

Region Reusstal - Gotthardpass Aufschluss 6: Steinbruch Chämleten (mit Übersicht Urserenmulde)

Steinbruch Chämleten, 10 Min. ab Passtrasse
2'686'416.176, 1'163'140.427

Sedimente im Sandwich

Das Urserental mit der markanten Mulde, der sogenannten **Urserenzone**, in welcher Andermatt liegt, ist das Ergebnis stark kontrastierender Erosionsresistenzen der anstehenden Gesteine (Abb. 1). Während die Granite, Gneise und Amphibolite des Aar- und des Gotthardmassivs / der Gottharddecke¹ der glazialen Erosion (und untergeordnet auch den Oberflächengewässern) ihre Härte entgegen setzen, können die weicheren metamorphen Sedimentgesteine der Urserenzone ungleich leichter erodiert werden.

Eingeklemmt zwischen Aarmassiv und Gottharddecke zieht sich die Urserenzone im Osten über den Oberalppass weiter bis in die Surselva (Bündner Oberland) und im Westen über den Furkapass bis ins Goms/Oberwallis, (vgl. [RGo A4](#), [Abb 5](#)). Die relative Weichheit ihrer Gesteine ist auch der Grund für die Entstehung dieser zwei Pässe (vgl. [Fur Ü2](#), [Ü3](#)). Auf dem Oberalppass und in der Surselva kommt ein weiteres kleines Massiv hinzu, das Tavetscher Zwischenmassiv oder wie es auch genannt wird, die Tavetschdecke (Abb. 2). Zwischen Aarmassiv und Gottharddecke einge-

¹ Das Gotthardmassiv ist nach heutiger Ansicht eher eine Decke, wird aber trotzdem meist als „Massiv“ bezeichnet, da dieser Ausdruck stark in der Geologensprache verankert ist.

quetscht und dadurch stark zerbochen, ist diese ebenfalls sehr anfällig für die Erosion.

Die Sedimentgesteine in der Urserenmulde sind im Gegensatz zu denjenigen des Autochtons und der Helvetischen Decken deutlich metamorph, da sie, eingeklemmt zwischen Aarmassiv und Gottharddecke, während der alpinen Orogenese grösserer Überlast ausgesetzt waren. Solche Gesteine werden als **Metasedimente** („meta“ von metamorph) bezeichnet.

Durch eine Metamorphose bei ca. 350-400°C und ca. 0.4 MPa (Tiefe von 12-15 km) wurden Kalksteine aus der Jurazeit zu Marmoren, Sandsteine zu Quarziten und Tonsteine zu glimmerreichen Schiefen und Gneisen. Dabei wurden sie auch beinahe senkrecht aufgestellt. Solche Gesteine sind im ehemaligen Steinbruch von Altkirch bei Andermatt aufgeschlossen (roter Kreis in Abb. 1, [RGo A4](#)). Grössenteils sind sie jedoch ihrer relativen Weichheit und Brüchigkeit entsprechend unter Vegetation verborgen.

Die Marmore und Quarzite standen einst mit den Sedimentgesteinen des Autochtons und der Helvetischen Decken in Verbindung (Abb. 2), sie wurden also wie diese einst auf der eurasischen kontinentalen Kruste abgelagert.

Südlich an die metamorphen Sedimentgesteine aus der Jurazeit schliessen metamorphe Sedimentgesteine aus der Triaszeit sowie aus der Karbon- und Permzeit an. Letztere werden unter dem Begriff **Permokarbon** zusammengefasst. Trotz starker Deformation während der alpinen Orogenese und einer Metamorphose, deren Temperatur ca. 350-400°C erreicht haben dürfte, ist teils noch erkennbar, dass es sich weitgehend um terrestrische Sedimente handelt. So findet man z. B. stark zusammengequetschte Konglomerate. Diese wurden vermutlich zwischen ca. 350

