Verrucano Bündnerschiefer
Flysch Molasse

Vier wichtige alpine Gesteinsverbände

© 2014
Jürg Meyer www.runumberge.ch
Thomas Buckingham, www.xy.ch

Bekannte Namen – unbekannte Gesteine

Wer etwas über die Geologie der Alpen liest oder hört, wird immer wieder mit den Begriffen Verrucano, Bündnerschiefer, Flysch und Molasse konfrontiert. Viele stellen sich darunter bestimmte Gesteine vor – und wollen dann wissen, wie genau nun ein Verrucano, Bündnerschiefer, Flysch oder Molasse aussehe.

Die Begriffe beschreiben jedoch keine bestimmten Einzelgesteine, sondern Gesteinsverbände (keine Formationen im stratigrafischen Sinne!). Diese haben jeweils eine bestimmte Entstehungsgeschichte und wurden in einem ganz bestimmten geologischen Kontext abgelagert. Innerhalb der einzelnen Gesteinsverbände kann eine recht grosse Vielzahl unterschiedlicher Gesteinsarten vorkommen, die in ihrer Gesamtheit den Gesteinsverband charakterisieren. Mit Ausnahme des Verrucanos, in dem auch vulkanische Gesteine vorkommen können, umfassen die Gesteinsverbände ausschliesslich Ablagerungs- (Sediment-) Gesteine.

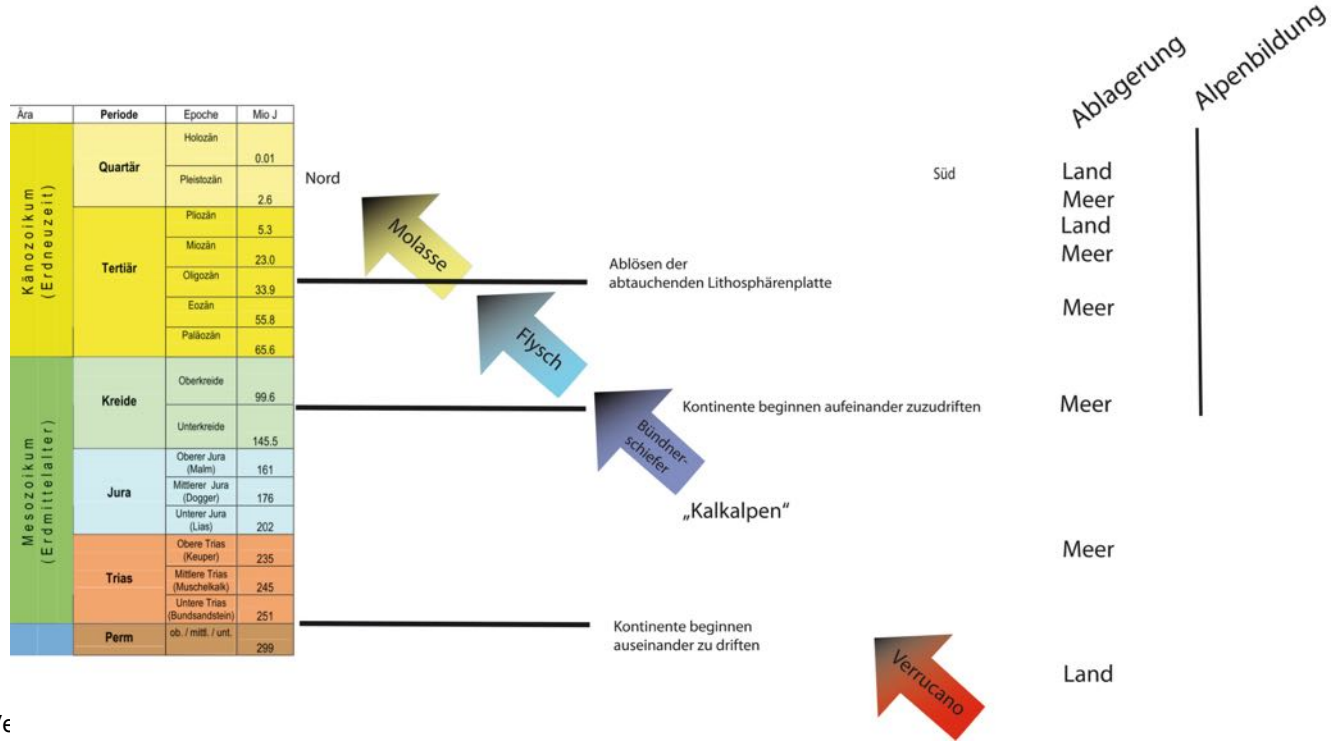
Verrucano Füllung von permischen Kontinentalsenken oder -gräben, mit Ablagerungsschutt von den Grabenrändern und vereinzelten Vulkangesteinen. Die Verrucanoablagerungen entstanden vor der Alpenbildung und gehören in den Alpen zum so genannten „Grundgebirge“.

Bündnerschiefer Kalkig-tonige Meeressedimente, welche in tieferen Meeresträgen zwischen dem europäischen und apulisch-afrikanischen Kontinentalblock in der Jura- bis Kreidezeit abgelagert wurden.

Flysch Sandig-tonige Meeressedimente der Kreide- bis Tertiärzeit, die über den Subduktionszonen bei der Annäherung von Apulia-Afrika an den europäischen Kontinentalrand durch Schüttungen vom langsam entstehenden Alpengebirge abgelagert wurden. Die Ablagerung erfolgte meist in so genannten „Akkretionskeilen“.

Molasse Überwiegend terrestrische oder höchstens flachmarine Sedimentserien der Tertiärzeit, welche aus dem Abtragungsschutt des sich laufend hebenden und dabei gleichzeitig erodierenden Alpengebirges bestehen. Es überwiegen fluviatile Konglomerate („Nagelfluh“), Sandsteine und Mergel.

Bündnerschiefer, Flysch und Molasse stehen innerhalb der Alpenbildung in einem zeitlich-genetischen Zusammenhang:



Verrucano

Überreste eines zerfallenen 300 Millionen Jahre alten Gebirges

Als Verrucano bezeichnen Geologen Gesteinsserien des Alpenraums, welche Füllungen von permischen (250-300 Ma) Kontinentalsenken oder –gräben umfassen, mit Ablagerungsschutt von den Grabenrändern und vereinzelten Vulkangesteinen. Die Verrucanoablagerungen entstanden vor der Alpenbildung und gehören in den Alpen zum so genannten „Grundgebirge". Es herrschen schlecht sortierte Brekzien, Tonsteine und Vulkanite vor. Verrucano – Gesteine zeichnen sich häufig durch ihre rötliche Färbung aus, typisch für Ablagerungen in Wüstenklimata.

