

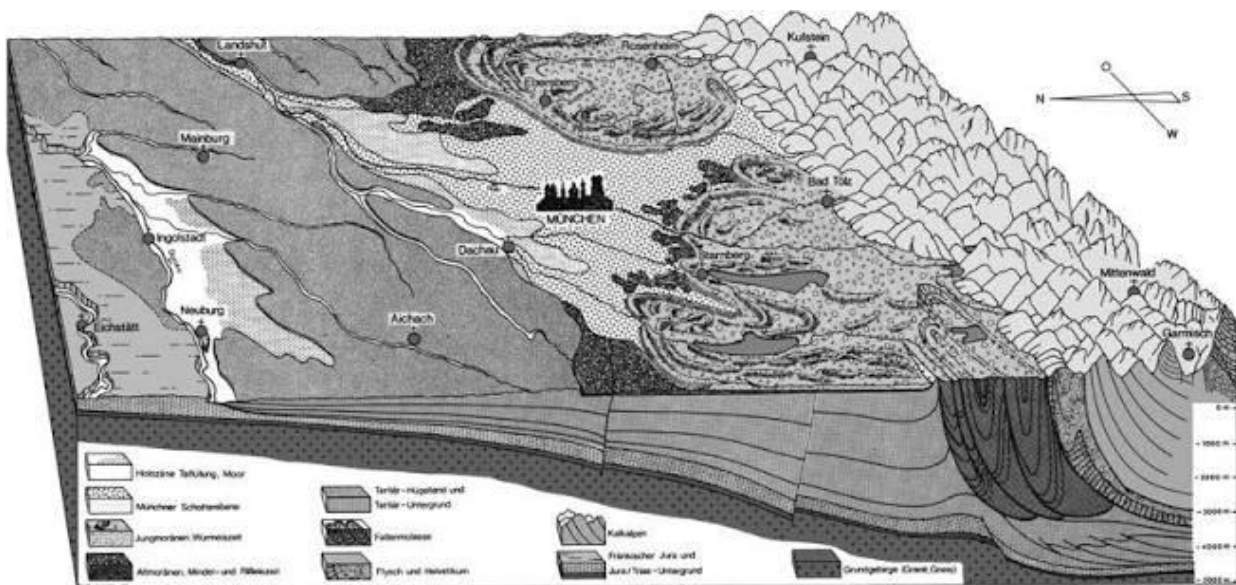
Erläuterungen zur Exkursion ins bayrische Voralpenland von der Nacheiszeit-Landschaft in das Molasse-Becken und ins Kalkalpin August 2026

Dr. Elmar Schöllhorn

Zeitlich/tektonische Gliederung der Exkursionspunkte:

1. Quartär, Eiszeiten
2. Neogen (Tertiär), Molasse Becken; Danuvius guggenmosi
3. Paläogen – Neogen; Molasse Becken
4. Kreide I, Helvetikum
5. Kreide II, Rhenodanubikum (Flysch)
6. Kreide III, Kalkalpin; Stratigrafische Tabelle im Anhang II
7. Kultur: Murnau und die Blauen Reiter

*Von außen ist alles grau; wenn man eintritt, erkennt man die Farben und die Bedeutung.
In Anlehnung an J. W. Goethe, Farbenlehre*



Abfolge von N nach S: Holozäne Talfüllung, Moor; Münchner Schotterebene; Jungmoränen, Würm Eiszeit; Altmoränen, Mindel- und Rißeiszeit; Tertiär: Hügelland und -Untergrund; Faltenmolasse; Flysch und Helvetikum, kalkalpin, Fränkischer Jura und Jura im Untergrund; „Grundgebirge“

Bayrisches Molassebecken; Quelle: Geologie TUM, München, nach Meyer u. Schmidt-Kaler, 2002)

1. Quartär

Die glazialen Abfolgen im Gebiet des Lech- und des Loisachgletschers unterscheiden sich von denen des Rheingletschers in Oberschwaben. Das liegt an den Herkunftsgebieten der Gletscher. Der Rheingletscher nährte sich aus den Quellgebieten von Vorderrhein und Hinterrhein; die einen gewaltigen Eisfluss ermöglichten. Wir erkennen die Herkunft durch Leitgeschiebe im Rheingletschers aus dem Albulagebiet südlich von Chur. Es ist ein auffallender Granit mit bläulich-grüner gefärbten Feldspäten. Kristalline Gesteine suchen wir im Gebiet des Loisach- und Lechgletschers fast vergebens.

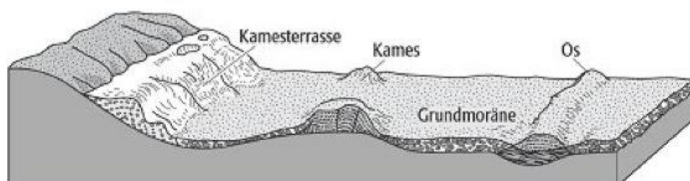
Ihre Nährgebiete dieser Gletscher lagen überwiegend im kalkalpinen Raum, in dem sich durch die fehlende Höhenlage, nicht so viel Eis bilden konnte. Wir finden daher in den Gletscherablagerungen die Gesteine des Kalkalpins von der Trias über den Jura, die Kreide, bis in das Tertiär. Auffällige Gesteine sind die bunten Jurakalke (Jura-Marmore) und Radiolarite.

Dass die Gletscher soweit nach Norden vordringen konnten, liegt daran, dass der Inn-Gletscher, mit einer Eismächtigkeit von ca. 2.200 Metern, über heute noch existierende Pässe im Lechtal, den Fernpass (Loisach) und bei Scharnitz/Mittenwald (Isar), nach Norden ausfließen konnte. Damit versorgte der Inn-Gletscher die nördlich gelegenen Gletscher mit mehr Eismasse. Eis verhält sich zäh-plastisch und fließt, wie Wasser, in die Richtung des geringeren Widerstandes. An ihrem Austritt aus den Alpen erreichten die Gletscher immer noch um die 1000 Meter Eismächtigkeiten.