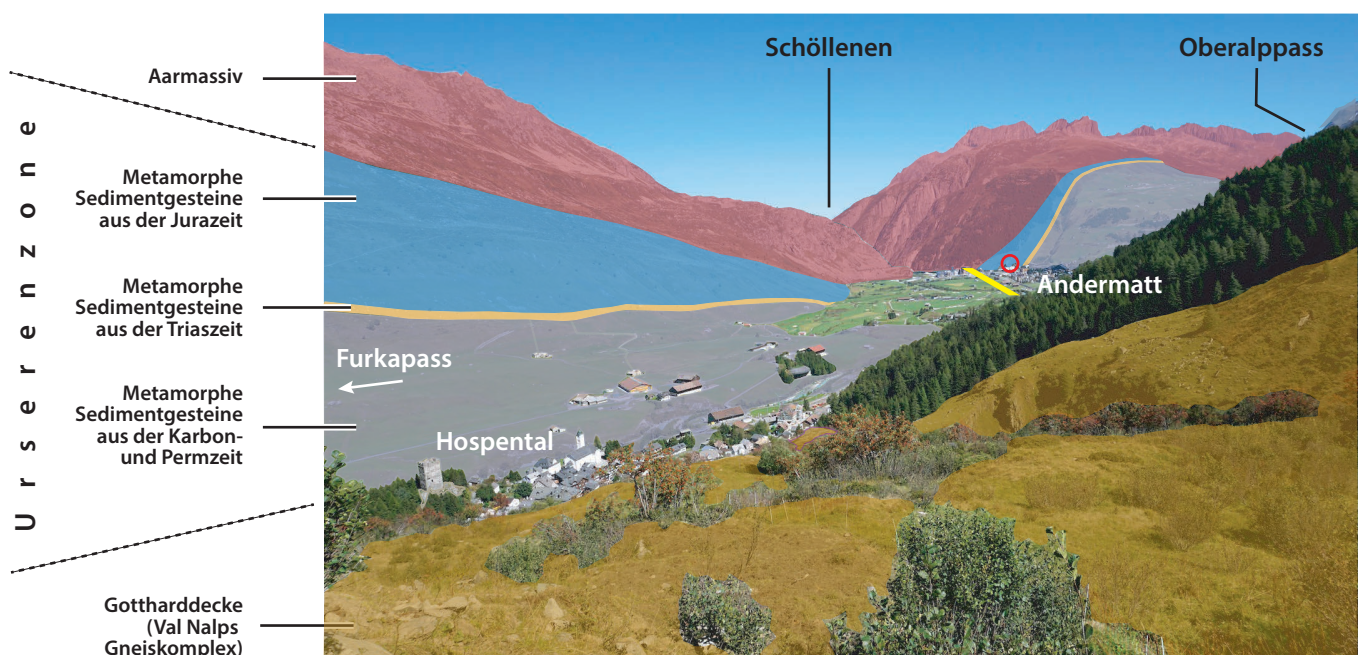


Abb. 1: Die metamorphen Sedimentgesteine der Urserenzone, eingeklemmt zwischen Aar- und Gotthardmassiv. Der rote Kreis markiert den Steinbruch Altkirch ([RGo A4](#)), gelb ist der Verlauf des Gotthard-Eisenbahntunnels unter Andermatt angedeutet.

und 250 Mio. Jahren in einem sogenannten **Permokarbondrog** abgelagert, wie auch die, von der Glarner Hauptüberschiebung (Gla Ü3, A2) unter dem Sammelbegriff „Verrucano“ bekannten Gesteine. Womöglich war es sogar derselbe Permokarbondrog, der zwischen dem späteren Aarmassiv und der späteren Gottharddecke gelegen haben muss. Die Entstehung dieses Troges und die dadurch entstandene Schwächezone in der eurasischen kontinentalen Kruste (Abb. 3) könnte der Grund sein, weshalb sich Aarmassiv und Gottharddecke getrennt entwickelten, statt ein gemeinsames, grosses Massiv zu bilden (Abb. 2).

