granat. Diese Farben wirken nicht in jedem Licht gleich kräftig und sind teils auch eher blass, sodass man genau hinschauen muss. Da die Geologie – anders als die Biologie – nicht durch satte Farben verwöhnt ist, wird als „grün“ bezeichnet, was annähernd grün ist oder als „rot“, was annähernd rot ist.

## **29 – Zweiglimmergneis (Leventina, TI)**

Häufiges metamorphes Gestein, bestehend aus den zwei Glimmern Biotit (schwarz) und Muskovit (silbern glänzend). Weitere Minerale sind Quarz und Feldspat. Dieses Gestein kann durch Metamorphose sowohl aus einem Granit (Orthogneis) wie auch aus einem Sandstein (Paragneis) entstanden sein. Während der Metamorphose wurde es zusätzlich tektonisch zusammengedrückt, wodurch eine Schieferung entstand. Die Abbildung zeigt einen Blick auf die Schieferungsfläche (links) und einen Blick senkrecht zur Schieferung (rechts).

## **30 – Augengneis (Mattmark, Saastal, VS)**

Mineralbestand und Entstehungsprozesse entsprechen jenen des Zweiglimmergneises. Zusätzlich sind grosse Feldspat-„Augen“ zu beobachten. Diese deuten darauf hin, dass das Ausgangsgestein ein Granitporphyr war. Die Abbildung zeigt einen Blick auf die Schieferungsfläche (links) und einen Blick senkrecht zur Schieferung (rechts).

## **31 – Chloritgneis (Rheinwald, GR)**

Metamorphes Gestein, bestehend aus grünem Chlorit und etwas Quarz und Feldspat. Ausgangsgestein war ein tonreiches Sedimentgestein. Chlorit ist das erste auffällige Mineral, das bei der fortschreitenden Metamorphose von Tongesteinen entsteht (ab ca. 250°C; Kap. 6.2.2 bzw. P-T Diagramm auf S. 19). Die Abbildung zeigt einen Blick auf die Schieferungsfläche (links) und einen Blick senkrecht zur Schieferung (rechts).

## **32 – Biotitgneis (Maggiatal, TI)**

Metamorphes Gestein, bestehend aus schwarzem Biotit, Quarz und Feldspat. Ausgangsgestein war ein tonreiches Sedimentgestein. Biotit ist das zweite auffällige Mineral, das bei der fortschreitenden Metamorphose von Tongesteinen entsteht (ab ca. 350°C; Kap. 6.2.2 bzw. P-T Diagramm auf S. 19).

Die Abbildung zeigt einen Blick auf die Schieferungsfläche (links) und einen Blick senkrecht zur Schieferung (rechts).

### **33 – Granat-Biotitgneis (Bosco Gurin, TI)**

Metamorphes Gestein, bestehend aus rotbraunem Granat, schwarzem Biotit, Quarz und Feldspat. Ausgangsgestein war ein tonreiches Sedimentgestein. Granat ist das dritte auffällige Mineral, das bei der fortschreitenden Metamorphose von Tongesteinen entsteht (ab ca. 500°C; Kap. 6.2.2 bzw. P-T Diagramm auf S. 19). Die Abbildung zeigt einen Blick auf die Schieferungsfläche (links) und einen Blick senkrecht zur Schieferung (rechts).

### **34 – Disthen-Granatgneis (Campolungo, TI)**

Metamorphes Gestein, bestehend aus blauem Disthen, rotbraunem Granat, schwarzem Biotit, silberinem Muskovit, Quarz und Feldspat. Ausgangsgestein war ein tonreiches Sedimentgestein. Disthen ist das vierte auffällige Mineral, das bei der Metamorphose von Tongesteinen entsteht (ab ca. 600°C; Kap. 6.2.2 bzw. P-T Diagramm auf S. 19).

### **35 – Migmatit (Ponte Brolla, TI)**

Metamorphes Gestein, vorwiegend bestehend aus schwarzem Biotit, teils etwas silbernem Muskovit, Quarz und Feldspat. Ausgangsgestein war ein tonreiches Sedimentgestein. Bei der Überschreitung der Schmelztemperatur für solche Gesteine von ca. 700°C beginnt das Gestein teilweise aufzuschmelzen (Kap. 6.2.2 bzw. P-T Diagramm auf S. 19). Die geschmolzenen Bestandteile, die vor allem Quarz und Feldspat enthalten (Leukosom), konzentrieren sich in lagigen oder wolkigen Ansammlungen. Da das Gestein in diesem Zustand wenig widerstandsfähig ist, lässt es sich durch tektonische Bewegungen leicht verformen. Die meisten Stücke sind gesägt, da sie sich kaum schön zerschlagen lassen.

### **36 – Prasinit (Marmorera, GR)**

Metamorphes Gestein, aufgrund überwiegend grüner Minerale wie Aktinolith (helleres Grün), Chlorit (dunkelgrün) und Epidot (pistaziengrün) auch als „Grüngestein“ bekannt. Prasinit entsteht unter grünschieferfaziellen Metamorphosebedingungen – also bei moderaten Temperaturen und Drücken – aus sehr quarzarmen magmatischen Gesteinen wie Basalte oder Gabbros. Der feinkörnige Prasinit von Marmorera entstand aus einem Basalt. Die weissen Adern bestehen aus Kalzit.