Alter in Mio. Jahren v. h.	Paläomagnetische Skala	Zentraleuropa Alpen	NW-Europa	Mittelmeer	Kulturstufen
Quartär	Pleistozän	Holozän		Versilien	Neolithikum Mesolithikum Jungpaläolithikum
		Würm-Kaltzeit	Weichsel-Kaltzeit	Thyrrhenien Euthyrrhenien	Mittelpaläolithikum
		Riß/Würm-Warmzeit	Eem-Warmzeit		
		Riß-Kaltzeit	Warthe-Stadium Saale-Kaltzeit Drenthe-Stadium		
		Mindel/Riß-Warmzeit	Holstein-Warmzeit	Sicilien Milazzien	Altpaläolithikum
		Mindel-Kaltzeit	Elster-Warmzeit	Emilien	Frühpaläolithikum
		Günz/Mindel-Warmzeit	Cromer-Komplex (-Warmzeit)		
		Günz-Kaltzeit	Menap-Komplex		
		Donau/Günz-Warmzeit	Waal-Komplex (-Warmzeit)	Calabrien	
		Donau-Kaltzeit	Eburon-Komplex (-Kaltzeit)	Plaisancien	
	Matuyama-Epoche	Biber/Donau-Warmzeit	Tegelen-Komplex (-Warmzeit)		
		Biber-Kaltzeit	Prä-Tegelen-Komplex (Brüggan-Kaltzeit)		
	Gauss-Epoche				
		Pliozän			



Gekritztes Geschiebe, ca. 30 cm;
Hammerschmiede, E.S.26 (o.).

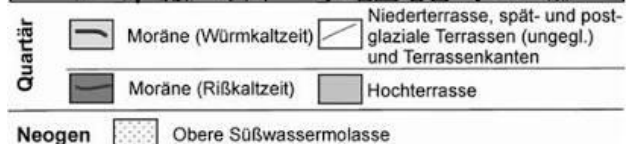
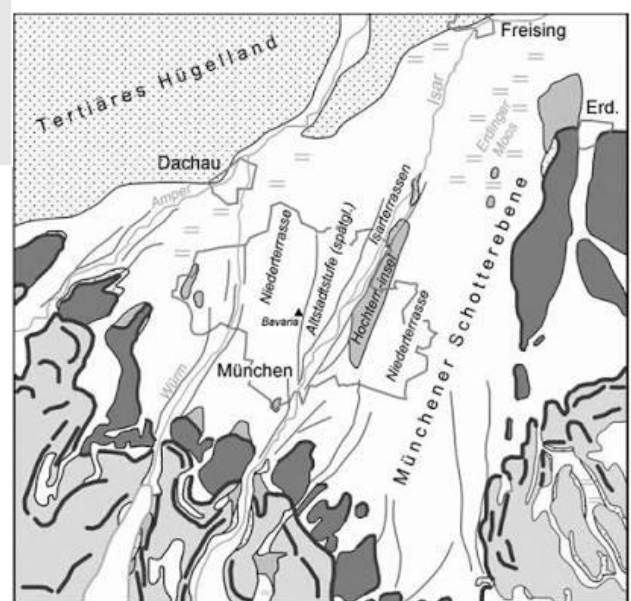


Stratigraphische Tabelle des Holozän

Quelle: Quartär, Spektrum der Wissenschaften (o.o.)
(li)

Glaziale Ablagerungen; Morphologie

Quelle: Lexikon der Geowissenschaften (o.)



Geomorphologie der glazialen Ablagerungen:

Sanderflächen

Sander sind die als Schwemmfächer ausgebildeten Ablagerungen im Vorfeld eines Gletschers. Unter dem Eisschild flossen unter hohem hydrostatischen Druck Ströme, Sie lagerten das in den Schmelzwässern mitgeführtes Material nach dem Austritt aus dem Gletschertor im Vorfeld der abtauenden Gletscher in Schwemmkegeln ab. Das Material aus Sanden, Schottern und Geschieben, wurde meist gut sortiert abgelagert. Flusssysteme in den Sanderflächen mäandrieren und verlagern sich ständig; sie bilden *braided river* Systeme aus.

Moränenwälle

Langgestreckte Gletscherablagerungen, die je nach ihrer Lage auf oder am Gletscher als Seiten-, Mittel- und Endmoränen gelagert werden. Aus dem enthaltenen Geschiebe-Material kann auf die Herkunftsgebiete geschlossen werden. Das Material ist meist unsortiert abgelagert.

Drumlins

Drumlins bilden sich in ehemals vergletscherten Gebieten und kommen in Schwärmen vor; ihre Größe ist variabel; bis maximal 3 km. Die Längsachse der Drumlins ist in Eisrichtung gelängt, erscheint tropfenförmig. Drumlins zeigen die subglaziale Verformung des Untergrundes an und bestehen aus älteren glazialen Ablagerungen, die bei späteren Vereisungen überfahren wurden. Der Begriff kommt aus dem Gälischen.

Os/Oser

Als Oser werden wallartige, fluvio-glaziale Sedimente bezeichnet, die auf großen Eisschilden entstehen; hier: Vorlandgletscher. Es sind meist Füllungen von Eisspalten auf dem Gletscher oder am Gletscherrand. Sie haben eine markante Längserstreckung im Unterschied zu den Kames. Im Idealfall sind sie Bahndamm-förmig (max. Höhe um 30m). Das abgelagerte Material ist, durch die Entstehung bedingt, unsortiert bis geschichtet. Die Bezeichnung kommt aus dem Isländischen.

Kames

Als Kames werden Sand- und Kiesablagerungen glazio-fluvialer Ablagerungen, meist zwischen Toteislöchern, bezeichnet. Sie können unter der Eisdecke entstehen. Charakteristisch ist die geringe Sortierung der Sande und Kiese im Gegensatz zu Moränen-Ablagerungen.

Toteislöcher

Im Geröll der Gletscher sind oft große Eisblöcke eingeschlossen, sie bleiben nach dem Abtauen der Gletscher vom Geschiebematerial geschützt zurück. Der Sand und der Kies wirken als Dämmmaterial und die darunter liegenden Eislinsen tauen entsprechend langsam ab. Das den abtauenden Eisblock umgebende Material rutscht langsam nach; es bleibt eine Hohlform in den Gletscherablagerungen zurück, die sich dann mit Wasser füllen kann. Das in die Hohlform eingespülte feine Material (Ton) wirkt als Wasserstauer.

