

Exkursion in das Molassebecken südlich von München 12. 6. bzw. 13. 6. 2010

Petra Veselá & Bernd Lammerer

&

Simon Kübler, Markus Hoffmann (Samstag)

Simon Kübler, Clint Colsanti (Sonntag)

Abfahrt Donnersberger Brücke 8.00, Ankunft ca. 18.30

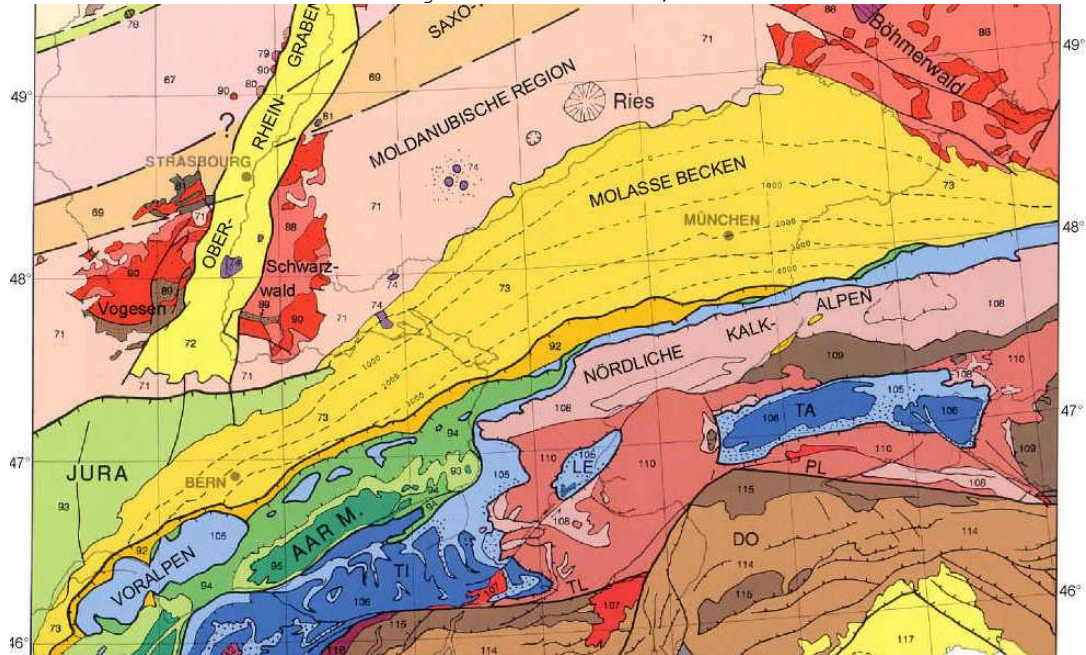


Abb. 1: das Molassebecken im Voralpenraum mit Streichlinien der Tertiärbasis (aus: Tektonische Karte von Deutschland).

Die Aufschlüsse:

Abb 2: Digitales Höhenmodell des Alpenvorlandes mit Stops:

- 1 = Pähler Schlucht;
- 2 = Hoher Peißenberg;
- 3 = Schnalshöhlen;
- 4 = Meyersäge;
- 5 = Scheibum)

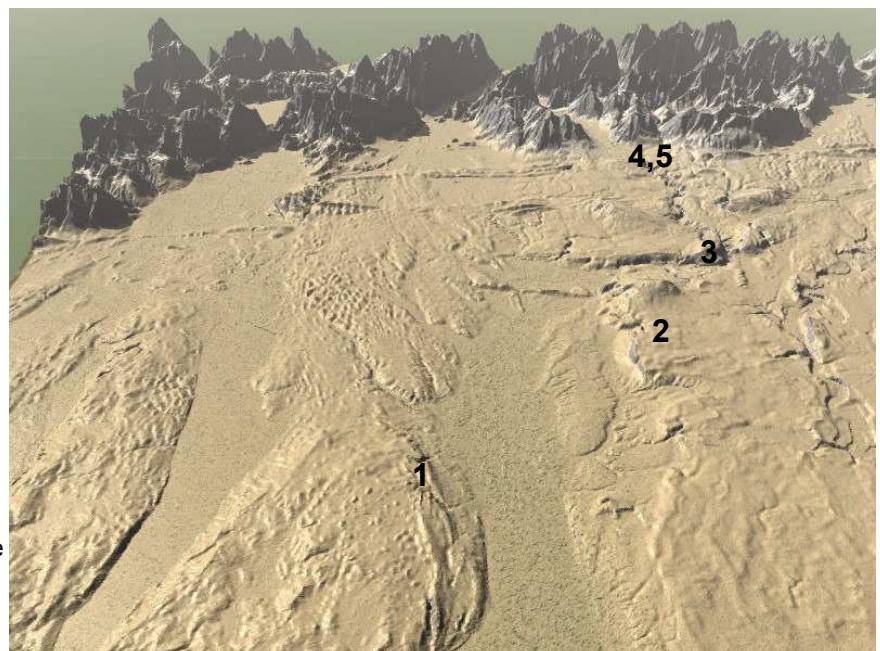


Bild aus:
http://satgeo.zum.de/satgeo/beispiele/assoz_2.htm

Zusammenfassung der Aufschlüsse (Änderungen vorbehalten, je nach Wetter :-)