Probleme im Tunnel

Der Felsuntergrund der Urserenmulde liegt ca. 300 m unter dem heutigen Talboden (Abb. 4). Die Erbauer des ersten Gotthard - Eisenbahntunnels (1872-1882) wussten zwar, dass sie es in der Urserenzone mit instabilem Gestein zu tun haben würden. Dass dieses jedoch trotz massivem Ge-

wölbeausbau immer wieder einbrach, konnten sie sich nicht erklären. Erst mit einer Ausmauerung des Gewölbes von drei Metern Dicke konnten die Schwachstellen stabilisiert werden. Bei Sondierarbeiten für ein Kraftwerkprojekt in den 1940er Jahren (Abb. 4) stiess man zufälligerweise auf die Erklärung: Die kaltzeitlichen Gletscher hatten die Urserenzone viel tiefer ausgehobelt als man sich das vorstellte, über dem Tunnel liegen nur gerade 30 m Gestein. Der glazial übertiefte Talkessel wurde nach dem Rückzug des letzten kaltzeitlichen Gletschers bis zur heutigen Talsohle mit Seesedimenten und Geröll aufgefüllt (Abb. 5).

Die Erbauer des ersten Lötschberg-Eisenbahntunnels zwischen dem Berner Oberland und dem Wallis hatten weniger Glück. 1907 stiess der Tunnel unter dem Gasterntal ins geröllgefüllte Gletscherbett. Mit Gewalt quoll Schotter in den Tunnel, wobei 25 Arbeiter das Leben verloren.

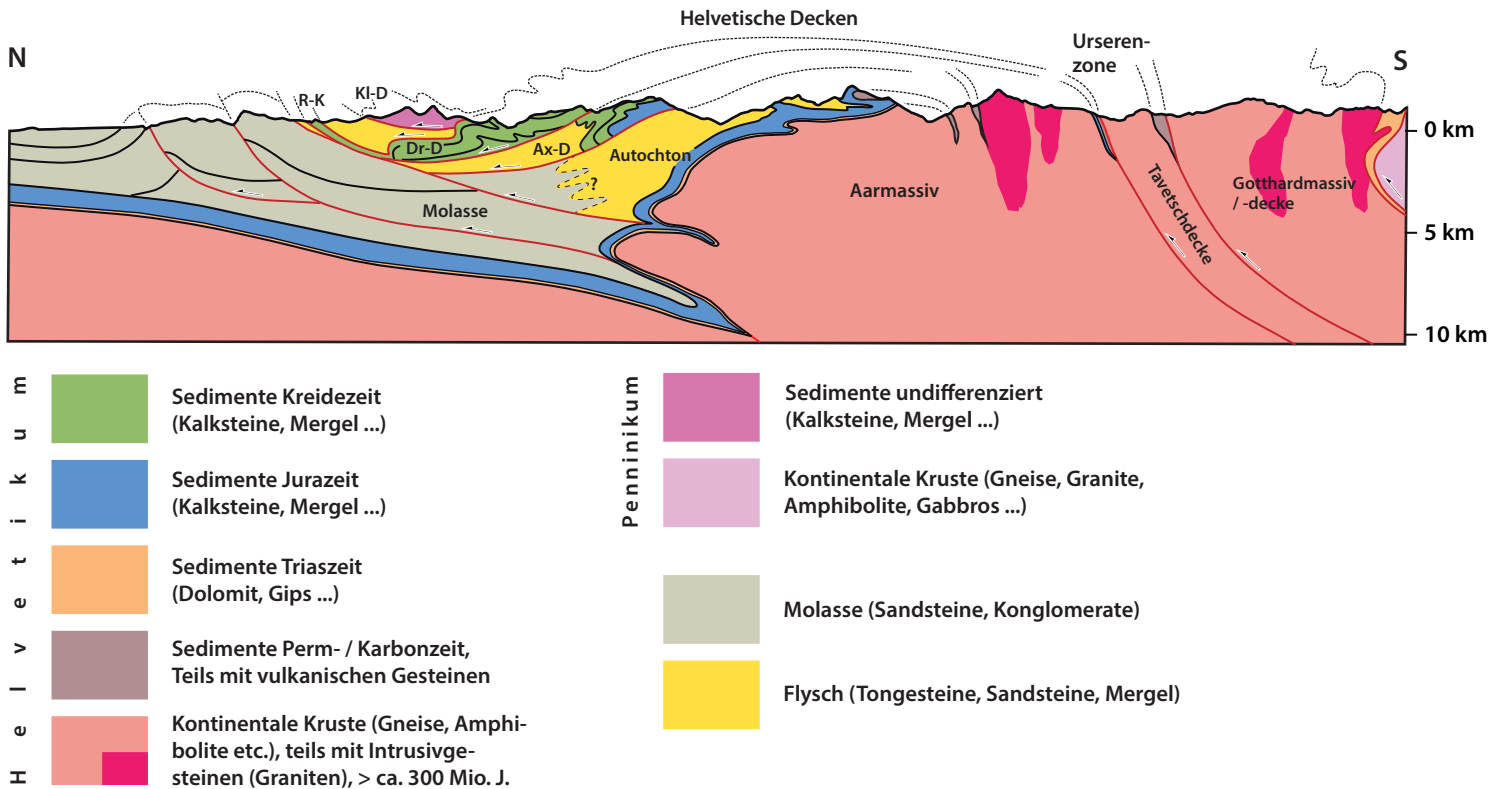
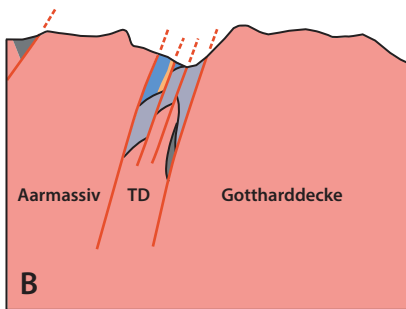
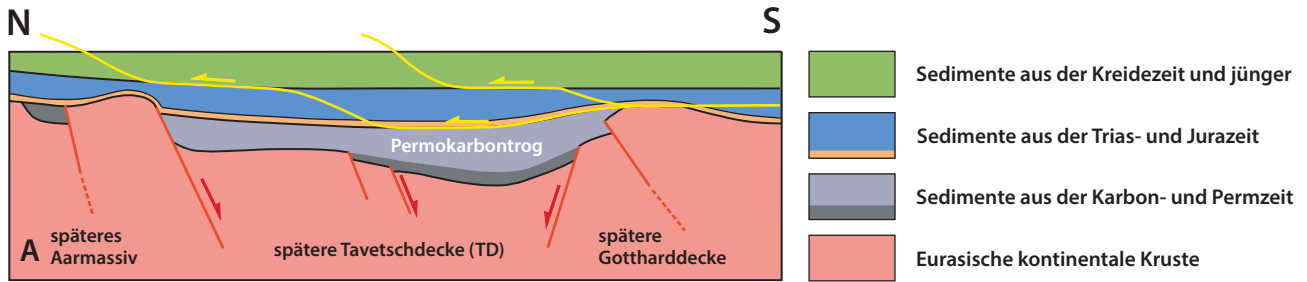