### **37 – Marmor (Valle di Peccia, TI)**

Reiner Marmor, bestehend aus groben Kalzitkristallen. Dieser Marmor entstand durch Metamorphose aus einem reinen Kalkstein, der nur aus Kalzitkristallchen bestand, wovon die grösseren bei der Metamorphose auf Kosten der kleineren wuchsen. Andere Marmore wie z. B. jener aus Carrara (bevorzugtes Gestein der italienischen Bildhauerei der Renaissance) können auch sehr feinkörnig sein.

### **38 – Marmor (Valle di Peccia oder Castione, TI)**

Enthält Kalkstein etwas Ton oder Sand, entstehen bei der Metamorphose vielfältige neue Minerale wie Biotit, Pyroxen oder Granat, die sich in Lagen, Wolken oder Schleier im Gestein zeigen. Erst wenn die Anteile anderer Minerale auffällig hoch sind, nennt man sie auch im Gesteinsnamen (z. B. Biotit-Marmor).

### **39 – Quarzit (Grosser St. Bernhard, Italien)**

Metamorphes Gestein, bestehend aus feinen Quarzkristallchen. Quarzit entsteht aus reinem Quarzsandstein. Geringe Beimengungen anderer Minerale können ihn rötlich, grünlich, gelblich oder grau verfärbten.

#### **40 – Amphibolit (Flüelapass, GR)**

Metamorphes Gestein, bestehend vorwiegend aus Amphibolen, meist Hornblende. Amphibolite entstehen bei der Metamorphose sehr quarzärmer magmatischer Gesteine wie Basalte oder Gabbros zwischen ca. 550° und 750°C in Tiefen von ca. 12-40 km (Amphibolitfazies). Seltene hellgrüne Lagen in Amphiboliten bestehen in der Regel aus Epidot.

#### **41 – Serpentinit (Marmorera, GR)**

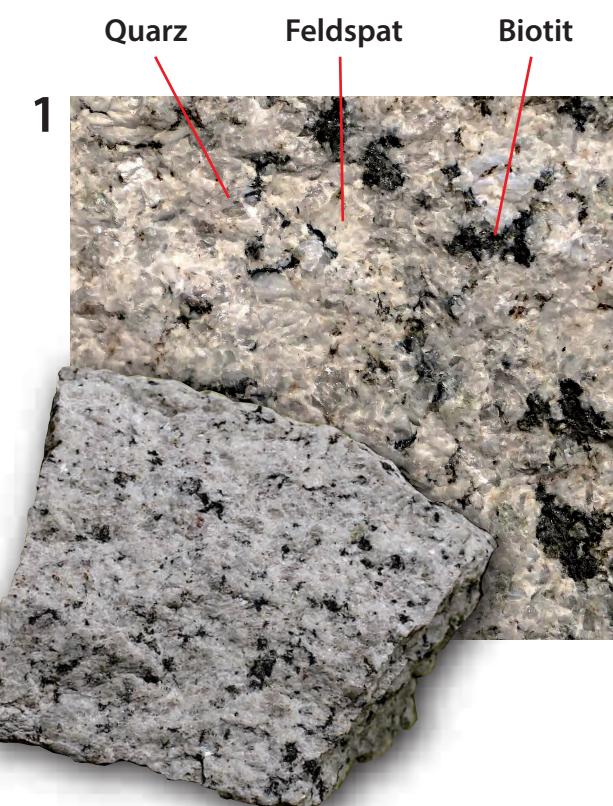
Serpentinit entsteht meist direkt am mittelozeanischen Rücken durch die Reaktion von Peridotit aus dem Erdmantel mit dem Wasser des Ozeans zum Mineral Serpentin (diese sog. „Ozeanische Metamorphose“ wird in Modul 4, Kap. 7.1 besprochen). Serpentinite sind deshalb für das Verständnis der Tektonik äusserst wichtig, denn sie zeigen an, wo sich früher mittelozeanische Rücken und damit Ozeane befunden haben. In den Alpen z. B. gibt es mehrere Zonen mit Serpentiniten, die als Überreste der Kruste des voralpinen Piemont-Ozeans verstanden werden. Das Mineral Serpentin bildet sehr feine Fasern, die von Auge kaum einzeln zu sehen sind und meist eine eng verwobene, grüne Masse bilden. Einige Serpentinite enthalten zusätzlich hellere, schimmernde Minerale, dabei handelt es sich um Pyroxene. Diese waren ebenfalls Teil des Peridotits, sie wurden aber durch die Ozeanische Metamorphose nicht oder nur unvollständig umgewandelt.