1. Aufschluss Pähler Schlucht: Unter Mühlenkames und Würm Grundmoräne bilden Mindel - eiszeitliche Schotter (eine Härtlingsschicht (Wasserfall). Darunter tauchen Mergel und Feinsandsteinbänke der Oberen Süßwassermolasse (Miozän, 15-5 Ma) auf.
2. Aussicht Hoher Peissenberg: Überblick über die Alpenrandzone und Molassebecken; am Gipfel: grobe Konglomerate der Oberen Süßwassermolasse. Abstieg zum Hanslbauer: aufgelassener kleiner Steinbruch mit Sandsteinen der überkippten Oberen Meeresmolasse
3. Aufschluss Schnalshöhlen: Sandsteine und Mergel der USM mit deutlicher Schrägschichtung und Schüttungsrichtung aus Norden (Glassande). Das Schwermineralspektrum ist typisch für die Böhmisches Masse. Bei der Weiterfahrt kurzer Halt an der Echelsbacher Brücke: Die Brücke selbst war einst die größte in Melan – Spangenberg Bauweise erstellte Brücke. Dabei wurde von beiden Seiten her die Brücke vorgebaut und mittig verbunden. Anstehend: Bausteinschichten und Untere Süßwassermolasse.
4. Aufschluss Meyersäge bei Altenau: Deutenhausener Schichten, Tonmergel mit Turbiditbänken.
5. Aufschluss Scheibum: Grenzbereich Untere Meeresmolasse, Bausteinschichten und Untere Süßwassermolasse. Erdölaustritte, Kohleflöz, Diskussion der paläogeographischen Verhältnisse und der geodynamischen Vorgänge.

Das Molassebecken erstreckt sich über etwa 1.000 km von Frankreich über die Schweiz und Deutschland bis nach Österreich. Am Genfer See ist es ca. 20 km breit und verbreitert sich im bayerischen Alpenvorland bis auf ca. 130 km. Weiter östlich geht es in das Wiener Becken und in die Vortiefe der Karpaten über. Das Molassebecken bildete sich, als sich die europäische Kontinentalplatte, (d.h. die gesamte Lithosphäre!) unter der Last der Ostalpinen und Helvetischen Decken, später auch durch die der eigenen Sedimente, durchbog. Dieses elastische Durchbiegen ist sehr charakteristisch für Vorlandbecken. Sein Effekt reicht bis in die Gegend von Nürnberg. So kann das 2-4° flache Südfallen des Schwäbischen und Fränkischen Juras noch auf das Durchbiegen der Europäischen Platte zurückgeführt werden, wie aus der überhöhten Darstellung auf Abb. 3 deutlich wird. Dieses Durchbiegen folgt einer mathematischen Gleichung (siehe Kasten 1):

The mechanics of the flexure are closely related to the mechanics of bending of beams studied in engineering and to the mechanics of folding, discussed in Chapter 9. If we model the lithosphere as an elastic plate lying on a more dense fluid, then there are two major contributions to the vertical deflection Z : (1) an exponential decrease in deflection away from the load because the load is supported most by the nearest lithosphere, and (2) a sinusoidal deflection caused by the buoyant resistance of the asthenosphere to the bending. The two effects combine by multiplication to produce a decaying sinusoidal deflection

$$Z = Z_0 e^{-x/\alpha} \left(\cos \frac{x}{\alpha} + \sin \frac{x}{\alpha} \right) \quad (1-13)$$

where x is the horizontal distance from the center of the load, $\alpha = [4D/(\rho_a - \rho_w)g]^{1/4}$, D is the flexural rigidity, $D = [Eh_e^3/12(1 - \nu^2)]$, E and ν are elastic constants, h_e is the elastic thickness of the lithosphere, and Z_0 is a constant related to the weight of the load. Normally only the first sinusoidal cycle is observed in bathymetry because of the rapid exponential decay.