Abb. 2: Profil durch Aar- und Gotthardmassiv mit den Helvetischen Decken und der Urserenzone. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Sedimenten aus der Jurazeit in der Urserenmulde und dem Autochthon bzw. den Helvetischen Decken.



← Abschiebungen durch Krustenausdehnung in der Karbon- und Permzeit
 → Überschiebungen der Helvetischen Decken während der alpinen Orogenese

Abb. 3A: Permokarbontrug zwischen späterem Aarmassiv und Gottharddecke.

Abb. 3B: Während der alpinen Orogenese werden die Abschiebungen entlang des Permokarbontrugs zu Schwächezonen. Dadurch werden dessen Sedimentfüllung sowie die Tavetschdecke (TD) im Lauf der Süd-Nord Kompression zwischen Aarmassiv und Gottharddecke stark gequetscht. Die darüber liegenden Sedimentgesteine aus der Trias-, Jura- und Kreidezeit werden oberflächlich abgeschert und als Helvetische Decken weit nach Norden verfrachtet (nach Wyss, 1995 und Spillmann 2012).



Abb. 4: Urserensee, Gemälde von Hans Beat Wieland, ca. 1940, Blick südwärts. Die über 200 m hohe Staumauer wäre in der Schöllenen Schlucht bei der Teufelsbrücke zu stehen gekommen. Alle Dörfer und Gehöfte des Tales wären im Stausee versunken. Andermatt wäre am linken Bildrand auf der Bergschulter des Nätischen neu gebaut worden, Hospental und Realp jeweils oberhalb ihrer heutigen Standorte. Nach heftigem, teils gewalttätigem Widerstand der lokalen Bevölkerung wurde das Projekt 1951 aufgegeben.