Der Begriff „Verrucano" wurde erstmals als Lokalname für rote Konglomerate am Castell Verruca in den Monti Pisani in der italienischen Region Toskana eingeführt. Die Ähnlichkeit dieser Konglomerate mit jenen im Gebiet der Glarner Alpen veranlasste die Geologen Mitte 19. Jahrhundert, den Begriff Verrucano für die Alpen zu übertragen. Später erkannte man, dass zwischen dem Verrucano in Italien und jenem in den Alpen ein Altersunterschied besteht und deshalb die Gesteinsserien nicht miteinander verwandt sein können. Doch der Name blieb...

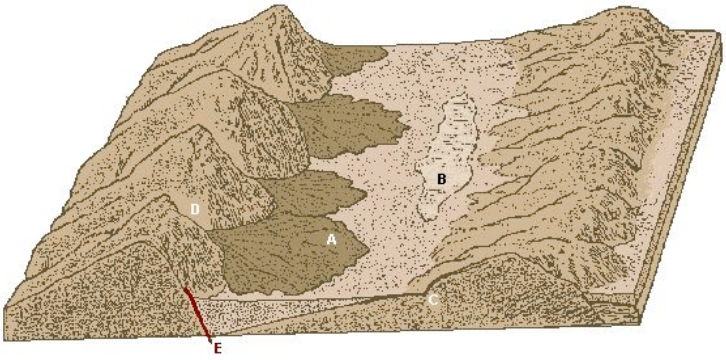
Die Verrucano-Ablagerungen der Alpen entstanden am Ende der variszischen Gebirgsbildung. Es bildeten sich in Mitteleuropa durch Dehnungsbewegungen grosse tektonische Grabensysteme, welche sich an der Erdoberfläche als innerkontinentale Grabensenken mit mehr oder weniger steilen Grabenrändern manifestierten. Von den angehobenen Grabenschultern wurde Erosionsmaterial in die Gräben geschüttet. Episodische Flutereignisse transportierten grobe Gesteinstrümmer als Schutt- und Schlammströme talwärts in das grossräumig ausgebildeten Verrucano-Becken. An den Rändern des Grabens bildeten sich so grosse Schuttfächer. In Bächen und Flüssen gelangten die kleineren Verwitterungsprodukte weiter ins Innere des Grabens, wo sie in Tümpeln und Seen allmählich auf den Boden sanken und sich ablagerten. Das Grabensystem des Verrucano-Trogs war von tiefreichenden Brüchen durchzogen. An diesen konnte sich Magma bis zur Erdoberfläche bewegen und sich als Laven und Tuffe in das Sedimentbecken ergiessen. Die Verrucanobecken wurden über viele Millionen Jahre hinweg langsam mit Verwitterungsschutt und vulkanischen Gesteinen aufgefüllt.

Damals lag das Gebiet des zukünftigen Alpenraums auf Äquatorhöhe, das Klima war trocken-heiss. In solcher Umgebung – heute auch noch in manchen Wüsten – werden die Ablagerungen der Sande und Brekzien durch oxidiertes Eisen in Form von Eisenoxid (Hämatit) oder Eisenhydroxid (Goethit) rostrot gefärbt – und dies ist eines der Erkennungsmerkmale der Verrucanoserien. Eine heutige Landschaft, die gerne als Vergleich für die Verrucanotröge herangezogen wird, ist das wüstenhafte Death Valley im Südwesten der USA.

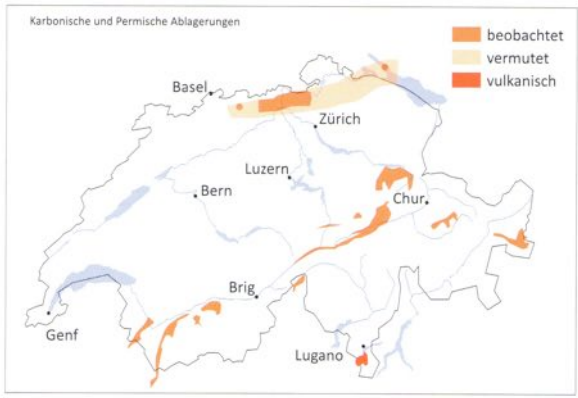
In den Verrucanotrögen wurden unterschiedliche klastische Sedimentgesteine abgelagert. An den Grabenrändern herrschen Brekzien bis Konglomerate und Grobsandsteine vor, gegen das Beckeninnere kamen auch fein- bis feinstkörnige Sedimente zur Ablagerung (Feinsand- bis Tonsteine). Karbonatgesteine fehlen. Dafür konnten sich Vulkangesteine dazwischenlagern, sei es in Form von Tuffen oder Lavaströmen, sei es in Form von ganzen Vulkanstrukturen.

Im Verrucano der Glarner Decke – dem „Glarner Verrucano" - werden die groben roten Brekzien als „Sernifit" bezeichnet. Daneben sind im Glarner Verrucano auch rote Tonschiefer verbreitet, die im Aufschluss nur schwierig von den Tonschiefern der Quartenformation unterschieden werden können (man erinnert gerne an den ironischen Spruch des grossen Glarner Geologen R. Trümpy, wonach das Rot des Verrucano Ochsenblut, dasjenige der Quartenschiefer hingegen Stierenblut ähnle...).

Es gibt noch eine Art alpines Verwirrspiel mit der Rotfärbung des Verrucano. Diejenigen Verrucanoserien, welche bei der Alpenbildung metamorph umgewandelt wurden, wurden dabei infolge einer Reduktion der roten Eisenoxide grünlich verfärbt. Ein Teil von Ihnen findet sich heute an der Oberfläche in diesem Zustand – also grün gefärbt – vor, ein Teil wurde durch die oberflächennahe Einwirkung von oxidierenden Porenwässern wieder re-oxidiert und in den ursprünglichen Rotzustand zurückversetzt. Bildeten sich im Gestein bei der Metamorphose Pyritkriställchen (FeS_2 - reduziertes Schwefeleisen), so können um diese Pyritkörner heute noch grünliche „Reduktionshöfe" im ansonsten rot oxidierten Gestein sichtbar sein ... so spannend kann Geologie sein!