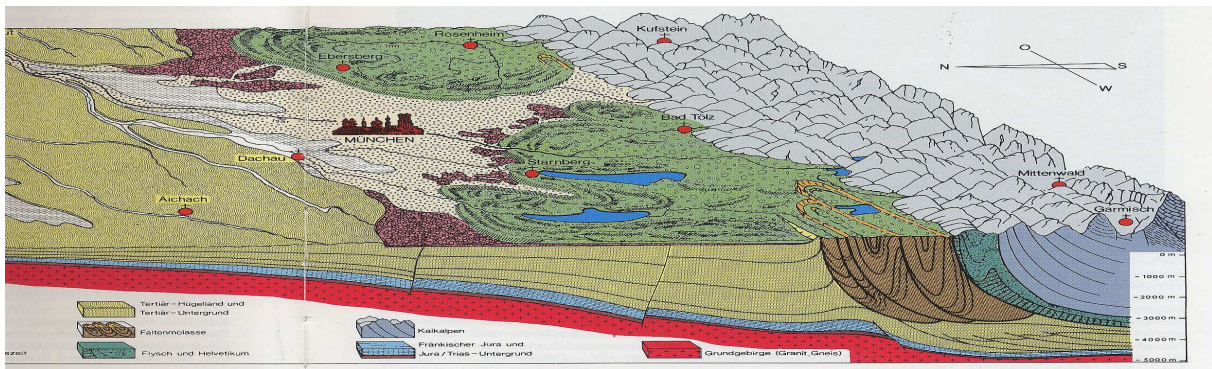
Kasten 1: Textauszug aus J. Suppe 1985: Principles of Structural Geology) zum flexurartigen Durchbiegen der Lithosphäre

Im Verlauf des Tertiärs verfrachteten Flüsse große Mengen an Erosionsmaterial aus den sich erhebenden Alpen in das Vorlandbecken. Es können mehrere Schüttungsfächer früherer Alpenflüsse unterschieden werden. Beispiele für solche Schüttungsfächer sind der Napffächer (Napfbergland im Schweizer Mittelland), Hörnlfächer oder der Nesselburgfächer in Bayern (Hoher Peißenberg).

Im alpennahen Vorland erreicht die Molasse über 4000 – 5000 m an Mächtigkeit lokal auch noch darüber. Häufig enthalten die Molassesedimente Reste von Pflanzen und es kam zur Bildung von Erdöl, Erdgas und Kohle.

Die Gesteine des Molassebeckens wurden vom Oberen Eozän bis zum Oberen Miozän abgelagert. Sie werden aufgrund der vorherrschenden Ablagerungsbedingungen – marin oder terrestrisch – in vier Hauptgruppen unterteilt.

- Untere Meeresmolasse (UMM), Rupelium, vor etwa 34 bis 28 Ma
- Untere Süßwassermolasse (USM), Chattium und Aquitanium, vor etwa 28 bis 22 Ma
- Obere Meeresmolasse (OMM), Burdigalium und Langhium, vor etwa 22 bis 16 Ma
- Obere Süßwassermolasse (OSM), Serravallium, Tortonium und Pontium, vor ca. 16 bis 5 Ma



Blockbild des Molassebeckens Aus Meyer & Schmidt-Kaler, 2002, modifiziert.

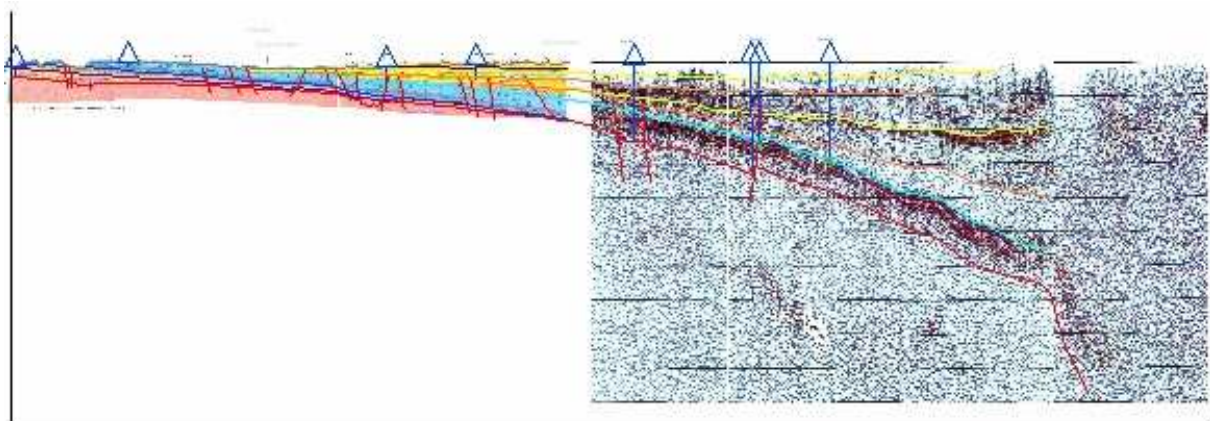


Abb. 3. Die durchgebogene Europäische Platte zwischen dem Altmühltal (links) und dem Alpenrand in 5 facher Überhöhung. Rechter Bildteil: Reflektoren der TRANSALP Vibroseismik. Linker Bildteil: aus Geologische Karte der Region Ingolstadt, 1:100000.