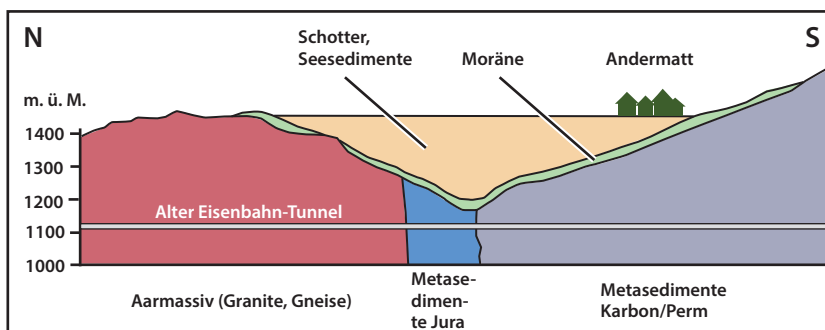


Abb. 5: 300 m mächtige Füllung des glazial übertieften Beckens der Urserenmulde mit Moräne, Seesedimenten und Flussschotter. Der alte Eisenbahntunnel ist an der tiefsten Stelle der Mulde nur von 30 Metern wenig stabilem Fels überdeckt.

Uralte ozeanische Kruste

Im Steinbruch Chämleten wurde bis vor einigen Jahren ein sehr schöner sogenannter "Giltstein" abgebaut (Abb. 6). Dies ist ein Sammelbegriff aus dem Volksmund für Gesteine, die reich an Talk sind, die aber auch Serpentin, Magnesit, Chlorit und Magnetit sowie in Spuren viele andere Mineralen in unterschiedlichen Mengenverhältnissen enthalten. Talk ist grau-weiss, sehr weich und fühlt sich seifig an. Serpentin zeigt verschiedene Grünfärbungen und wirkt oft schlierig, Magnesit ist grau, wittert aber braun an (Abb. 7). Magnetit bildet kleine, dunkle Körner, die magnetisch sind. Talk tritt manchmal in hellen Venen auf, oft ist er aber eng mit dem Serpentin verwoben und optisch schwer zu erkennen. Wo sich das Gestein etwas seifig anfühlt, ist er jedoch mit Sicherheit vorhanden. Da Serpentin der Hauptbestandteil des Giltsteins von Chämleten ist, wird dieser wissenschaftlich als Serpentin bezeichnet.

Auf diversen Blöcken im Steinbruch und auch an den Steinbruchwänden sind kurvenförmige Schleifspuren sowie Bohrlöcher zu sehen. Diese zeugen von der Abbautechnik mittels Seilsäge: Dazu werden horizontale und vertikale Löcher in den Fels gebohrt, die sich treffen müssen, sodass ein diamantbesetztes Stahlseil hindurchgezogen werden kann. Dessen Enden werden verbunden, wobei eine Endlosschleife entsteht. Von einem Motor in Bewegung gesetzt und dabei immer gespannt gehalten, frisst sich diese durch den Fels und trennt Blöcke heraus (Abb 8).

Durch seine hohe Feuerfestigkeit, seine hervorragende Wärmespeicherkapazität und seine gute Bearbeitbarkeit (weich, aber zäh) ist Giltstein bestens zum Bau von Öfen geeignet. In jenen Regionen mit reichen Giltsteinvorkommen, also z. B. im Urnerland, im Bündnerland, im Tessin oder im Wallis verfügte früher jedes Haus über einen Giltsteinofen in der Stube, der meist von der Küche aus beheizt wurde (Abb 9). Noch heute werden moderne Öfen aus diesem Material gebaut, meist unter dem Handelsnamen "Specksteinofen". Diese Bezeichnung ist allerdings etwas irreführend, ist Speckstein doch eine besonders talkreiche und damit sehr weiche Variante des Giltsteins, der in vielen Alpenregionen und auch im Himalaya hauptsächlich zur Herstellung von Kochgefässen verwendet wurde (Abb. 10). Im Tessin beispielsweise wurden diese aus grob gerundeten Rohlingen gedrechselt, dort heisst das Gestein "Pietra Ollare", in Graubünden ist es "Lavez".