Bildung von unterschiedlichen Gesteinen in einen Verrucano-Trog. A: grosse Schuttfächer (grobe Brekzien); B: Seen & Tümpel (feine Tonschiefer), dazwischen Sandsteine



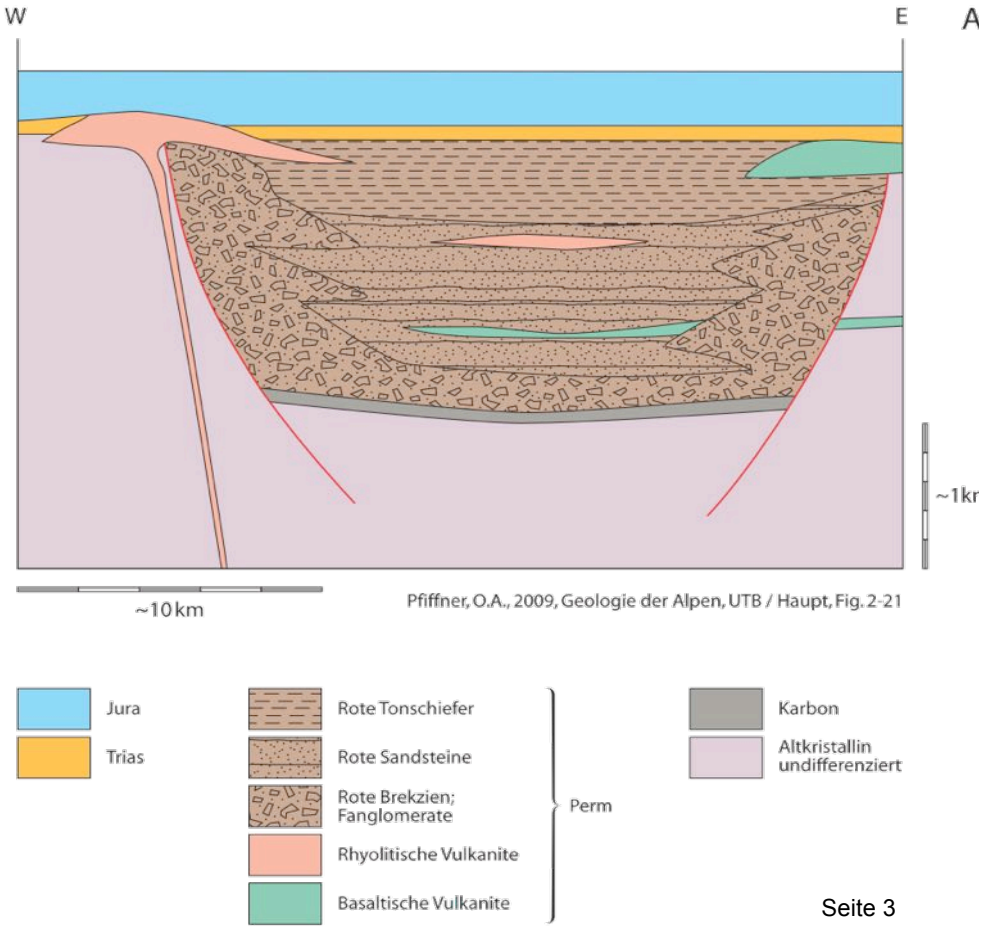
Eine Übersicht über die Permokarbontröge der Schweiz (modifiziert nach Funk).

Ein Landschaftsbild aus dem heutigen Death-Valley. In diesen riesigen Schuttfächern bilden sich nach der Verfestigung der Gesteine grobkörnige Brekzien. Je weiter weg vom Schuttfächer, um so feiner wird die Ablagerung (Sandstein bis Tonstein).



Schematischer Querschnitt durch den Trog des Glarner Verrucanos. Das Profil ist zum besseren Verständnis stark überhöht gezeichnet.

Aus: Pfiffner, A.O. Geologie der Alpen, Haupt Verlag 2. Auflage 2011.





Die wohl berühmtesten Verrucanoberge der Alpen: die Tschingelhörner ob Elm GL, wo der Glarner Verrucano auf nordhelvetischen Flysch überschiben vorlieg



Im Kärpfgebiet gibt es grössere Massen von vulkanischem und subvulkanischem Gestein, das so solide ist, dass auch daran geklettert werden kann. Bergsturzblöcke Klettergarten Widderstein



Grober brekziöser roter Verrucano, sogenannter „Sernifit“, an einem Sturzblock im unteren Sernftal, GL.



Grober brekiöser grüner Verrucano mit subvulkanischen Granophyr-Komponenten – ev. Ablagerung eines Schlammstroms an einem Vulkan. Ringelspitz SG.



Feinkörnig-toniger Verrucano, ein eigentlicher roter Tonschiefer – Farbe Stierenblut oder Ochsenblut?... Milchspüelersee bei der Leglerhütte, Kärpfgebiet GL.



Feinkörnig-toniger Verrucano (Tonschiefer) mit grünlichen Reduktionshöfen) um (nicht sichtbare) Pyritkörner herum. Murgseen SG

Bündnerschiefer

Tiefmarine Ablagerungen in den sich bildenden alpinen Ozeanbecken

Bündnerschiefer sind marine bis tiefmarine, kalkige und tonig-sandige Sedimentgesteine der Alpen. Sie wurden in tieferen Meereströgen zwischen dem europäischen und apulisch-afrikanischen Kontinentalblock in der Jura- bis in die untere Kreidezeit hinein abgelagert. Der Begriff wird ausserhalb der Alpen nicht verwendet. Durch die alpine Metamorphose wurden die Bündnerschiefer schwach bis stark umgewandelt. Dabei entstanden aus den tonhaltigen Lagen mit zunehmendem Metamorphosegrad Tonschiefer, Serizitschiefer oder Glimmerschiefer, welche so charakteristisch sind für die Bündnerschiefer.

Die Vorberge östlich und südlich des Rheins zwischen Landquart und Thusis und die tieferen Lagen des Prättigaus fallen durch ihre zwar steilen Hänge, aber die fast gänzliche Abwesenheit von richtigen Felswänden auf. Bergwald und Weiden dominieren. Die Berge werden durch mächtige, verfaltete und verschuppte Serien aus überwiegend kalkigen und schiefrigen, leicht metamorphen Sedimentgesteinen aufgebaut. Die frühen Alpengeologen nannten diese Serien pauschal „Bündner Schiefer“, weil weite Teile Mittelbündens von ihnen eingenommen werden. Doch vergleichbare Gesteinsserien kommen auch andernorts in den Alpen vor, weit verbreitet auch im Wallis – womit der Name zum Verwirrspiel wird. Die Welschen hatten in der Namengebung eine glücklichere Hand, sie reden von „schistes lustrés“, Glanzschiefern, weil in diesen Serien matt glänzende Phyllite, Serizit- und Glimmerschiefer weit verbreitet sind. In Italien werden die Serien „calceschisti“ (Kalkschiefer) genannt, was der Realität wohl am nächsten kommt.