(die obigen Definitionen folgen den Erläuterungen des Lexikons für Geowissenschaften; spektrum.de)

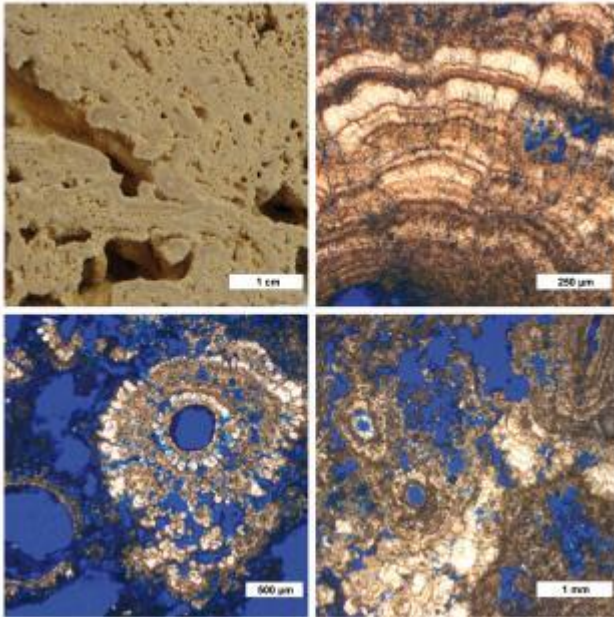
Nacheiszeitliche Talbildungen

Die Blockstürze verfestigter Moränenablagerungen (Quartär-Nagelfluh) erfolgten nach dem Abtauen der Gletscher. Übersteilte Talhänge wurden instabil und folgten der Schwerkraft, wie im Tal der Günz an der Teufelsküche.

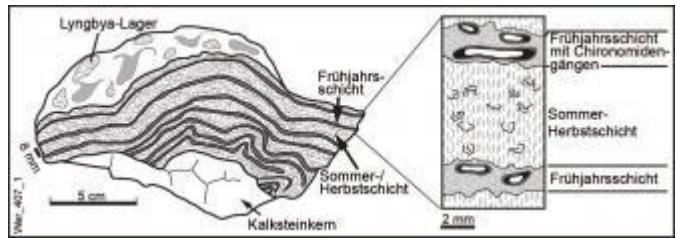
Naturbeton; quartäre/glaziale Nagelfluh

Wenn Moränenablagerungen überwiegend aus gröberen, kalkigen Komponenten mit wenig Zwischenmaterial im Grundwasserbereich zu liegen kommen, werden die kalkigen Anteile angelöst. Durch Druckwechsel beim Durchfließen des Geröll-Materials wird ein Teil des gelösten Calciumkarbonats wieder ausgefällt und zementiert die Gesteins-Komponenten. Es entsteht eine Art Naturbeton.

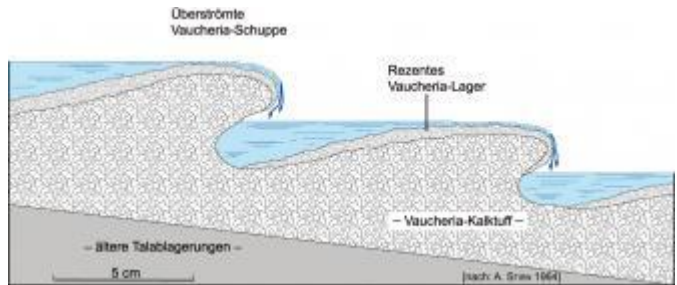
Bildung von Kalktuffen



Dünnschliffe; Kalktuff Bäratal, Schwäbische Alb
Lagen von Cyanobakterien, in deren einfachen Zellstrukturen sich klare Calcitkristalle bilden.
Quellen: LGBR Wissen; abgerufen 16.7.26



Chiriomiden Kalktuff mit Sommer/Winter-Lagen

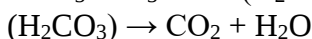
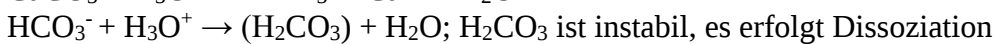


Vaucheria Kalktuff; Bildung von Kalktuff Barren

Kalktuffe werden im Allgemeinen mit Moosen in Verbindung gebracht, die der Bildung von Kalkkrusten auf den Moosen ist aber auf die sie besiedelnden Blau-Grün-Algen zurückzuführen. Die eigentlichen biogenen Bildner von Kalktuffen sind also Schleimlagen von Cyanophyceen (= Cyanobakterien). Diese sind photosynthetische Bakterien, die die in ihnen enthaltenen Chromatophoren zum aktiven Stoffwechsel mit Hilfe des Sonnenlichts benutzen. Sie können den Stoffwechsel auch mit sehr wenig Licht durchführen. Warum in manche Cyanophyceen sich Calcitkristalle bilden und manche nicht, ist nicht geklärt. Die Blau-Grün-Algen benutzen die Moose als Substrat; die Moose sterben bei massiver Kalk-Überkrustung ab, da sie nicht mehr assimilieren können.

Ein zweiter Faktor der Bildung von Calciumkarbonat in Kalktuffen gleicht der Bildung von Tropfsteinen. Die übersättigte Lösung aus Hydrogencarbonat-Ionen bildet sich aus dem Regenwasser, das die kalkreichen Gesteins/Geröllschichten durchfließt. Da dieses leicht sauer reagiert, löst es den Kalk, hier in den Moränenablagerungen aus den Nördlichen Kalkalpen, sehr gut.

Vereinfachte Formel für die Lösung von Kalk durch saures Wasser:



Wenn das Regenwasser in den phreatischen Horizont des Grundwassers eintritt, gerät das Wasser unter einen Spannungsdruck und kann noch mehr Hydrogencarbonat lösen. Der Effekt ist vergleichbar mit dem Druck in einer Sprudelflasche. Das mit gelöstem Calciumcarbonat übersättigte Grundwasser fällt den überschüssigen Carbonat-Anteil beim Quellaustritt an die Luft aus, da sich Druck und Temperatur bei diesem Übergang verändern.