Einige der Hauptbestandteile des Giltsteins sind reich an Magnesium (Mg), z. B.

Serpentin: $(\text{Mg,Fe,Ni})_3\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$

Talk: $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Magnesit (ein Erz): MgCO_3

Dies deutet darauf hin, dass es sich um ein Gestein handelt, welches ursprünglich nicht aus der kontinentalen Kruste, sondern aus dem Mg-reicheren Erdmantel stammt. Doch wie kommt ein Mantelgestein hier mitten in die Gottharddecke, die zusammen mit dem Aarmassiv als Inbegriff eurasischer kontinentaler Kruste gilt?



Abb. 6: Steinbruch Chämleten

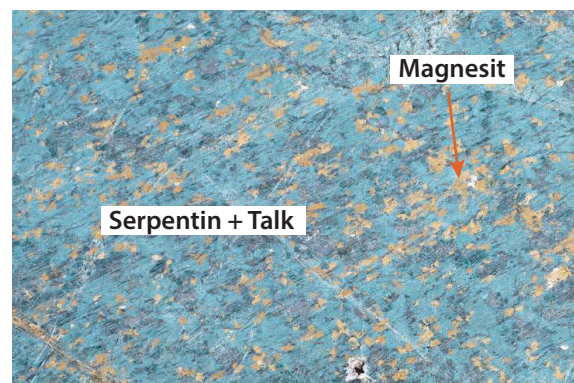
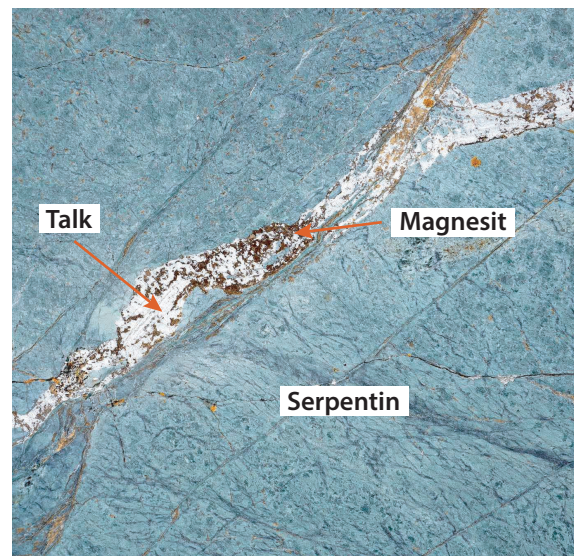


Abb. 7: Varianten von Giltstein im Steinbruch Chämleten.



Abb. 8: Seilsäge im Kalksteinbruch Adnet (Österreich).



Abb. 9: Giltsteinofen, Fusio, Maggiatal.

Serpentinite sind metamorphe Gesteine, die speziell an mittelozeanischen Rücken durch die sogenannte **ozeanische Metamorphose** entstehen (Abb. 11). Dabei wird Erdmantelgestein, sogenannter **Peridotit**, unter dem Einfluss von Meerwasser, das durch Spalten in die Tiefe dringt, zu Serpentin umgewandelt (dies drückt sich auch in dessen Wassergehalt im Kristallgitter aus, siehe Zusammensetzung auf S. 4). Talk, Magnesit, Magnetit und viele weitere Minerale entstanden erst später, als der Serpentin als Relikt ozeanischer Kruste in einem Gebirge eingebaut (Abb. 12) und dort wieder anderen Druck- und Temperaturbedingungen ausgesetzt war. Die Mineralvergesellschaftung des Giltsteins im Steinbuch Chämleten dürfte bei ca. 350-400°C und ca. 0.4 GPa entstanden sein.

Da die Serpentine von Chämleten vollständig von der kontinentalen Kruste der Gottharddecke umgeben sind, müssen sie älter sein als der Grossteil der Gesteine dieser Kruste, die Alter ab ca. 300 bis möglicherweise über 1'000 Millionen Jahre aufweisen. Vermutlich wurden sie während der Kaledonischen Orogenese (450-420 Mio. J.) in

ein damaliges Gebirge eingebaut (Abb. 12), das dann später Teil der eurasischen kontinentalen Kruste wurde.