Der Molasseuntergrund: Das Kristallin der Böhmisches Masse setzt sich mitsamt seiner Jura- und Kreidezeitlichen Sedimentgesteine unter der Molassezone fort, wo sie durch zahlreiche Tiefbohrungen nachgewiesen sind. Örtlich sind auch noch Permokarbone Tröge, alte Grabenstrukturen, unter Molasseüberdeckung erhalten (Entlebuch, Frick - Konstanz, Landshut –Neuötting).

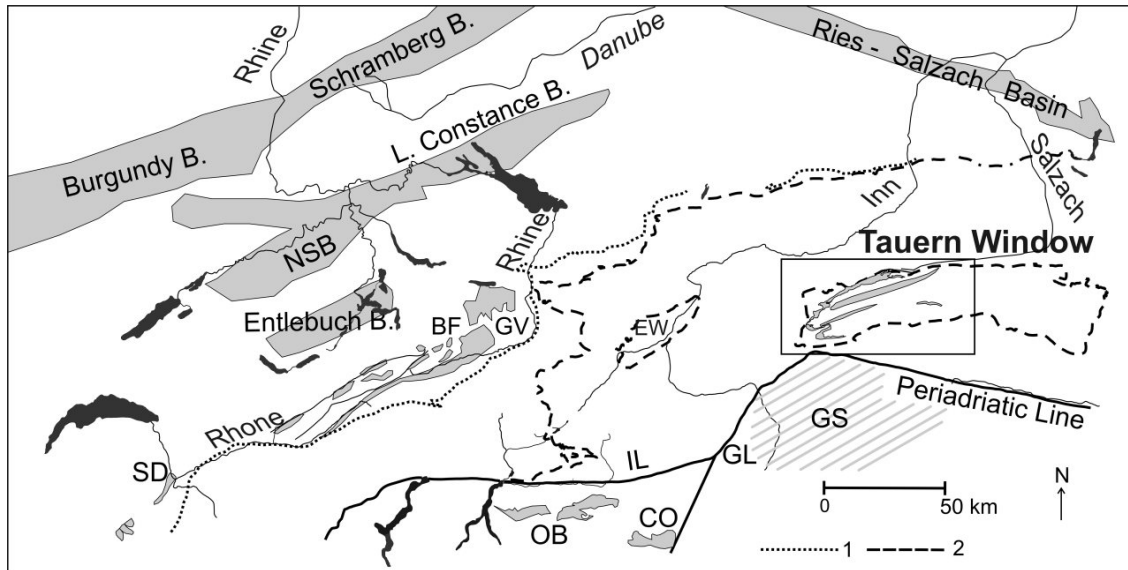


Abb. 4: Post-Variszische Becken in Mitteleuropa (meistens Permo-Karbon) (nach: Ménard & Molnar 1988, McCann et al., 2007, Veselá et al. 2008) 1- Penninische und Helvetsiche Überschiebungsfront, 2- Austroalpine-Penninische Überschiebungsfront, SD – Salvan-Dorénaz Becken, BF – Bifertengrätli Becken, GV – Glarner Verrucano Becken, IL – Insubrische Linie, OB – Orobisches Becken, GL – Judicarien Linie, GS – Grödnar Sandstein Becken, EW – Engadin Fenster (aus: Veselá & Lammerer 2008)