Einteilung der Kalktuffe:

- Unterscheidung der an der Bildung beteiligten Blau/Grünalgen

Vaucheria Kalktuff; *Phormidium* Kalktuff

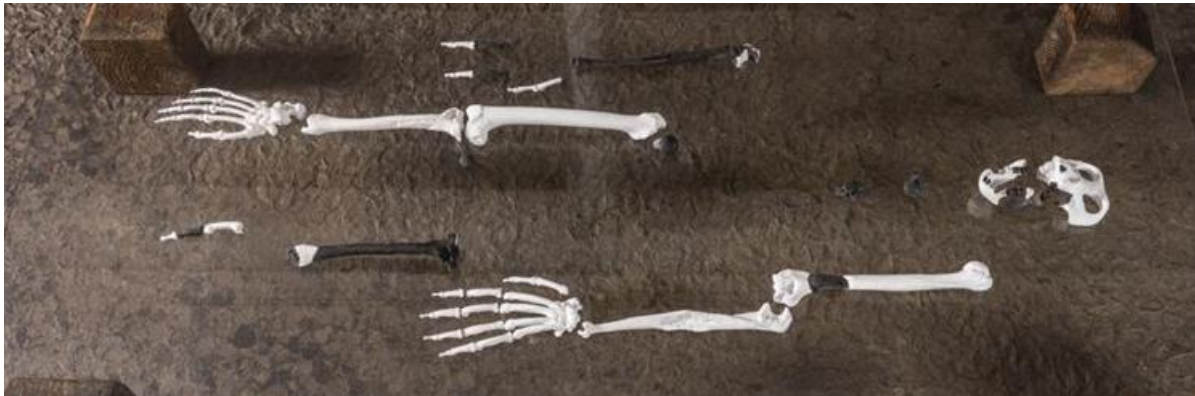
Lagige *Chiriomiden* Tuffe; sie zeigen jahreszeitliche Lagen; *Chiriomyiden* sind die Larven von Zuckmücken; sie leben auf den Lagen des Bakteriums/Alge *Phormidium*

- Makroskopische Bestimmung: Phragmitestuff (Schilfstängel), Blättertuff.

- Vorkommen: Quelltuffe, Bachtuffe, See/Wiesenkreide.

2. Neogen, Molasse Becken; Mittel-u. Ober-Miozän: Ablagerungen in der Tongrube Hammerschmiede

Ablagerungsraum, Kohlebildung, *Danuvius guggenmosi*; Geologische Profile im Anhang II



Danuvius guggenmosi alias Udo; Tongrube Hammerschmiede, Pforzen bei Kaufbeuren;
Quelle: Christopf Jäckele; idw.de



Tongrube Hammerschmiede-
Abbausituation im Juni 2026;
Profil Höhe: etwa 26 m
Alter: 11,67-11.42 Mill.J.
Im Vordergrund Sandlagen eines
Gewässer Systems;
im Top der Sandbank links
(nicht im Bild):
aktuelle Ausgrabungen
Bildmittelgrund: graue Ton- und
Siltlagen
Unterhalb der ob. Abbaukante:
Kohlelage. Foto: E.S. 07/26

Die Ablagerungen in der Tongrube Hammerschmiede gehören in den Ablagerungsraum des Molasse Beckens am Übergang von Unter- zu Ober-Miozän. Sie stellen eine der wichtigsten Fundstellen für Fossilien in diesem Zeitabschnitt dar. Die Fossilien sind oft erstaunlich komplett erhalten.

Die Seeablagerungen im Meteoritenkrater des Steinheimer Beckens sind etwa 11,8 Millionen Jahre alt. Die Fossilien der Hammerschmiede sind also etwas älter als die Fossilien, die um den Brock-Horizont herum, in Oberschwaben gefunden werden und gehören in den Ablagerungsraum der Oberen Süßwasser Molasse (OSM). Eine weitere, etwas ältere Fossil-Fundstelle, ist Sandelzhausen in Niederbayern, mit einem Alter zwischen 16 u 17 Millionen Jahren.

Die Ablagerungen in der Tongrube wurden in einem Ablagerungsraum gebildet, der von Süden nach Norden von Bächen durchströmt wurde. Sie entsprangen in der Faltenmolasse. In den meandrierenden Bachläufen lagerten sich Sande ab, diese Sande enthalten meisten Fossilien.

Die im Profil nachgewiesenen Bodenhorizonte geben direkte Hinweise auf das Klima. Die mittlere Temperatur lag über der heutigen, mittleren Temperatur und die Niederschläge waren saisonal hoch. Die Pflanzen und Tiere litten aber unter einem saisonalen Trockenstress, da die Verdunstungsrate über der der Niederschläge lag. Die Kohlelagen bildeten sich in klimatisch feuchteren Phasen der Auenlandschaft. Temporär gab es Waldbrände.

In den Bächen lebte der Riesensalamander *Andrias scheuchzeri*, am Bachrand suchten Flamingos nach Nahrung. In den Bäumen der Galeriewälder kletterten Affen. Es gab Kohleschweine, Antilopen, Nashörner und Rüsseltiere (*Gomphotherium*) die durch die Savanne zogen; um einige der spektakulärsten Tiere zu nennen, die hier den Lebensraum der OSM bevölkerten.

(Quelle: uni-tuebingen matematich naturwissenschaftliche fakultät; Abgerufen 16.07.26)

3. Paläogen - Neogen; Molasse-Becken (vergleiche Abbildung im Anhang II)

Das Molasse Becken (North Alpine Foreland Basin; NAFB) erstreckte sich über mehr als 1000 km vom südlichen Rhonetal aufwärts nach Osten abbiegend, durch die Schweiz, dem nördlichen Alpenrand in Baden-Württemberg, Bayern und Österreichs folgend. Im Norden wird es vom Verlauf der Donau begrenzt. Am Südrand der Schwäbischen Alb lässt sich in der OMM eine Kliffline in den Jurakalken mit Bohrorganismen und Austern verfolgen. Nach Osten geht das NAFB in das Wiener Becken und die Karpaten über.

Im bayrischen Alpenvorland ist die Molasse Zone etwa 20 km breit und die Sedimente erreichen eine Mächtigkeit um die 5000 m.

Das Molassebecken bildete sich unter die Auflast der Ostalpinen- und Helvetischen Decken, die über die europäische Lithosphärenplatte geschoben wurden. Dies wurde durch die Transversal-Überschiebung der Afrikanischen Platte von Süden her, mit den dazwischenliegenden Adriatischen Mikroplatten, möglich. Als Motor dieser Deckenüberschiebungen wird, zumindest für den Westteil der Alpen, ein Platten-Abriss (*slab break-off*) der abtauchenden europäischen Platte beim Eintauchen in die Asthenospäre postuliert.

Das elastische Durchbiegen der Lithosphärenplatte in Verbindung mit einem gebirgsbildenden Prozess ist ein Charakteristikum für Molassebecken allgemein. Die Auswirkungen sind im Norden durch das Einfallen der Sedimentfolgen von Schwäbischer- und Frankischer Alb um 2-4 Grad nachweisbar.