#### **42 – Eklogit (feinkörnig: Alpe Arami, TI; grobkörnig: Valle Po, Italien)**

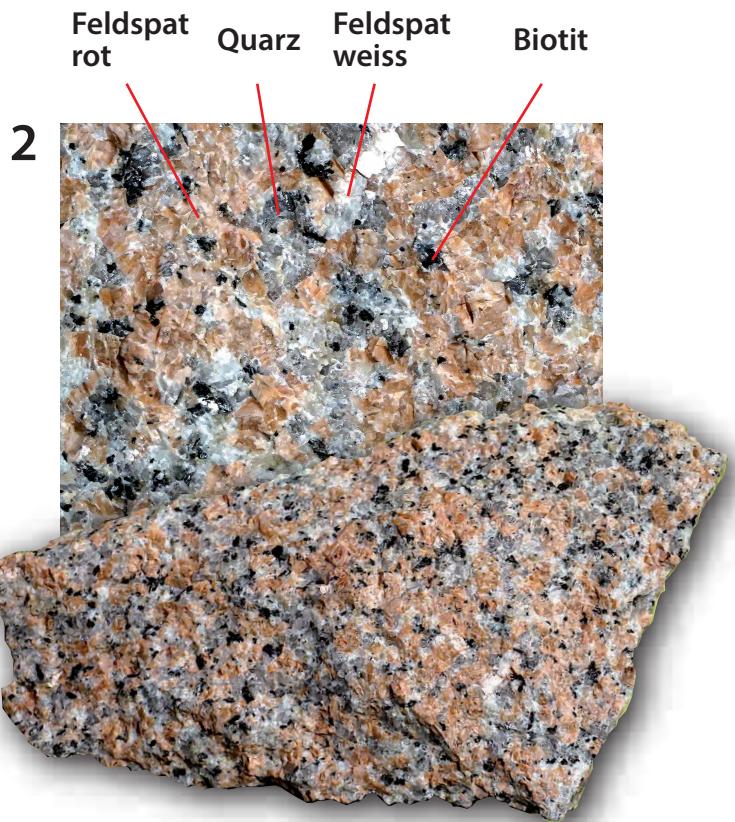
Eklogit ist ein seltenes Gestein, das für das Verständnis der Tektonik von Gebirgen eine sehr wichtige Rolle spielt. Das Gestein besteht hauptsächlich aus den zwei Mineralen Omphazit (ein grüner Pyroxen) und rotem Granat. Diese Minerale entstehen in dieser Kombination nur unter extrem hohen Drucken, wie sie in der Erdkruste ab ca. 40 km Tiefe herrschen. Eklogitfunde an der Erdoberfläche zeigen also an, dass ein Teil der Erdkruste während einer Gebirgsbildung bis in sehr grosse Tiefen gepresst und anschliessend wieder an die Erdoberfläche gehoben wurde. Eklogit hat eine aussergewöhnlich hohe Dichte von 3.2 bis 3.6 g/cm<sup>3</sup> (Granit: 2.6 g/cm<sup>3</sup>). Grobkörniger Eklogit entsteht aus Gabbro, feinkörniger Eklogit aus Basalt.

### **Fotos von Dünnschliffen**

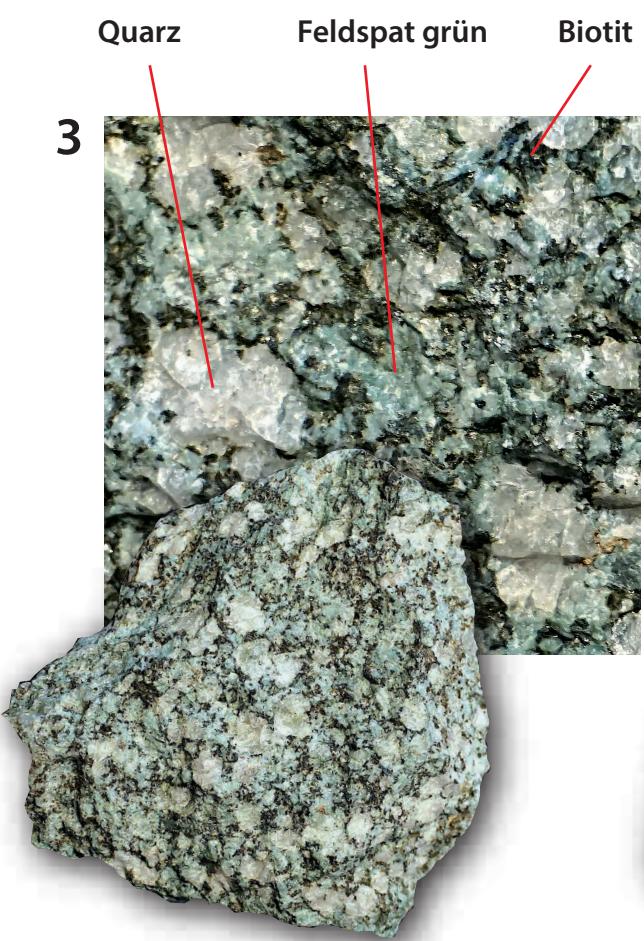
Es gibt Gesteine, deren Aufbau sich im Detail erst beim Blick durch das Mikroskop erschliesst. Als Beilage zur Sammlung werden deshalb Dünnschliffe einiger Gesteine vorgestellt. Etliche Dünnschliffe offenbaren ihre Mineralzusammensetzung und ihren inneren Aufbau bereits in einfach polarisiertem Licht. Wo dies nicht genügt, oder wo die Kontraste zu gering sind, sind die Dünnschliffe zusätzlich oder nur in gekreuzt polarisiertem Licht abgebildet.