Abb. 10: Gefässe aus Lavez / Pietra Ollare aus den Alpen.

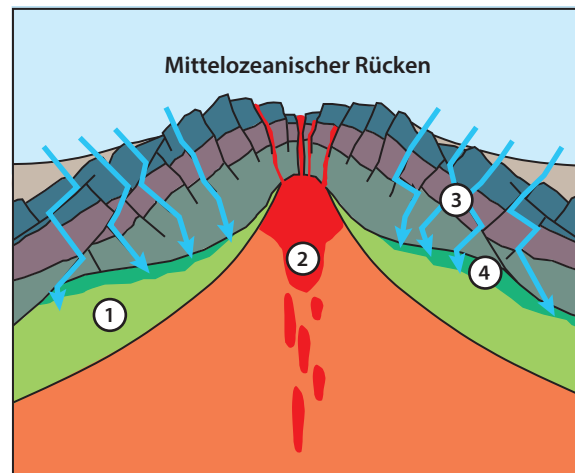


Abb. 11: Ozeanische Metamorphose unter einem mittelozeanischen Rücken. 1: Erdmantel; 2: durch Druckentlastung teil-aufgeschmolzener Erdmantel; 3: eindringendes Meerwasser; 4: ozeanische Metamorphose und in der Folge Entstehung von Serpentin.

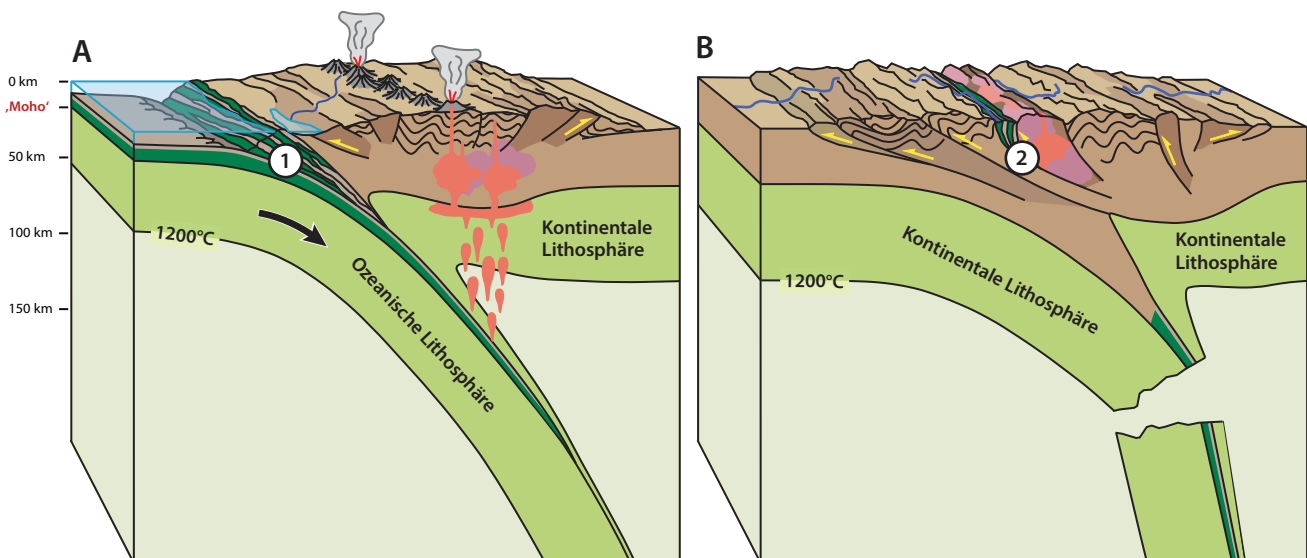


Abb. 12A: Teile der ozeanischen Kruste, die auch Serpentin vom mittelozeanischen Rücken enthält, werden bei einer Kollision von ozeanischer mit kontinentaler Lithosphäre im Akkretionskeil (1) an den Rand des entstehenden Gebirges gepresst.

12B: Folgt hernach eine Kollision mit kontinentaler Lithosphäre, wird der Akkretionskeil ins Gebirge eingebaut (2).