Die hohen Mächtigkeiten der Beckensedimente wurden durch ein kontinuierliches Absinken des NAFB über lange Zeiträume möglich; die Molassesedimente enthalten Bodenschätze in Form von Erdgas, Erdöl und Kohle.

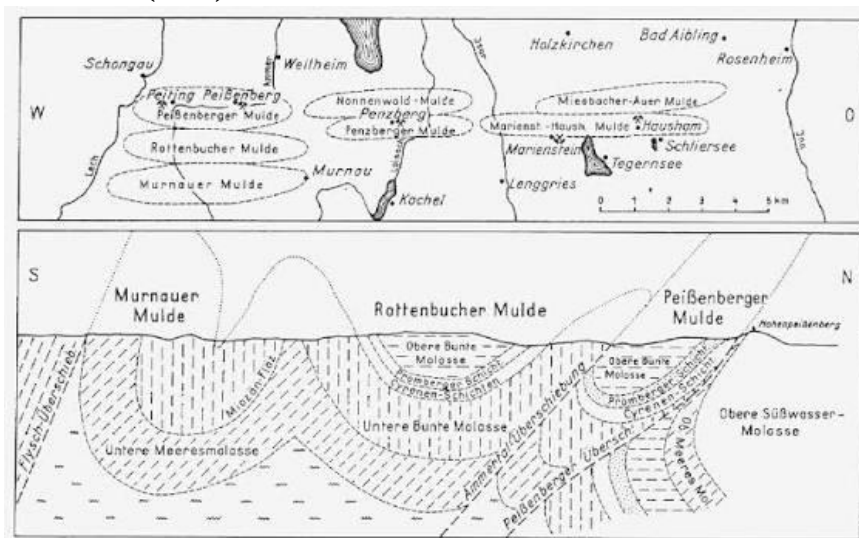
Die Alpenfaltung erreichte einen Höhepunkt zwischen 20 und 18 Millionen Jahren. Die Hebung setzt sich, vor allem im Westteil der Alpen, weiterhin aktiv fort.

Der Untergrund des Molassebeckens besteht in Süddeutschland aus den Ablagerungen des Jura und des kristallinen Basements der Böhmisches Masse.

Tektonik in der Molasse-Zone:

Ein Unterschied der tektonischen Strukturen ist zwischen Westteil und Ostteil des Molassebeckens zwischen Bodensee und Allgäuer Alpen bemerkbar. Die Grenze liegt im Illertal zwischen Sonthofen und Oberstdorf. Westlich davon sind die Muldenstrukturen steilgestellt und der Südteil der Muldenstrukturen wurde tektonisch unterdrückt. Generell sind im West- wie im Ostteil nur die Mulden (Synklinalen) überliefert. Im Ostteil finden wir weite Muldenstrukturen vor.

Die Gliederung der tektonischen Strukturen im Exkursionsgebiet im Ostallgäu bis zum Starnberger See ist folgende: Auerberg Schuppe (im W), Peißenberg Schuppe (im N), Rottenbucher Mulde, Murnauer Mulde (im S).



Die tektonische Gliederung der Sedimente im Molassebecken erfolgt in die gefaltete Molasse im Süden, am Alpenrand. Sie wurden von der alpinen Gebirgsbildung mit erfasst und teilweise überfahren. An sie schließt, nach Norden, die aufgestellte Molasse an. Die Sedimente in ihr wurden durch die Gebirgsbildung noch steil gestellt. Das Vorland im Norden bildet die ungefaltete Molasse.

Sedimentabfolge in der Molasse (Vergleiche Abbildung im Anhang I)

Untere Meeresmolasse (UMM)

Rupelium; 34-28 Millionen Jahre; mittleres Oligozän

Untere Süßwassermolasse (USM)

Unter-Egerium – Ober-Egerium 28-22 Millionen Jahre; oberes Oligozän

Obere Meeresmolasse (OMM)

Eggenburgium und Ottmangium; 22-16 Millionen Jahre; unteres Miozän

Obere Süßwassermolasse (OSM)

Karparthium, Badenium und Pannonium; 18-5 Millionen Jahre; oberes Miozän

Die Unterteilung der Molasse erfolgt nach den wechselnden Ablagerungsbedingungen, die zwischen dem mittleren Oligozän und dem Oberen Miozän herrschten.

Dieses, sich von Westen nach Osten erstreckende Meer, wird Parathetys genannt. Als Tethys im engeren Sinne, bezeichnet man den Ablagerungsbereich der Sedimente der Kalkalpen.

Die zunächst, marine Sedimentation der UMM, oft noch mit flyschartigem Charakter, ging graduell über in die vom Süßwasser beeinflusste Sedimentation der USM. Im Übergangsbereich von Land und Meer fanden sich die sedimentologischen Bedingungen für Kohleablagerungen (Peiting-Peißenberg). In der USM bilden sich im Süden die ersten Schuttfächer (Hochgrat).

Die OMM zeigt durch ihre Fossilien (Haifischzähne, Austern) wieder einen eindeutigen marinen Ablagerungsraum, er ist durch strandnahe Ablagerungen eines Sandwatts charakterisiert. Typische Bildungen sind Wellenrippeln und Tidenkanäle wie am Auerberg.

In der OMM begann die Schüttung in die Deltas des Napf- und Hörnli-Fächers im Westen.

Die OSM zeigt wieder überwiegend die Ablagerungen von Sedimenten im Süßwasser. Lokal herrschten brackische Bedingungen vor. Diese Kalke enthalten Muscheln und Schnecken, die im Brackwasser lebten (Cyrenenkalke).

Generell findet ein Wechsel der Hauptschüttungsrichtungen der Sedimente von West nach Ost bzw. invers statt. Dieselbe Situation findet sich bei den Wechseln der Sedimente von marin über brackischen zu Süßwasser-Ablagerungsbedingungen (horizontale Faziesverschiebung).

Die sich im Süden bildenden Alpen schoben ihre Sedimentdecken im Verlauf der orogenen Phase immer weiter nach Norden, über die Ablagerungen der Molasse. So finden sich die Schichten der UMM überwiegend im vom Alpenrand überfahrenen Untergrund.

Der anfallende Erosionsschutt der sich auffaltenden Alpen wurde in das Molassebecken nach Norden geschüttet. Die Menge der Schüttungen variierten, je nach der Intensität des orogenen Stadiums. Die höchsten Sedimentationsraten finden sich im Westen am Rigi in der Schweiz (um 3000 m). Am Alpenrand nach Osten folgen in Bayern: Pfänder-, Hochgrat/Adelegg-, Auerberg-, Peißenberg-, Tischberg- Taubenberg-, Irschenberg-Fächer.