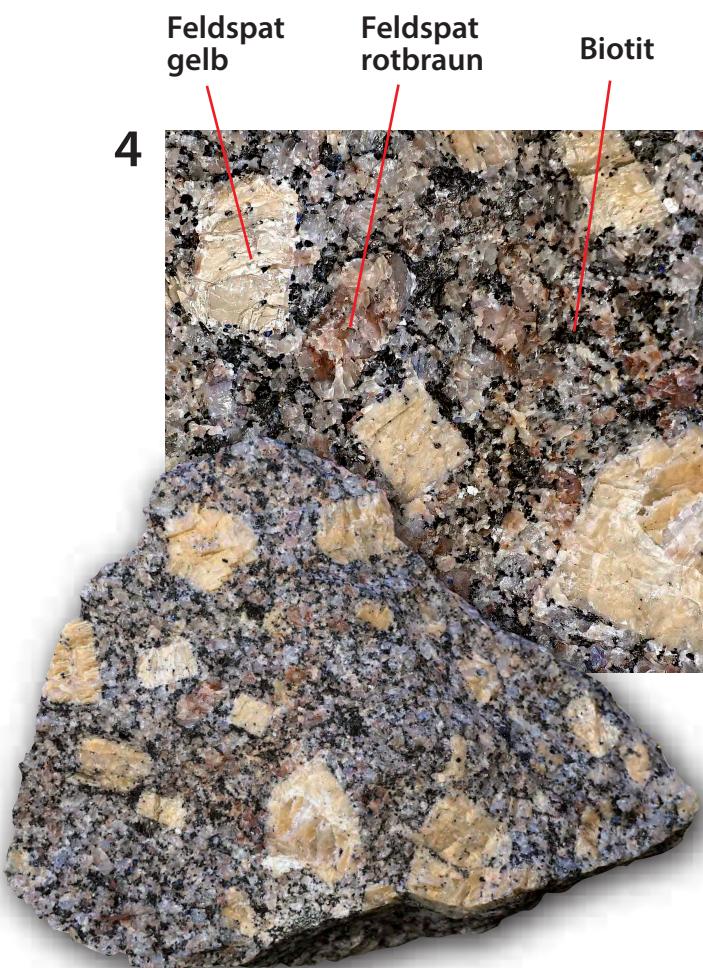
Granit weiss (Aaregranit, Göschenen, Uri)



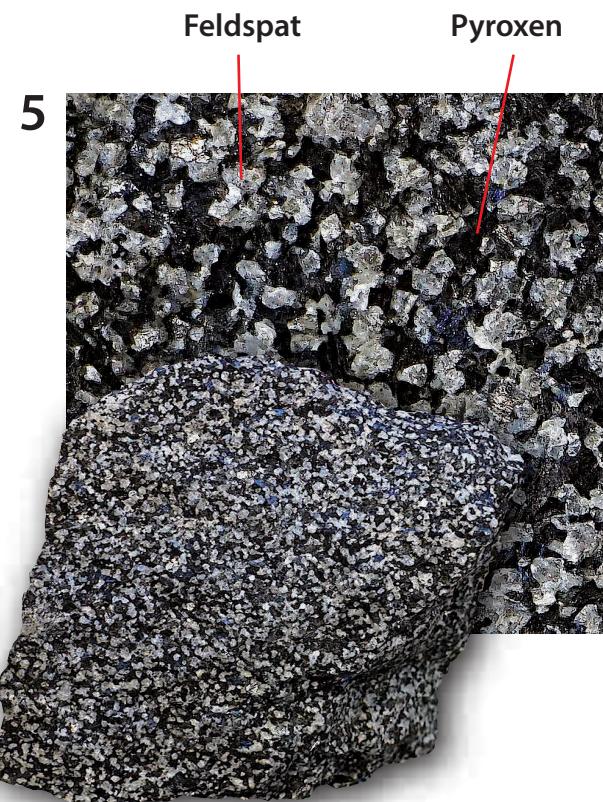
Rosa Granit (Baveno, Italien)



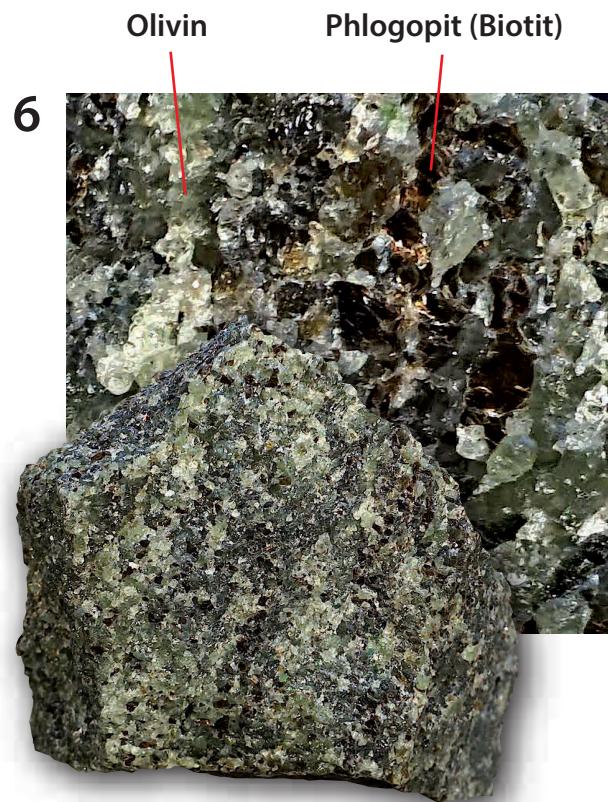
Grünlicher Granit (Albulapass, GR)