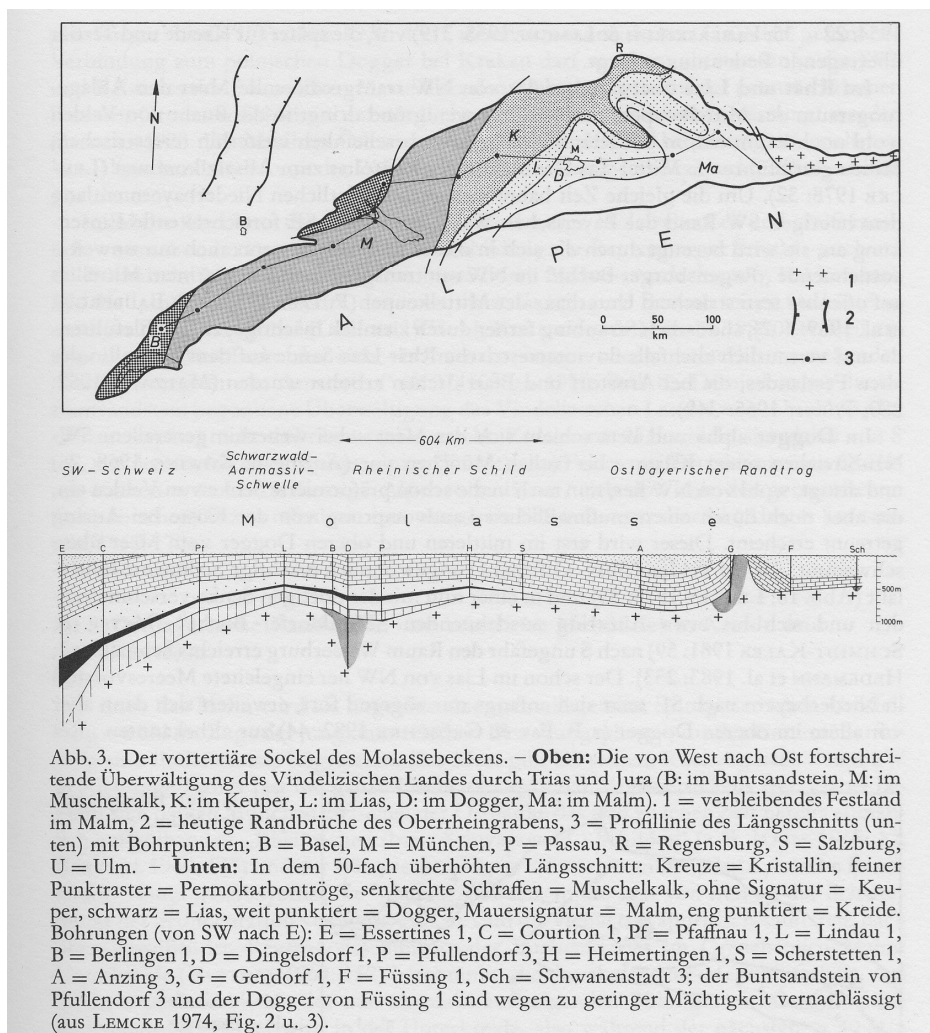


Abb. 3. Der vortertiäre Sockel des Molassebeckens. – **Oben:** Die von West nach Ost fortschreitende Überwältigung des Vindelizischen Landes durch Trias und Jura (B: im Buntsandstein, M: im Muschelkalk, K: im Keuper, L: im Lias, D: im Dogger, Ma: im Malm). 1 = verbleibendes Festland im Malm, 2 = heutige Randbrüche des Oberrheingrabens, 3 = Profilinie des Längsschnitts (unten) mit Bohrpunkten; B = Basel, M = München, P = Passau, R = Regensburg, S = Salzburg, U = Ulm. – **Unten:** In dem 50-fach überhöhten Längsschnitt: Kreuze = Kristallin, feiner Punktstraster = Permokarbontröge, senkrechte Schraffen = Muschelkalk, ohne Signatur = Keuper, schwarz = Lias, weit punktiert = Dogger, Mauersignatur = Malm, eng punktiert = Kreide. Bohrungen (von SW nach E): E = Essertines 1, C = Courtion 1, Pf = Pfaffnau 1, L = Lindau 1, B = Berlingen 1, D = Dingelsdorf 1, P = Pfullendorf 3, H = Heimertingen 1, S = Scherstetten 1, A = Anzing 3, G = Gendorf 1, F = Füssing 1, Sch = Schwandenstadt 3; der Buntsandstein von Pfullendorf 3 und der Dogger von Füssing 1 sind wegen zu geringer Mächtigkeit vernachlässigt (aus LEMCKE 1974, Fig. 2 u. 3).

Abb. 5: Mesozoische Sedimente unter den Tertiärschichten der Molasse (aus: Lemcke, 1974)

Das Kristallin der Böhmisches Masse setzt sich mitsamt seiner Jura- und Kreidezeitlichen Sedimentgesteine unter der Molassezone fort, wo sie durch zahlreiche Tiefbohrungen nachgewiesen sind. Örtlich sind auch noch Permokarbon - Tröge, alte Grabenstrukturen unter Molasseüberdeckung erhalten (Tröge von Entlebuch, Konstanz, Ries-Salzach etc.) siehe Abb. 4.

Im Verlauf des Tertiärs verfrachteten Flüsse große Mengen an Erosionsmaterial aus den sich erhebenden Alpen in das Vorlandbecken. Es können mehrere Schüttungsfächer früherer Alpenflüsse unterschieden werden. Beispiele für solche Schüttungsfächer sind der Napffächer (Napfbergland im Schweizer Mittelland), Hörnlfächer oder der Nesselburgfächer in Bayern (Hoher Peißenberg).