Blick vom Peißenberg über die Rottenbucher- und Murnauer-Mulde nach Süden

Foto: E.S. 06.26.

Kohlebildung in der USM

Im Kohlebergwerk im Peißenberg fallen die Kohleflöz-führenden Schichten mit etwa 25 Grad nach Süden ein; sie lagern in der gefalteten Molasse. Etwa 1120 m unter Tage wurden in den Abbaustrecken eine Spannungsumlagerung festgestellt, die durch die andauernde Überschiebung nach Norden ausgelöst wird. Diese rezenten Deformationen sind typisch für den Stil junger Tektonik. (Illies und Greiner, 1976).

Die Schichten, in denen sich die Kohle bilden konnte, wurden nach einer Brackwasser-Muschel (*Cyrena cypriformis*), Cyrenenschichten genannt.

Die für die Kohlebildung verantwortliche Vegetation wuchs in einem Übergangsbereich von Land und Meer. Es war eine Sumpflandschaft, vergleichbar heute mit den Everglades in Florida. Die mittlere Jahrestemperatur lag damals höher als heute und es wuchsen unter anderem Sumpfympressen (Taxodiaceen). Dieser Sumpflandschaft wurde periodisch überflutet und die Vegetation unter den dabei sich auf der Vegetation ablagernden Sandschichten konserviert. Durch den Auflastdruck der Sedimente wurden die abgestorbenen Bäume und Pflanzen komprimiert und die Kohlebildung setzte ein. Dass diese vergleichsweise jungen Kohlen einen so hohen Inkohlungsgrad (Pechkohle; Vitrinit) haben, liegt an den orogenen Prozessen, in den diese, nach ihrer Ablagerung, einbezogen wurden.

Insgesamt haben die Kohleflöze aber eine geringe Mächtigkeit (im dm-Bereich) und sind durch Tone und Sande verunreinigt.

Trotzdem beförderten die Kohleminen zwischen dem Peißenberg, über Penzberg nach Miesbach die bayrische Industrie des 19. Jahrhunderts und katapultierten den auf Agrikultur ausgerichteten bayrischen Staat in das Industriezeitalter; mit allen negativen Auswirkungen. In Oberbayern bildete sich ein kleines Ruhrgebiet. Der Abbau von Kohle dauerte bis 1968.

4. Helvetikum

Garschella Formation (Kögel im Murnauer Moos); unterlagernd: Schrattekalk; überlagernd: Seewer Kalk; (Föllmi, P. u. Owehand P.J. 1987); Kreide, Apt – Coniac; früher: Gault-Grünsandstein
Definition nach strati.ch



Schema der Deckenüberschiebungen
Quelle: geologie digital

Dunkel gefärbte, fast schwarze, sehr dichte Sandsteine mit Quarz. Ihre blau-grüne, dunkle Färbung im frischen Anschlag ist durch Glaukonit Körner bedingt. Glaukonit ist ein komplexes Eisensilikat, die Färbung rührt vom 2-wertigen Eisen her. Früher wurde das Gestein zum Farbpigment Bayrisch Grün verarbeitet. Der Steinbruch lieferte Schotter für Bahngleise und zur Wildbach Verbauung. Im Sediment fand authigene Pyritbildung statt; die Pyritkristalle sind meist in Goethit umgewandelt. In Mergel reicheren Partien finden sich dunkelgrau gefärbte Grabspuren. Charakteristisch im Sediment ist auch ein hoher Phosphorit-Gehalt. Ablagerungsbereich der Sedimente ist der Schelfbereich der nördlichen Tethys. Typlokalität: Schneetolle S Garschella (SG, CH)

5. Rhenodanubikum

Reiselsberger Sandstein (Schafhäutel, 1851)

Reiselsberg – Formation; Oberkreide, Coniac - Cenoman

Graue bis dunkelgraue, fein- bis grobsandige Quarzsandsteine bis Grauwacken; zum Teil mit Hell - Glimmern und Gesteinsbruchstücken. Die Sandsteinbänke sind oft dickbankig, massig. (Sediment-Zyklen). Typlokalität im Halblechgebiet; Quelle der geolog. Definitionen: litholex.de

Röthenbach-Untergruppe („Flysch“) (Egger u Schwerdt, 2008); Oberkreide. Campan – Coniac

Die Ablagerungen sind hier als karbonatische Wechselfolgen, mit untergeordneten Tonmergelsteinen (Turbidit-Serien) ausgebildet.

Spurenfossilien (Fucoiden) finden sich in den Tonmergeln; load casts, flute casts, Schleifmarken an den Bankunterseiten der Kalkarenite.

Typlokalität: Röthenbach-Tal; Quelle der geolog. Definitionen: litholex.de

6. Kalkalpin

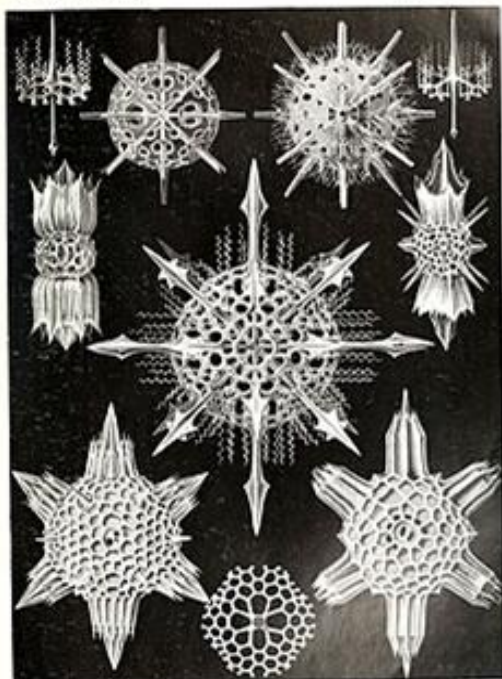
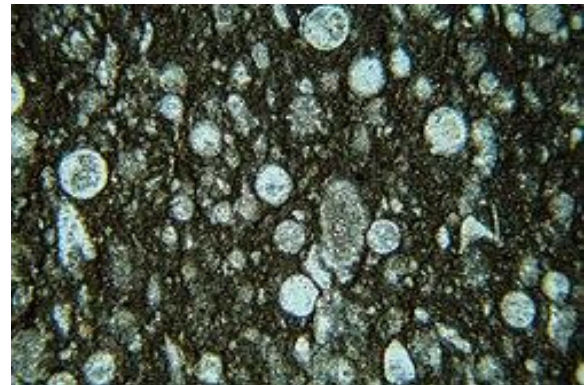
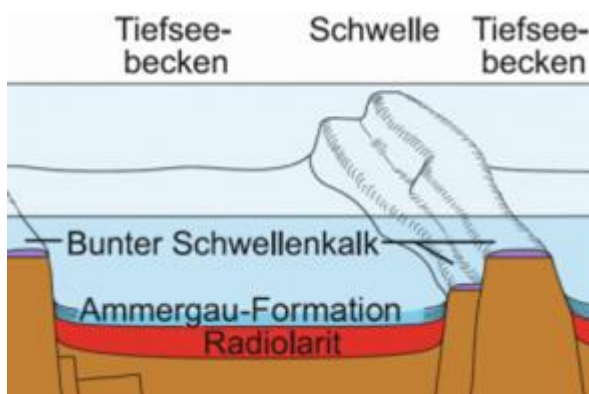
Ammergau-Formation (Schafhäütl, 1846)