Es handelt sich um einen Sammelbegriff für mächtige Gesteinsablagerungen aus dem Walliser- und Piemont- Meeresbecken, die durch Kalksteine / Kalkmarmore mit Zwischenlagen von Ton- bzw. Glimmerschiefern geprägt sind. Seltener sind sandige Partien. Die Gesteinsserien entstanden in den noch relativ schmalen Ozeanbecken durch eine Mischung von mariner Karbonat-Sedimentation und Anlieferung von tonig-sandigem Material von den wenig weit entfernten Festlandsküsten her. So konnten sich viele hundert Meter mächtige Serien von recht monotonen Gesteinsserien anhäufen. Die Bündnerschiefer enthalten ausserordentlich wenige grössere Fossilien. Die stratigrafische Einteilung der verschiedenen Serien erfolgte deshalb meist anhand von Mikrofossilien.

Das grössere Piemont-Ozeanbecken öffnete sich früher als das schmalere Walliser Becken, dementsprechend sind dort diese Gesteinsserien eher älter – Oberjura bis Unterkreidezeit - als im Walliser Becken, wo sie Unter-bis Oberkreidealter aufweisen

Gegen oben gehen die Bündner Schiefer oft graduell in Flyschserien über.

Die verschiedenen nord- und südpenninischen Bündnerschiefer-Einheiten sind auf der tektonischen Karte der Schweiz 1 : 500'000 in verschiedenen Graufarben eingetragen.



Safiental GR – typische Landschaft und Geländeformen in nordpenninischen Bündnerschiefern



Grand Combin – mächtiger Viertausender im Gebiet des Grossen St. Bernhard, mit stumpfen Formen, zu einem guten Teil aufgebaut aus südpenninischen Bündnerschiefern aus dem Piemontozean. So mächtige und schroffe Berge aus Bündnerschiefergesteinen sind eine Ausnahme.

Berge am Hinterrhein ausgangs Domleschg, bei Rothenbrunnen GR. Diese bestehen aus schwach metamorphen Bündnerschieferserien.



Strassenaufschluss an den Felsen des obigen Bildes in schwach metamorphen Bündnerschiefern. Die gelblichen Lagen sind fast reine Kalksteine, die grauen sind reicher an tonigem Material. Sehr charakterisch sind die intensive Verfaltung dieser gut geschichteten Serie und die vielen weissen Klüfte mit Calcit und +/- Quarz.



Felswand am „Hirli“ am Hüttenweg von Schwarzsee zur Hörnlihütte am Matterhorn VS. Geschichtete Serie aus überwiegend Calcitmarmoren(graue Bänder = reiner Marmor) mit glimmerhaltigen ehemaligen tonigeren Lagen, mit weissen Calcit-Quarz-Ausschwitzungen. Südpenninische Serie aus der oberen Jurazeit.



Bündnerschiefer-Block am Aufstieg zum Barrhorn im Turtmanntal VS. Der Anteil ein tonigem Material (Glimmerschiefer) ist hier höher. Südpenninische Oberjuar-Serie.



Flysch

Subduktion und Akkretion produzieren submarine Lawinen. . .

Als Flysch bezeichnet man in den Alpen bestimmte gut geschichtete Sandstein-Tonschiefer-Ablagerungen. Es handelt sich um sandig-tonige Meeressedimente der Kreide- bis Tertiärzeit, die über den Subduktionszonen bei der Annäherung von Apulia-Afrika an den europäischen Kontinentalrand durch Schüttungen vom langsam werdenden Alpengebirge abgelagert wurden. Die Ablagerung erfolgte meist in so genannten „Akkretionskeilen“, in Form von submarinen Sandlawinen (Turbiditen) mit dazwischen gelagerten Tonschichten. Im Akkretionskeil können erst gerade abgelagerte und verfestigte Sedimentpakete in die Subduktionszone eingeschuppt und zu keilförmigen Gesteinspaketen gestapelt werden.

Der Begriff „Flysch“ wird weltweit für derartige Akkretions-Ablagerungen an aktiven Kontinentalrändern verwendet

„Flysch“ geht auf einen im Simmental von Bauern gebrauchten Flurnamen für Gebiete mit schiefrigem, „schlechtem“ Gestein zurück. Wenn man in einem Flyschgebiet an einem Strassenanschnitt oder in einem Tobel das anstehende Gestein sieht, erkennt man praktisch immer, dass es sich um sehr gut gebankte Serien mit harten Sandsteinbänken von einigen cm bis einigen dm Dicke mit dazwischen gelagerten Tonschiefern handelt. Oft sind diese Abfolgen auch verfaltet. Auf den ersten Blick können Flyschserien mit Bünderschieferserien verwechselt werden, doch diese bestehen eben überwiegend aus kalkigen Gesteinen, während in den Flyschen Sandstein dominiert.

Die vielen Tonlagen führen dazu, dass die Flysche sehr leicht erodiert werden, keine richtigen Felswände bilden, zu Sackungen neigen, das Grundwasser stauen und so zu Feucht- und Moorgebieten führen.