Im alpennahen Vorland erreicht die Molasse über 4000 – 5000 m an Mächtigkeit lokal auch noch darüber. Häufig enthalten die Molassesedimente Reste von Pflanzen und es kam zur Bildung von Erdöl, Erdgas und Kohle (Abb. 6).



Abb. 6: Kohleflöz in Miesbach, aufgenommen im Juni 1975 in der Baugrube Höhe des Anwesens Hofäcker am Tölzer Berg und der Schlierach.

<http://www.knappenverein-peissenberg.de>

Die Gesteine des Molassebeckens wurden vom **Oberen Eozän** bis zum **Oberen Miozän** abgelagert. Sie werden aufgrund der vorherrschenden Ablagerungsbedingungen – marin oder terrestrisch – in vier Hauptgruppen unterteilt.

- Untere Meeresmolasse, Rupelium, vor etwa 34 bis 28 Ma
- Untere Süßwassermolasse, Chattium und Aquitanium, vor etwa 28 bis 22 Ma
- Obere Meeresmolasse, Burdigalium und Langhium, vor etwa 22 bis 16 Ma
- Obere Süßwassermolasse, Serravallium, Tortonium und Pontium, vor etwa 16 bis 5 Ma

Überwiegend bestehen die Molasse Sedimente aus den Abtragungsprodukten des Alpenkörpers im Süden und zum geringeren Teil auch der Böhmisches Masse. Schotter, Sande und Tone wurden in unterschiedlichen Sedimentationsräumen wie Deltas, Küsten und Schelfgebieten abgelagert, aber auch tiefer marine Bildungen vom Kontinentalhang, aus submarinen Canyons und aus tiefen Beckenbereichen sind wesentlich beteiligt (Fischschiefer der Schweiz, Deutenhausner Schichten). Bei ihrer Entstehung spielten submarine Sedimentlawinen (Turbidite) eine Rolle. Verbreitet ist der Schlier, ein mergeliger, meist feinsandiger Schluff, der auf dem Schelf oder in den Becken abgelagert wurde. In den Brack- und Süßwassersedimenten (Cyrenenschichten) finden sich Braunkohle- bzw. Pechkohleflöze, die in Sumpfgebieten entstanden sind und die bis in die 60er Jahre z.B. bei Peiting, Peißenberg (bis 1971), Marienstein und Hausham abgebaut wurden.

Auch die Inneralpinen Becken wie das Wiener Becken, das Steirische Becken, das Pannonische Becken (von dem ein kleiner Anteil auf österreichischem Gebiet liegt), das Klagenfurter Becken und noch einige kleinere Becken sind vor allem mit Erosionsprodukten der Alpen gefüllt. Diese Sedimente

sind mit jenen der Molassezone vergleichbar. So treten auch hier Kohleflöze auf, z. B. bei Köflach und Voitsberg im Weststeirischen Becken.

Poröse Gesteine der Molassezone und des Wiener Beckens führen lokal Kohlenwasserstoffe. Bei Großaitingen zwischen Schwabmünchen und Augsburg wurde 1979 das größte Ölfeld Bayerns erschlossen. Rund 40.000 Tonnen Rohöl werden hier jährlich gewonnen. Über eine Million Tonnen sind bisher gewonnen worden. Dazu kommen noch rund 2.000 Tonnen Erdöl pro Jahr aus Hebertshausen bei Dachau, der zweiten noch aktiven Ölbohrstelle Bayerns. Besser sieht es in Österreich aus: hier werden derzeit rund eine Million t Erdöl und eine Milliarde m³ Gas jährlich gefördert. Im Wiener Becken liegen die Öl führenden Speichergesteine in 900-2000 m Tiefe. Bis 1958 war Österreich in der Lage, sich zur Gänze mit eigenem Erdöl zu versorgen.