Oberjura – Tithonium, Kimmeridgium, Unterkreide - Berriasium

Diese hellgrauen, oft fast weißen Kalke, enthalten in wesentlichen Anteilen Kieselsäure, die vom kieseligen Nannoplankton herrührt, das im oberen Jura im Tethys Meer ideale Wachstumsbedingungen vorfand. Es sind überwiegend die Kieselskelette von Radiolarien überliefert. Durch besondere Bedingungen am Meeresboden blieben sie im Kalkschlamm erhalten und wurden später zu Quarzkriställchen rekristallisiert. In der Extremform mit sehr hohem Kieselsäureanteil bildet sich der Radiolarit. Er besteht überwiegend aus Quarz (SiO_2). Die kalkigen Schichten des Oberjura wurden früher Aptychenschichten genannt, nach den kalkigen Verschußdeckeln einer Ammonitengattung.

Eine spezielle Schicht aus der Ammergau-Formation wurde früher zu Schleifsteinen verarbeitet.

Typlokalität: Ammergauer Alpen (Quelle der geolog. Definition: litholex.de)



Bildungsbereich der Ammergau-Formation

Quelle. GLA Bayern, München (o.re.)

Dünnschliff der Ammergauer Formation: Radiolarien

Quelle. GLA Bayern, München (o.li.)

Ernst Haeckel: Zeichnung von Radiolarien aus dem Mittelmeer; Tafel 42 (u. li.)

Quelle: wiki, abgerufen am 14.07.26

7. Kultur; Murnau und die Blauen Reiter

Heinrich Campendok

Blauer Reiter von Penzberg

Quelle: c.o. Verlag Bild u. Kunst, Bonn, 2020

Die Künstlergruppe der Blauen Reiter wurde in einer Gartenlaube von der Malergruppe um Kadinsky in Sindelsdorf gegründet.

Capendonc verwendet in seinen Gemälden das Millieu der Bergarbeiter in den Minen von Penzberg. Auf dem Gemälde links erscheint das Motiv der blauen Reiter.

Eine Ausstellung des dt. Bergbau Museums in Bochum widmete eine Ausstellung der Verknüpfung zwischen Bergbau (in Penzberg) und Kunst

Der Künstlergruppe der Blauen Reiter gehörten u. a. an: *Wassiliy Kadinski, Gabriele Münter; Alexei von Jawlenski, Marianne von Werefkin, Franz Marc u. Heinrich Campendock.*



Bilder: Gabriele Münter Haus; Wohnzimmer u Garten

Murnauer Moos; G. Münter; Schloss Museum Murnau; Fotos:E.Schöllhorn, August 2026

Literaturverzeichnis:

Geologisches Landesamt Bayern, Geologische Karte 1:50 000 von Bayern, mit Erläuterungen, München , 1996

Geologische Exkursionen im bayrischen Voralpenland und in den Ostalpen NF 107. Oberheiner Geologische Gesellschaft, Stuttgart 2025

Henlein, J. u. Stippel, L. Herausgeber; Lehrpfad Bergbau Geologie Landschaft am Hohen Peißenberg; E.A. Koch, NF. OHG; Weilheim in Oberbayern, 2. Auflage 2000

Mühling, M. u. Jansen I; The Gabriele Münter House in Murnau, Sieveking Verlag, Munich

Nützel, R. Wanderpfade im Allgäu; Bruckmann Verlag, München 2024

Rothe, P. Die Geologie Deutschlands ; 48 Landschaften im Porträt; Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 2005

Scholz, H. Herausgeber: Wetzstein, Erz und Kohle; Scheizerbarthsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 2023

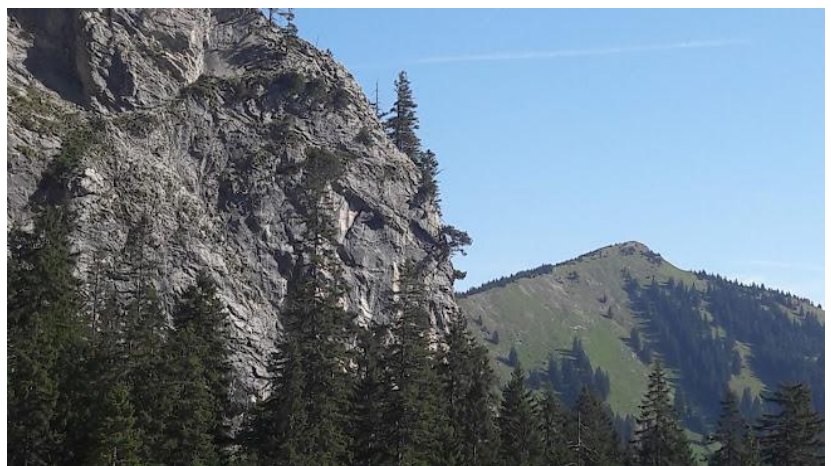
Schöllhorn, E. Exkursionsberichte Oberbayern, Studium an der LMU 1984-88; unveröffentlicht; München

Vesela, P. u. Lammerer, B.; Exkursion in das Molasse Becken südlich von München am 12.06.2010; Exkursionsführer, LMU München

weitere Quellen bei den jeweiligen Abbildungen

Dieser Text wurde ohne die Hilfe von KI erstellt.