Granitporphyr (Schwarzwald, D)



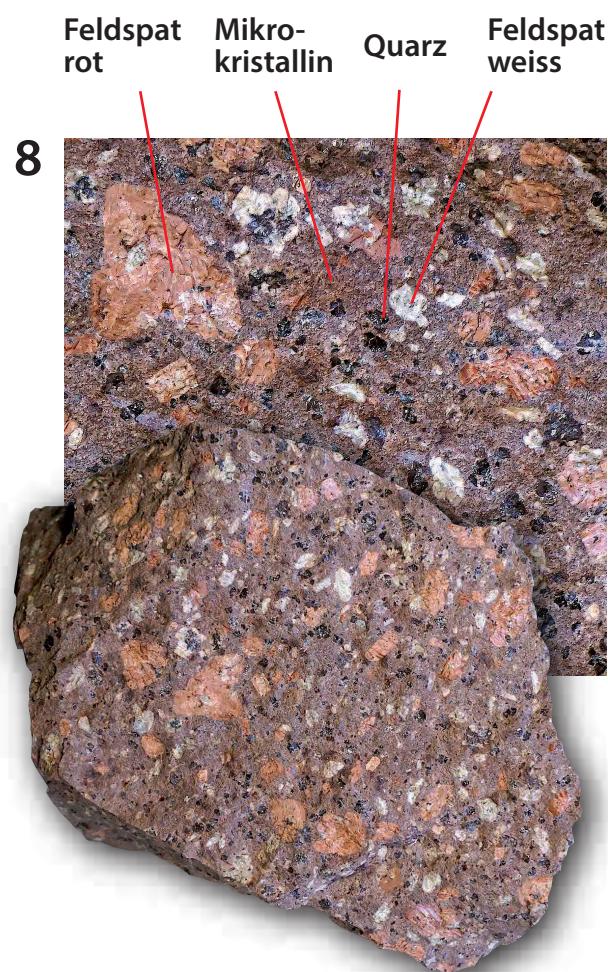
Gabbro (Val Sesia, Italien)



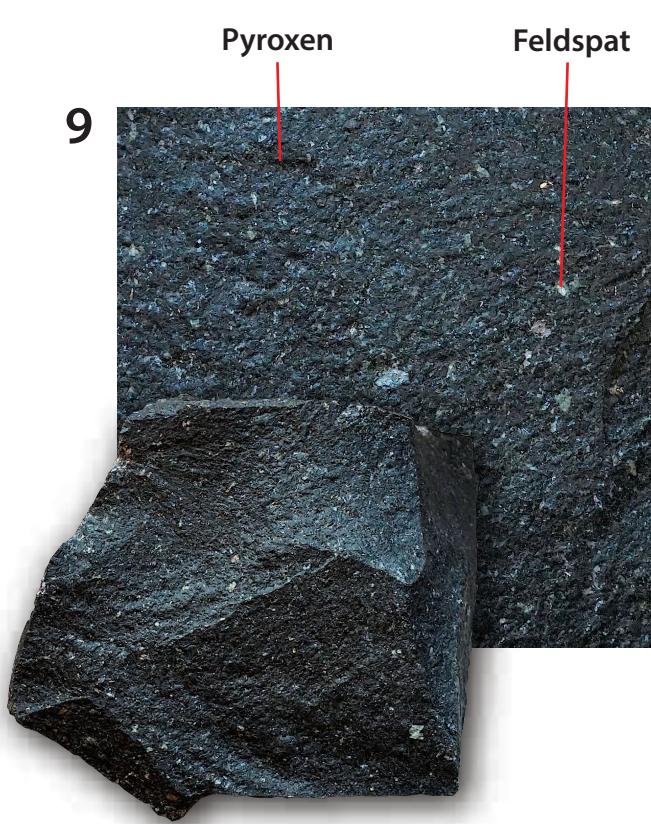
Peridotit (Finero / Baldissero, Italien)