Schichtfolge

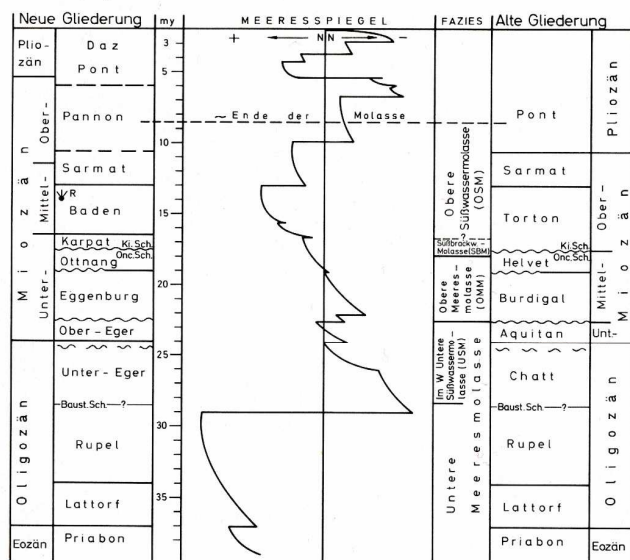
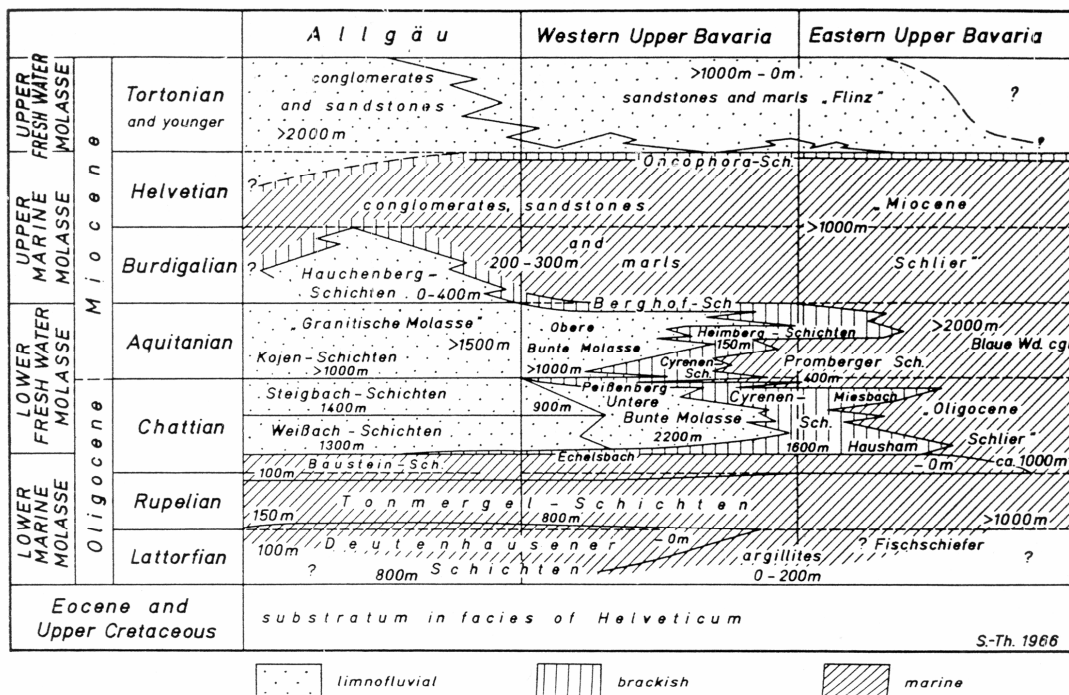


Abb 7:

Schichtfolge der bayerischen Molasse (oben) und Gegenüberstellung verschiedener zeitlicher Gliederungen, Grobgliederung und globaler Meeresspiegelschwankungen (unten).

Abb. 14. Molassestratigraphie und eustatische Meeresspiegelschwankungen. – Baust. = Bausteinschichten, Onc. Sch. = Oncophoraschichten, Ki. Sch. = Kirchberger Schichten, R = etwa Einschlag des Ries-Meteoriten; Schlangelinie = Transgression, my = Jahrillion (aus LEMCKE 1984, Abb. 3; dort Molassegliederung nach STEININGER et. al. 1976, Tab. 1 und FAHLBUSCH 1981, Eustatik-Diagramm aus VAIL & HARDENBOL 1979, Fig. 8).

Untere Meeresmolasse:

Ein flacher Meeresarm reichte bis zu den Karpaten (Molassemeer oder Paratethys genannt). Die Sedimente bestehen aus feinkörnigen Sanden, Tonen und Mergeln. Man findet darin versteinerte Schnecken, Muscheln und Haifischzähne. Die Alpen waren bei uns noch nicht bzw. nur als einzelne Inseln aus dem Meer aufgetaucht, es bildeten sich darum noch keine Deltas aus grobem Schutt.