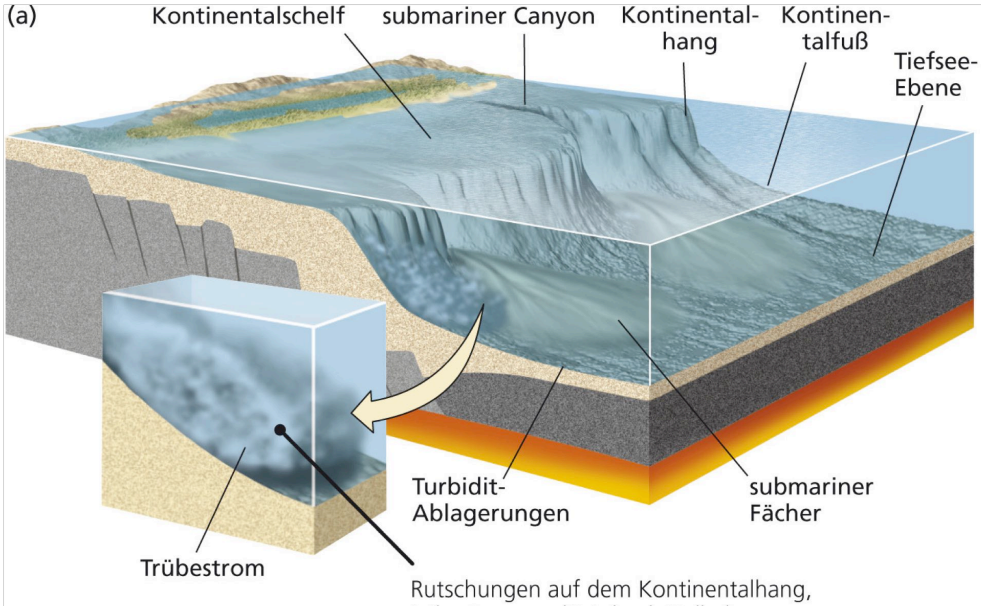
Flyschserien sind nichts anderes als früher Abtragungsschutt über einer Subduktionszone und eines sich langsam bildenden zukünftigen Gebirges. Dabei gelangt sandig-toniges Material durch Flüsse in das Meeresbecken über der Subduktionszone. Die feine Ton-Schwebefracht treibt weit in das Meeresbecken hinaus und lagert sich dort langsam als feiner Tonschlamm ab. Die Sande bleiben küstennäher liegen, werden aber in Intervallen in Form von submarinen Schlammströmen oder -lawinen (sog. Trübe – oder Turbititströme, wahrscheinlich oft durch Erdbeben ausgelöst) ebenfalls weit in das Meeresbecken hinaus geschwemmt. Man hat solche „Trübeströme“ auch in den heutigen Meeren beobachtet. Auf diese Weise entstehen die typischen Flyschabfolgen, mit ihren Wechsellagerungen von Sandstein- und Tonlagen. Damit steckt in den Flyschen eine spannende zeitliche Dimension: Eine feine Tonlage von wenigen cm Dicke kann eine Ablagerungszeit von vielen Tausend Jahren abbilden, während die darüber liegende, vielleicht mehrere dm mächtige Trübestrom-Sandsteinlage in einem Zeitraum von Minuten abgelagert wurde! Die Sandsteinlagen sind sehr oft korngrössenmässig gradiert, mit den gröberen Fraktionen unten, und gegen oben immer feineren Anteilen – wie man das von einer untermeerischen Sandlawinenablagerung erwarten würde.

Weil die Subduktionen und Deckenbildungen in den Alpen von SE her, vom apulisch-afrikanischen Kontinentalrand her immer weiter gegen NW vorrückten, werden auch die Flyschbildungen von SE nach NW immer jünger. Die südpenninischen Flysche haben Oberkreide-Alter, die jüngsten helvetischen Flysche des europäischen Kontinentalrandes können bis zu mitteltertiäre Alter aufweisen. Die Flysche der Alpen gehen manchmal fast kontinuierlich aus den darunter liegenden älteren Bündnerschieferserien hervor, und eine klare Abgrenzung im Gelände ist schwierig.

Wegen ihrer leichten Verformbarkeit dienten Flyschserien bei den alpinen Deckenbildungen häufig als Abscher- bzw. Überschiebungshorizonte für die Deckenüberschiebungen. Deshalb liegen zwischen einzelnen Decken häufig stark deformierte Horizonte von Flyschen, oder Massen von Flysch wurden zwischen und vor den Decken intensiv verfaltet und angehäuft. So liegt etwa im Welterbe Tektonikarena Sardona der Glarner Verrucano im mittleren und vorderen Teil der Glarner Hauptüberschiebung auf den helvetischen Flyschserien mit Matter Sandstein und Engi-Tonschiefern.

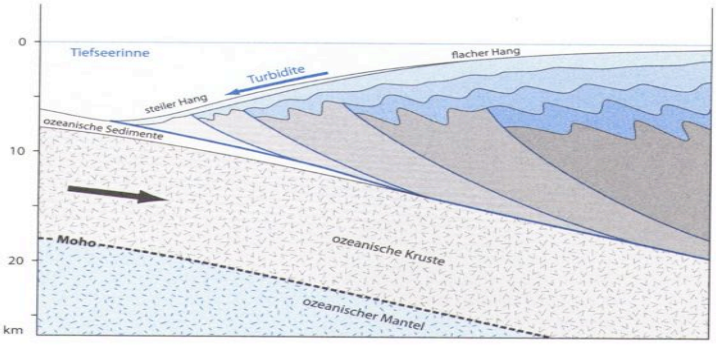
Die Flysche der Alpen können unmetamorph bis mittelstark metamorph umgewandelt vorliegen.

Die Flyschserien sind auf der tektonischen Karte der Schweiz in gelben Farbtönen mit Übersignaturen dargestellt.

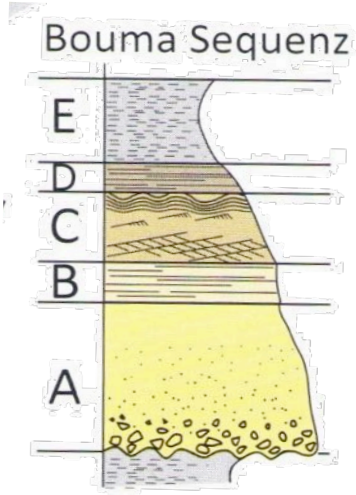


Rutschungen auf dem Kontinentalhang, teilweise ausgelöst durch Erdbeben, führen zur Bildung von Trübeströmen, die den Kontinentalhang und Kontinentalfuß hinabstürzen und auf der Tiefsee-Ebene ausklingen.