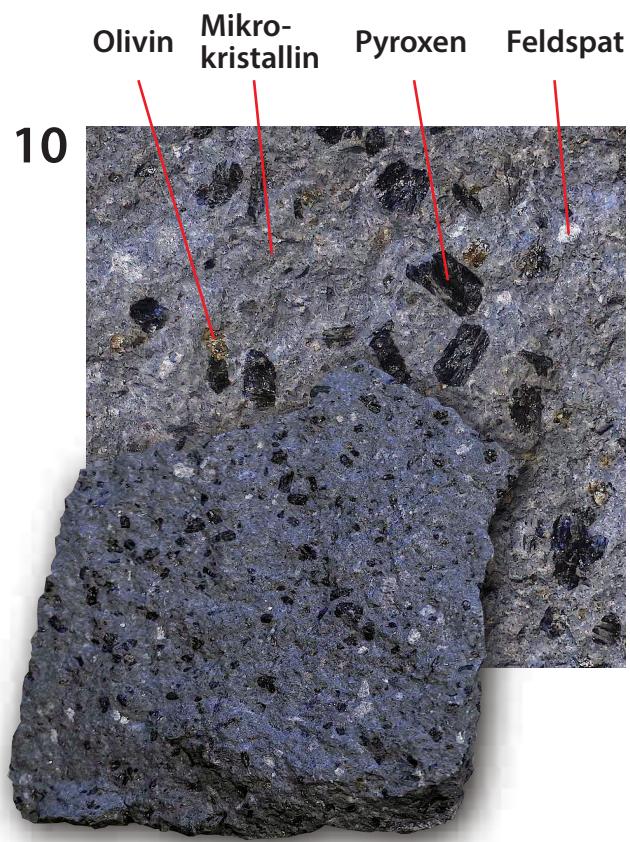
Grauer Rhyolith fein (Schwarzwald, D)



Roter Rhyolith grob (Löbejün, Sachsen, D)



Basalt fein (Türkei)



Basalt grob (Ätna, Sizilien)



Vulkanische Schlacke  
(Ätna, Sizilien)



Obsidian (Lipari, Italien  
oder Mexiko)



Bims (Lipari, Italien)

14



Kalkstein beige Jura  
(Mellikon, AG)

15



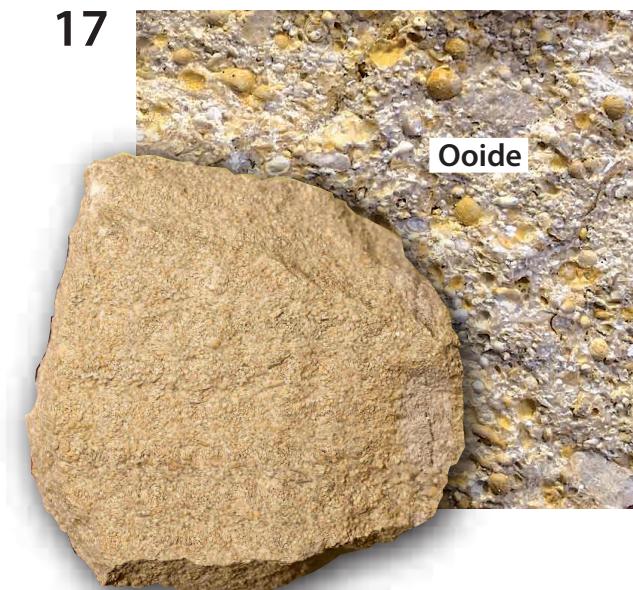
Kalkstein grau Jura  
(Frick, AG)

16



Kalkstein grau Alpen  
(Urnerboden, UR)

17



Kalkoolith (Nuglar - St. Panthaleon, SO)

18/19



Tonstein grau und rot (Engi, GL)

20



Sandstein blaugrün, Molasse  
(Rooterberg, LU)

21



Sandstein olivgrün, Molasse  
(Ostermundigen, BE)

22



Sandstein rotbraun, Buntsandstein  
(vermutlich Südschwarzwald, D)

23



Konglomerat (Rossberg, SZ)

24



Brekzie (Arzo, TI)

25



Feuerstein / Silex / Flint (div. Fundorte)

26



Radiolarit (Ligurien, Italien  
oder Breggiaschlucht, TI)