Kalkalpin im Halblech-Gebiet

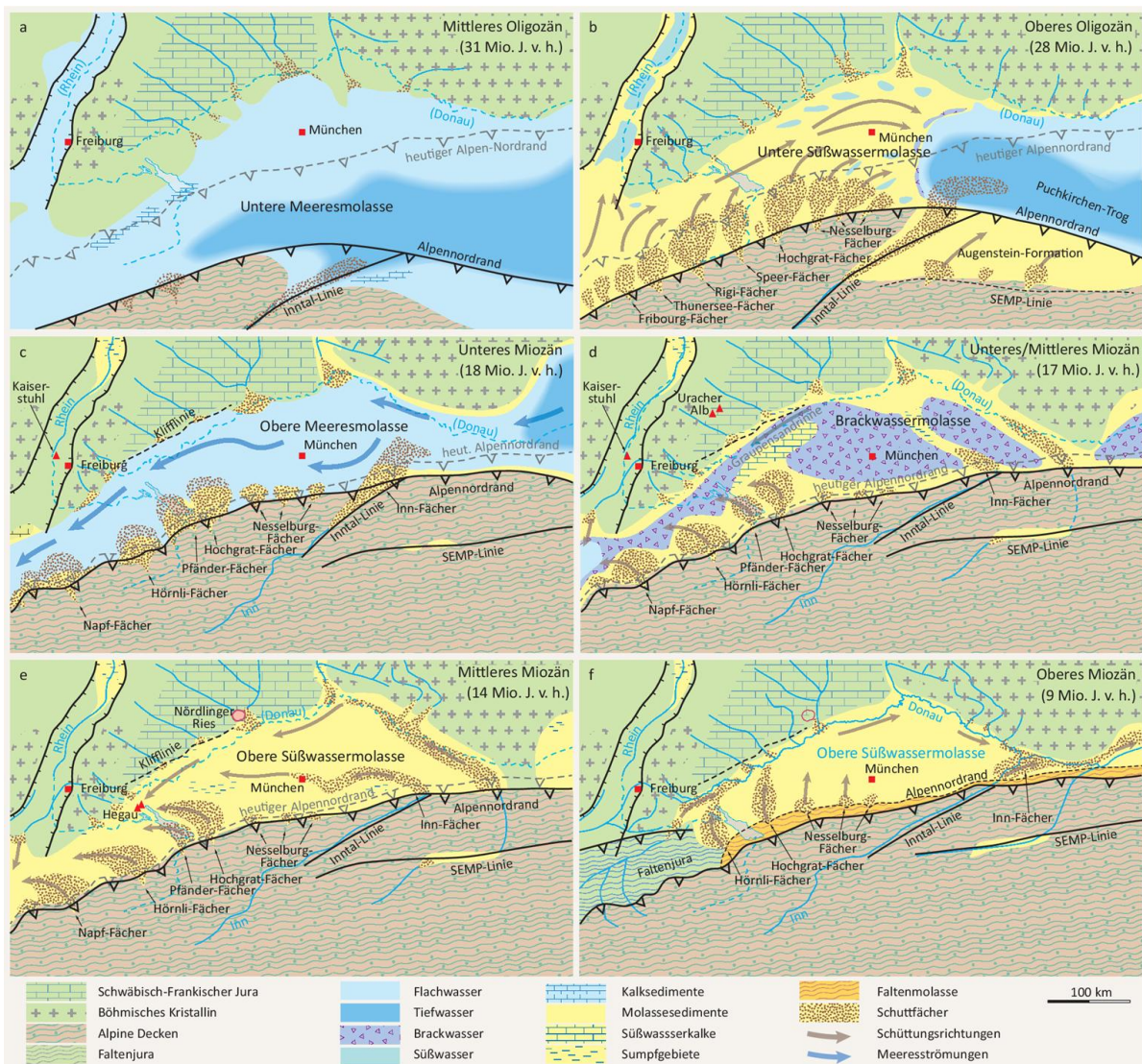


von Kalkalpin zum Flysch, Blick
unterer Jura; Schwamm- Korallenstrukturen, unterer Jura:

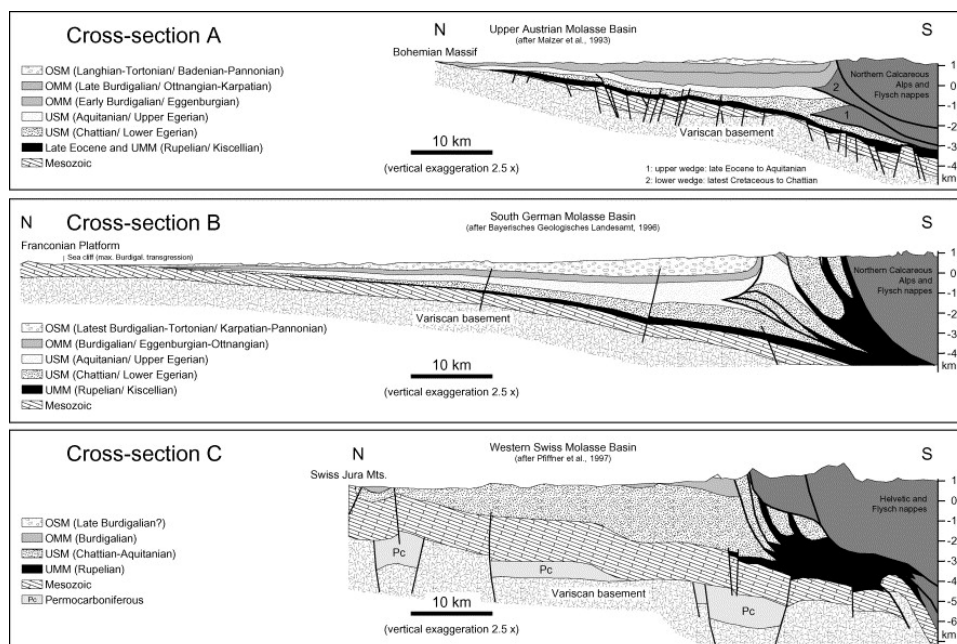
nach NE; *Lithiotis* Muschel,

Weg von der Kenzenhütte zum Kenzen-Sattel; Bilder: E.Schöllhorn, August 2026

Anhang I: Sedimentologische Entwicklung des Molassebeckens – Molasse Becken von W - E



Quelle: Alpine Foreland Basins; Springer press



Anhang II

Chronostratigraphische Karte – Molasse Becken