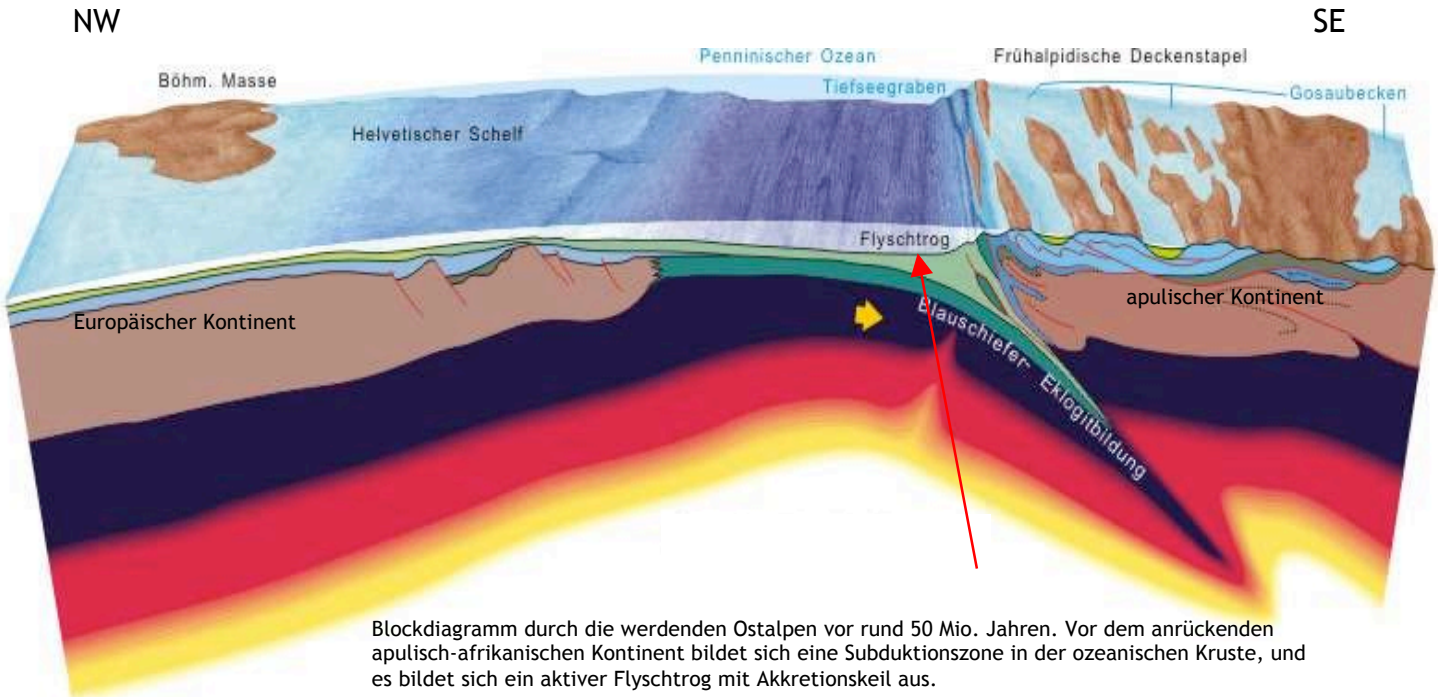
Schema der Flyschbildung an Kontinentalrand durch Trübeströme (Turbidity Currents).
Aus: Grotzinger/Jordan/Press/Siever: Allgemeine Geologie, 5. Auflage. Spektrum akademischer Verlag 2008



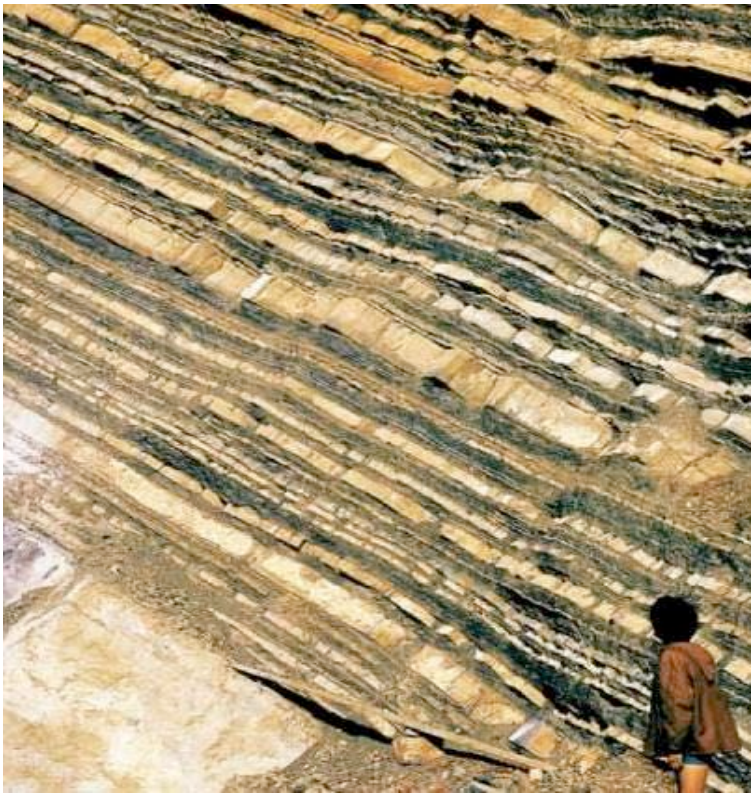
Schema der Flyschbildung in einem Akkretionskeil über einer Subduktionszone



Idealisierter Aufbau einer Flysch-Sequenz mit gradierter Sandsteinbank, übergehend über geschichtete und gerippte Lagen in die nächste feine Tonlage („Bouma-Sequenz“)



Blockdiagramm durch die werdenden Ostalpen vor rund 50 Mio. Jahren. Vor dem anrückenden apulisch-afrikanischen Kontinent bildet sich eine Subduktionszone in der ozeanischen Kruste, und es bildet sich ein aktiver Flyschtrog mit Akkretionskeil aus.





Zwei Aufschlüsse mit typischen Flysch-Turbidit-Abfolgen: Links Carrière des Fayaux bei Vevey in südpenninischen Gurnigelflysch (Foto M. Marthaler), rechts nordpenninischer Flysch bei Altdorf UR







Oben links: Gebankte Flyschaufschluss im ultrahelvetischen Sardonaflysch am Weg Sardonahütte – Piz Sardona.

Oben rechts: Die östlichen Talhänge oberhalb von St. Antönien, Prättigau, GR. Unter der obersten Silvrettadecke (bräunlich) und den weissen Kalkwänden der Sulzfluhdecke liegen die ganzen wiesenbedeckten Talhänge in den weichen Gesteinen des nordpenninischen Prättigau-Flysches

Links: Flyschlandschaft bei Gstaad in südpenninischem Simmenflysch

Molasse

Abtragungsschutt der sich hebenden Deckenstapel der Alpen

Als Molasse bezeichnen Geologen überwiegend terrestrische oder allenfalls flachmarine Sedimentserien, welche in Randbecken aus dem Abtragungsschutt von sich laufend hebenden und dabei gleichzeitig erodierenden Gebirgskörpern entstehen. Es überwiegend fluviatile Konglomerate („Nagelfluh"), Sandsteine und Mergel. Der Begriff wird weltweit verwendet.

Die Heraushebung der Alpen als eigentliches Gebirge begann so richtig vor rund 35 Mio Jahren. Dabei bildeten sich am nördlichen und südlichen Rand des werdenden Gebirges schmale gebirgsparallele Ablagerungströge, in denen der Schutt des laufend erodierenden Gebirges abgelagert wurde. Dies sind die Molassebecken – etwas vulgär ausgedrückt die „Abfallkübel der Alpenbildung". Auf der Alpennordseite gehen die Molasseablagerungen graduell aus den nordhelvetischen Flyschablagerungen hervor.