27

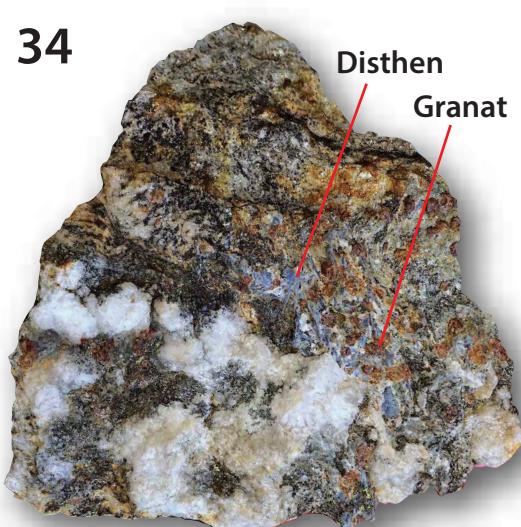
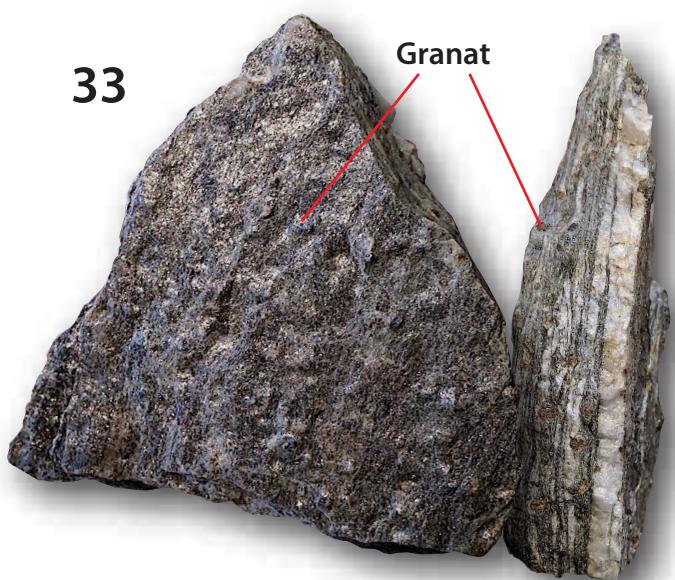
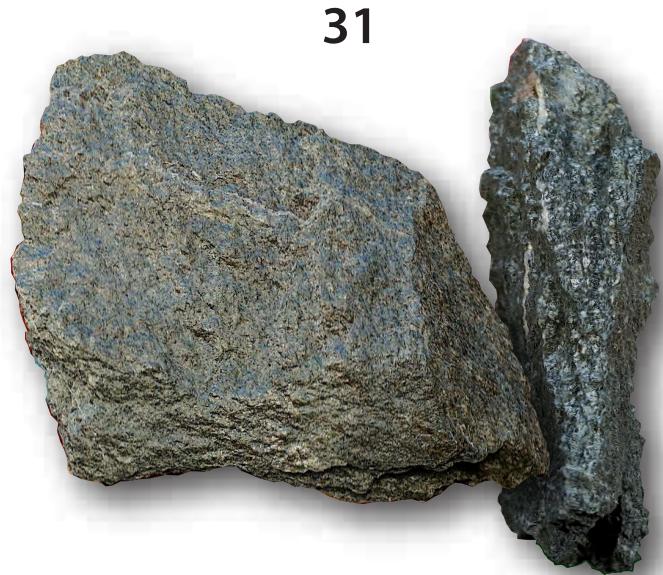
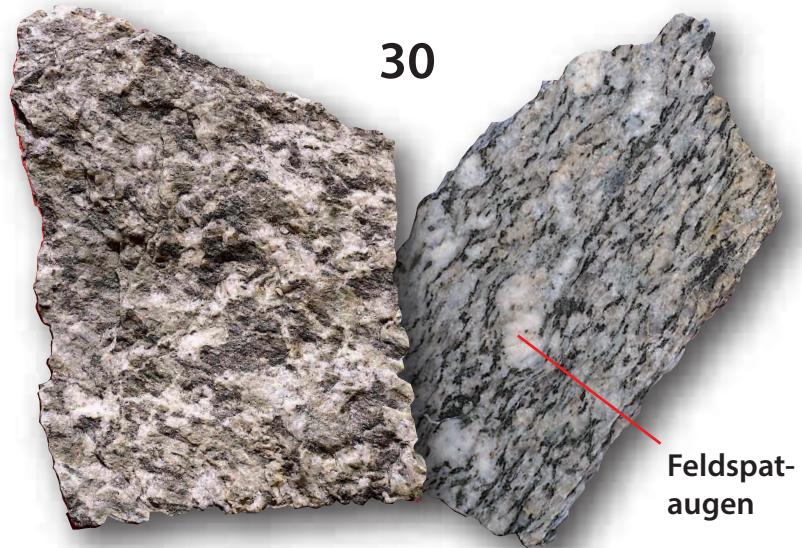


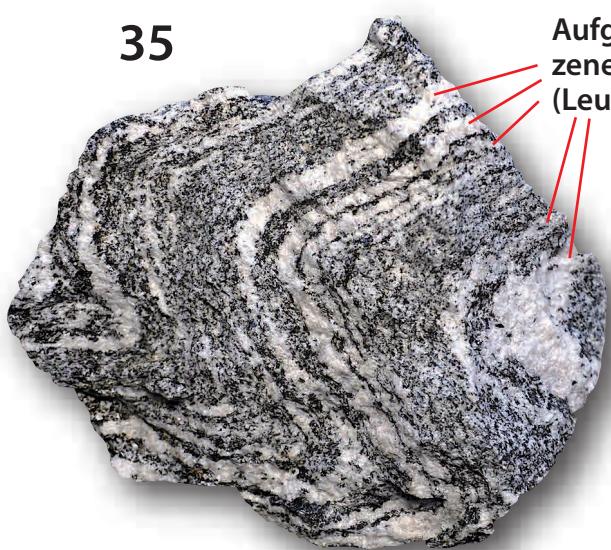
Gips (div. Fundorte)

28



Steinkohle (Fundort unbekannt)





Migmatit (Ponte Brolla, TI)



Prasinit/ Grüngestein  
(Marmorera GR)



Marmor (Valle di Peccia, TI)



Marmor (Valle di Peccia /  
Castione TI)