In den Alpen gibt es gar noch Reste von Molassegesteinen der vorletzten, variszischen Gebirgsbildung. Diese blieben in etlichen Trögen der Karbonzeit erhalten, so etwa im Unterwallis in den bekannten „Vallorcine-Konglomeraten" – eine Art karbonische Nagelfluh. Diese Konglomerate sind allerdings wesentlich besser verfestigt, gar leicht metamorph, und damit viel härter und verwitterungsbeständiger als die alpinen tertiären Nagelfluh-Abfolgen.

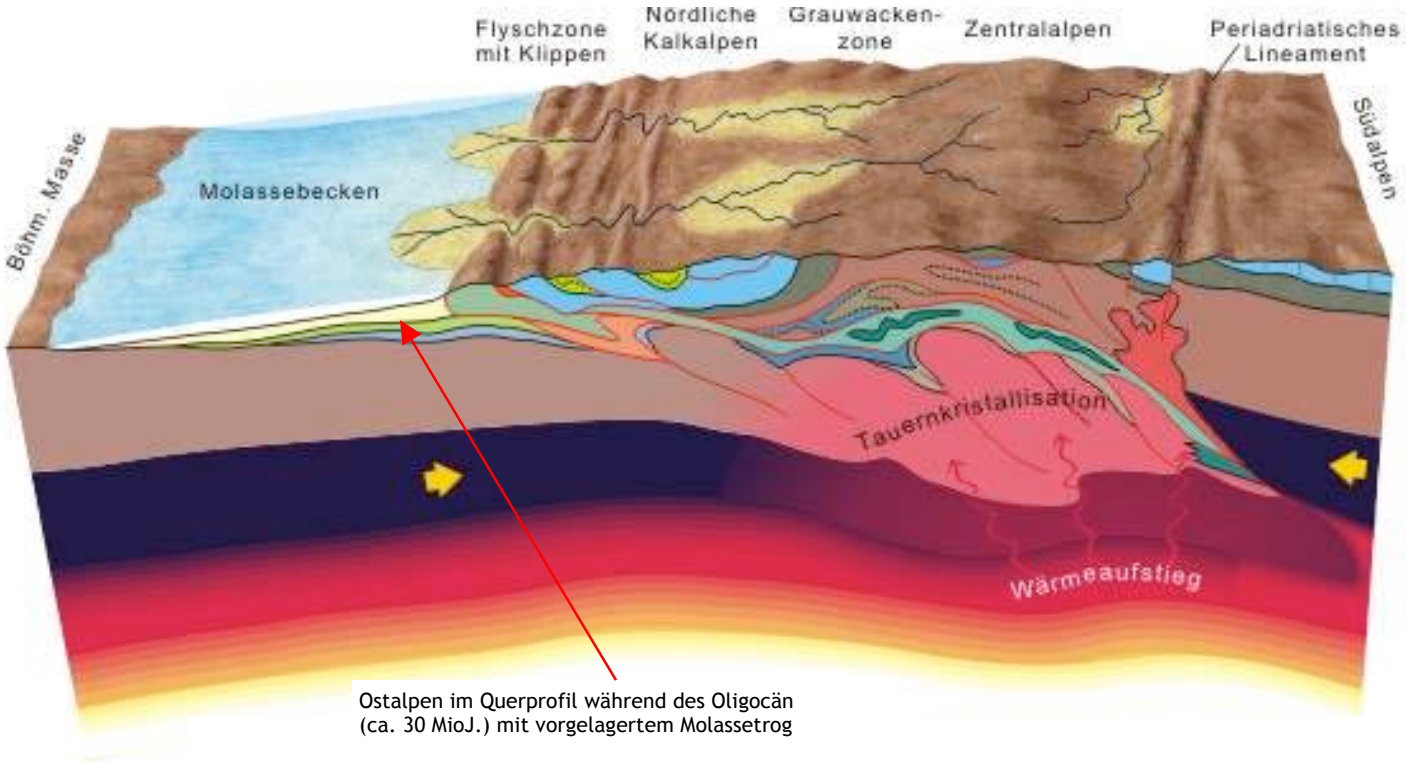
Das Molassebecken des Alpennordrandes zeigt in Alpennähe rund 5 km übereinander geschichtete Ablagerungen. Diese weisen eine klare Vierteilung von älter zu jünger auf: Untere Meeresmolasse → Untere Süsswassermolasse → Obere Meeresmolasse → Obere Süsswassermolasse. Zweimal war also dieser Molassetrog ein schmales Meeresbecken, zwei Mal Land. Die Molasseablagerungen erfolgten während einer Zeitspanne von rund 35 (Mitteltertiär, Beginn des Oligocän) bis vor 5 Millionen Jahren (Jungtertiär, Ende des Miozän).

Die marinen Molasseablagerungen bestehen überwiegend aus Sandsteinen mit etwas Mergeln und Tonsteinen. Sie entstanden aus Ablagerungen von Flussdeltas, die weit in das Meeresbecken hinein reichten. Bekannt ist etwa der Berner Sandstein der oberen Meeresmolasse. Die Süsswassermolasse zeugt von Perioden, als sich der ganze Kontinentalrand infolge der gebirgsbildenden Vorgänge weiter im Süden verstärkt angehoben hat. Die Ablagerungen dieser Phasen bestehen zum grössten Teil aus mächtigen Konglomeraten („Nagelfluh"), welche in gewaltigen Schuttfächern der alpinen Urflüsse abgelagert wurden. Beispiele von Nagelfluh-Bergen, welche aus mächtigen ehemaligen Kies-Deltaschüttungen hervorgingen sind der Mont Pélérin (VD), der Napf (BE, LU), die Rigi (ZG), das Hörnli (ZH) und der Speer (SG).

Die alpennächsten Molasseserien wurden nach ihrer Ablagerung und Verfestigung noch von den gebirgsbildenden Vorgängen erfasst, von den heranrückenden Decken überfahren, verfaltet und aufgeschoben. Man nennt dies die verfaltete und aufgeschobene Molasse. Schön sichtbar ist das etwa an den schräg gestellten Molasseschichten an der Rigi oder am Speer. Allerdings reichten die erreichten Temperaturen und Drucke bei keinen Molassegesteinen für eine metamorphe Überprägung.

Interessant ist das Studium des Geröllinhalts der Molasseablagerungen, da dieser Rückschlüsse darauf zulässt, was zur Zeit ihrer Ablagerung im Hinterland gerade an Gesteinen und Decken abgetragen wurde. So finden sich in der unteren Süsswassermolasse des Schweizer Mittellands Gerölle, die typisch sind für ostalpine Decken – die offenbar damals, vor rund 30 Mio. Jahren, das Gebirge aufbauten, seither aber längst wegerodiert wurden. Gegen oben in der Molasse treten dann zunehmend Ablagerungen tieferer Decken (bzw. ursprünglich weiter nördlicher gelegener Ablagerungsräume) auf – so spiegelt sich die Geschichte von Hebung und Erosion des Alpenkörpers eins zu eins in den Molasseablagerungen wider!

Weniger bekannt ist, dass es auch auf der Alpensüdseite mächtige Molasseablagerungen gibt – sogar noch mächtigere als im mittelländischen Molassebecken. Die südalpinen Molasseserien liegen allerdings in einem viele Kilometer tiefen Trog unter der topfebenen Po-Ebene und sind nur gerade am Südalpenrand etwas aufgeschlossen („Gonfolite lombardo").



Ostalpen im Querprofil während des Oligocän (ca. 30 MioJ.) mit vorgelagertem Molassetrog

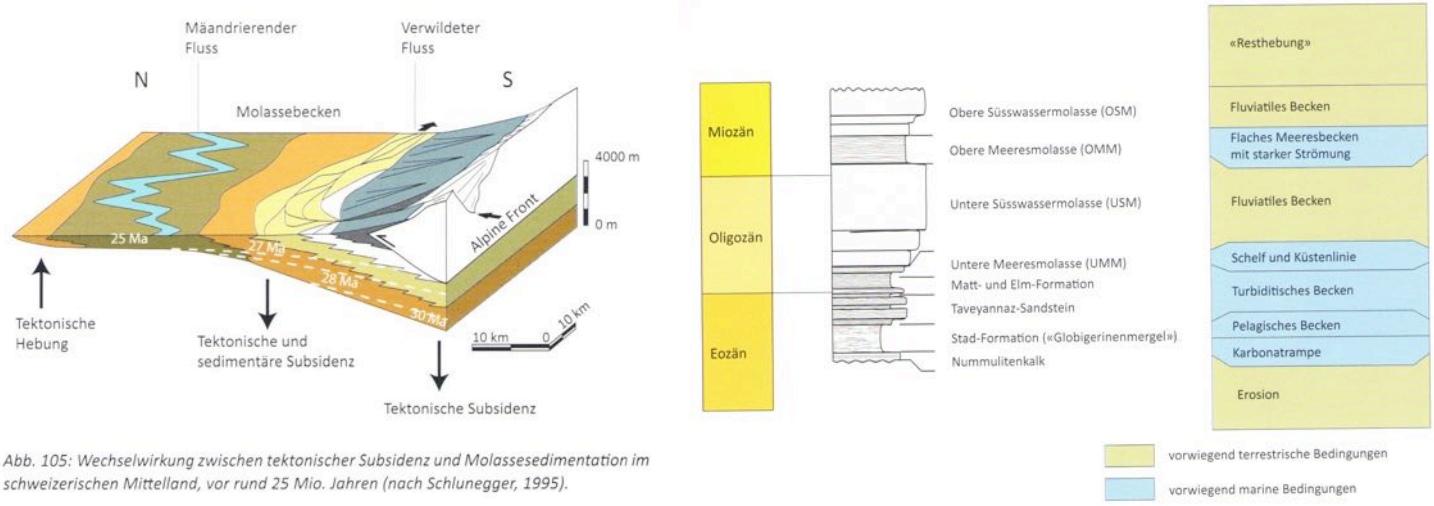


Abb. 105: Wechselwirkung zwischen tektonischer Subsidenz und Molassesedimentation im schweizerischen Mittelland, vor rund 25 Mio. Jahren (nach Schlunegger, 1995).

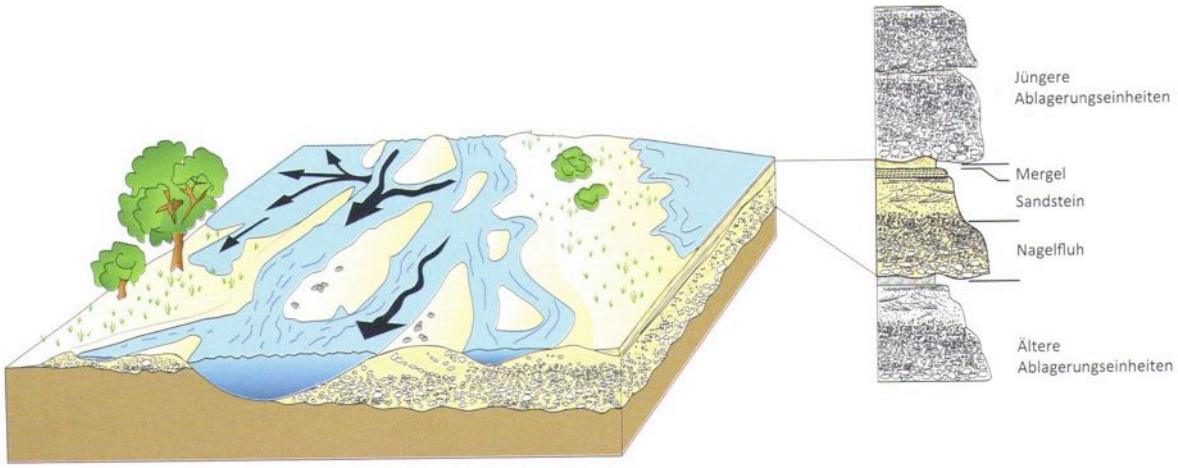


Abb. 110: Das Ablagerungsregime der Flüsse der Süsswassermolasse entwickelt sich von einem «Zopfsystem» («braided river») nahe der Alpen zu einem mäandrierenden System im alpenfernen Bereich (nach Keller, pers. Mitteilung).

So könnte man sich die Landschaft beispielsweise in der Gegend von St. Gallen zur Zeit der Süsswassermolasse – Ablagerungen vorstellen. Tropisches Klima, riesige Flüsse treten aus den sich hebenden Alpen ins Mittelland und lagern mächtige Kiesbänke ab.



Molasselandschaft des zentralen schweizerischen Mittellandes.
Blick vom Guggershörnli bei Guggisberg in Richtung Bern. Im Hintergrund die erste Kette des Faltenjura.



Kleiner aufgelassener Steinbruch in der Zuger Süsswassermolasse bei Unterägeri. Typische Erscheinung von Molassesandstein mit weicheren Mergel-Zwischenlagen.



Konglomerat („Nagelfluh“) der Zuger Unteren Süsswassermolasse (Alter...). Man erkennt gelbliche Dolomit-, graue Kalkstein und bunte Granit-Gerölle. Diese Gesteine trifft man heute noch in den Resten der Unter- und oberostalpinen Decken des Engadins an. Der ganze ehemals die ganzen Alpen bedeckende Deckenstapel liegt aber hier in der Molasse in Form abtransportierer Kieselsteine....