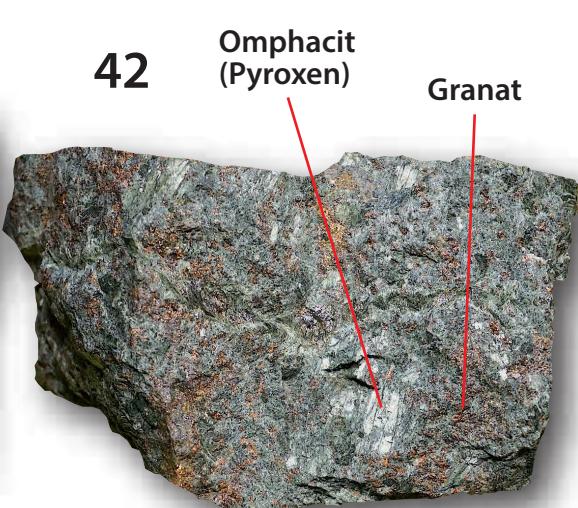
Quarzit (Gr. St. Bernhard, It)



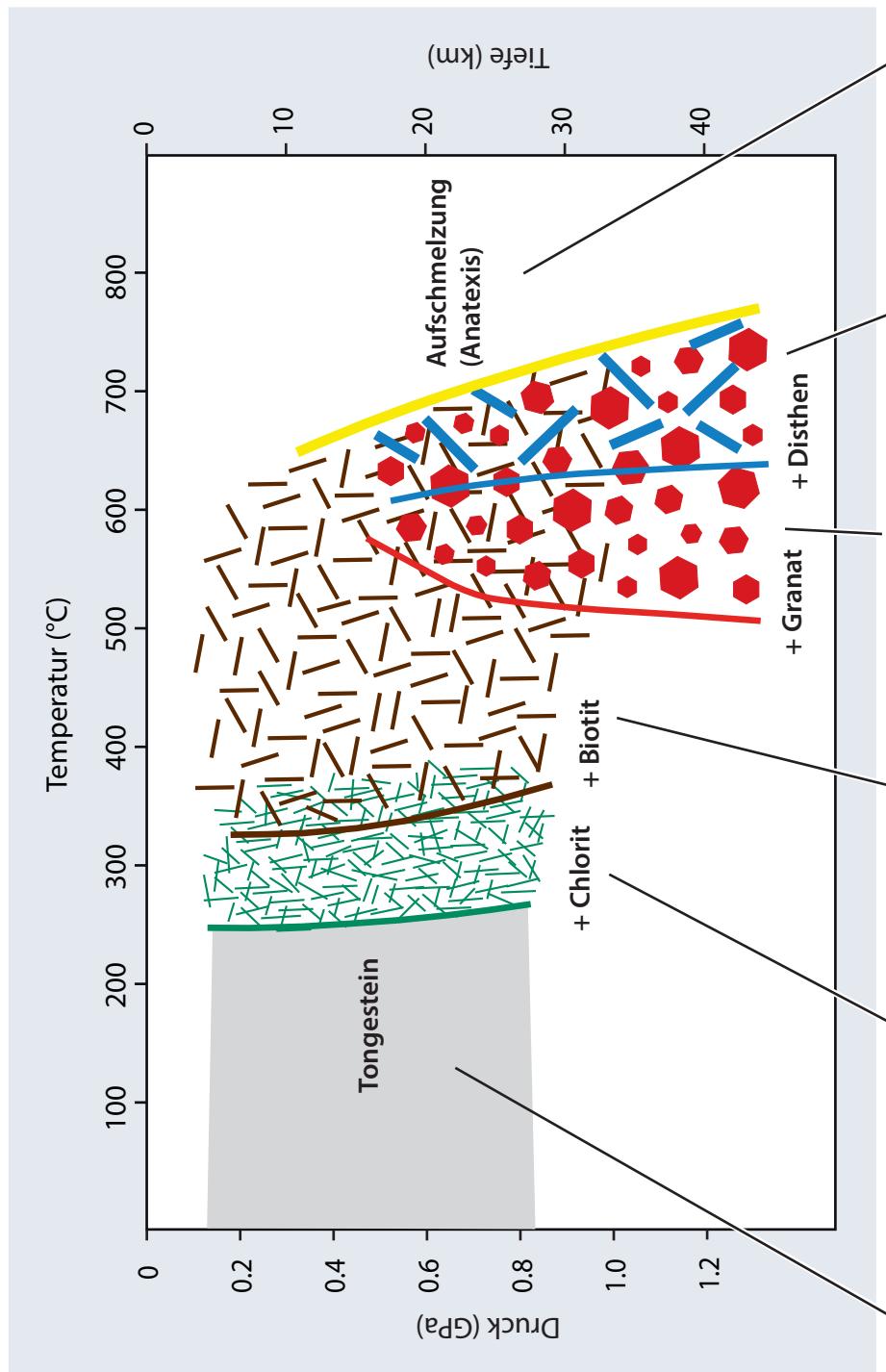
Amphibolit (Flüelapass, GR)



Serpentinit (Marmorera, GR)



Eklogit (Valle Po, Italien  
oder Alpe Arami, TI)



Auftreten auffälliger Minerale in metamorphen Tongesteinen im P-T Diagramm.