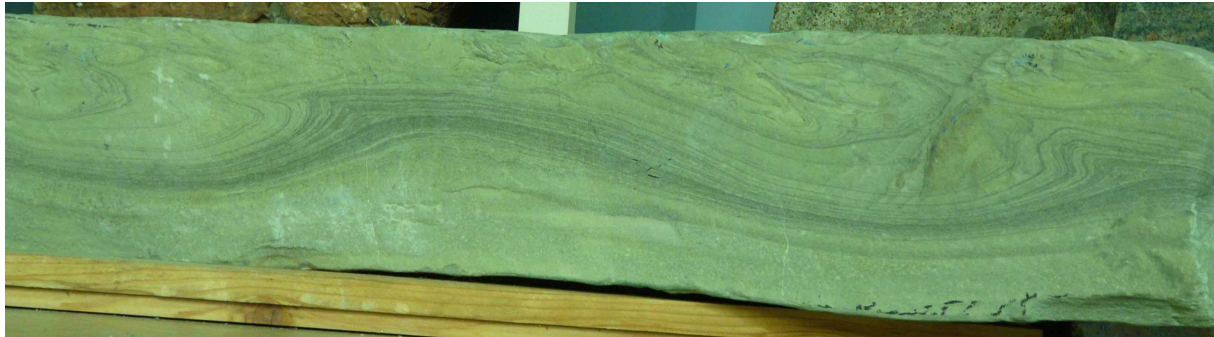


Abb.8 Turbiditlage in den Deutenhausener Schichten mit Antidünen und slump folds aus dem oberen Strömungsregime (Froude Zahl > 1)*. * Die Froude-Zahl ist eine dimensionslose Kennzahl der Physik. Sie stellt ein Maß für das Verhältnis von Trägheitskräften zu Schwerkraften innerhalb eines hydrodynamischen Systems dar. Sie ist definiert als $Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}}$ oder in der quadrierten Darstellung: $Fr^2 = Fr^2 = \frac{v^2}{gL}$ mit: v: charakteristische Strömungsgeschwindigkeit (SI-Einheit: m/s); L: charakteristische Länge (SI-Einheit: m); g: Schwerebeschleunigung (SI-Einheit: m/s^2). (Im Gegensatz dazu stellt die **Reynolds-Zahl**, die für laminare oder turbulente Strömungen eine Maßzahl darstellt, das Verhältnis von Trägheits- zu Zähigkeitskräften (Viskosität) dar.)

Untere Süßwassermolasse:

Das Meer wich zurück, denn im Zusammenhang mit der Alpenbildung hob sich die Erdkruste sehr schnell (vermutlich ein Slab-Abriss der Europäischen Platte). Gleichzeitig fand eine weltweite Absenkung des Meeresspiegels statt. Die Alpen wurden mächtig angehoben, und es setzte Gebirgserosion ein. Die ersten **Nagelfluhfächer** entstanden. Sie bestehen aus Sedimentgeröll und kristallinen Gesteinsbrocken. Konglomerate sind für die Erdgeschichtsforschung besonders interessant, denn sie enthalten Gesteinsbrocken von alten, heute abgetragenen, nicht mehr existierenden Alpenschichten. In der Faltenmolasse und südlichen Vorlandmolasse des Allgäus treten im Eger zwei große Alluvialfächer-Systeme auf, im W der Hochgrat- und im E der Nesselburgfächer. In beiden Bereichen werden die meist rötlich-bunten **Weißbachschichten** (bis 1300m) von den darauf folgenden, eher graugefärbten und insgesamt vielerorts feinerkörnigen **Steigbachschichten** (bis 1700m) unterschieden. Die Fortsetzung beider Schichtglieder in den sich weit nach Oberbayern hinein erstreckenden, östlichen Teil des Nesselburgfächers bildet die ähnlich entwickelte **Untere Bunte Molasse** (bis 2000m).

Obere Meeresmolasse:

Das Land senkte sich wieder (vielleicht als Folge des Aufstiegs des Tauernfensters), und nochmals drang ein schmaler, flacher Meeresarm vor. Die Bildung der Nagelfluh-Deltas von Napf und Hörnli begann. Strömungen im Meeresbecken verfrachteten weiträumig Sande und Tone.

Vor ca. 20 Millionen Jahren, zur Zeit des Untermiozäns, waren weite Teile nördlich des Alpen-Karpathenbogens vom Molassemeer überflutet (Obere Meeresmolasse). Im Norden reichte das Meer bis zur sog. „Klifflinie“, wie dem Heldenfinger Kliff, eine fossile Brandungshohlkehle mit Löchern von Bohrmuscheln.

Obere Süßwassermolasse: Das Meer zog sich nun endgültig zurück. Der Aufbau der Schwemmfächer durch die Ur-Flüsse ging weiter. Die Nagelfluhschicht des Hörnlfächers wuchs auf eine Dicke von 1500m. In der Süßwassermolasse findet man Versteinerungen von Pflanzen und Landsäugetieren. In dieser Zeit entstand bei der Verlandung kleiner Seen und Tümpel die Käpfnacher Molassekohle in der Schweiz.

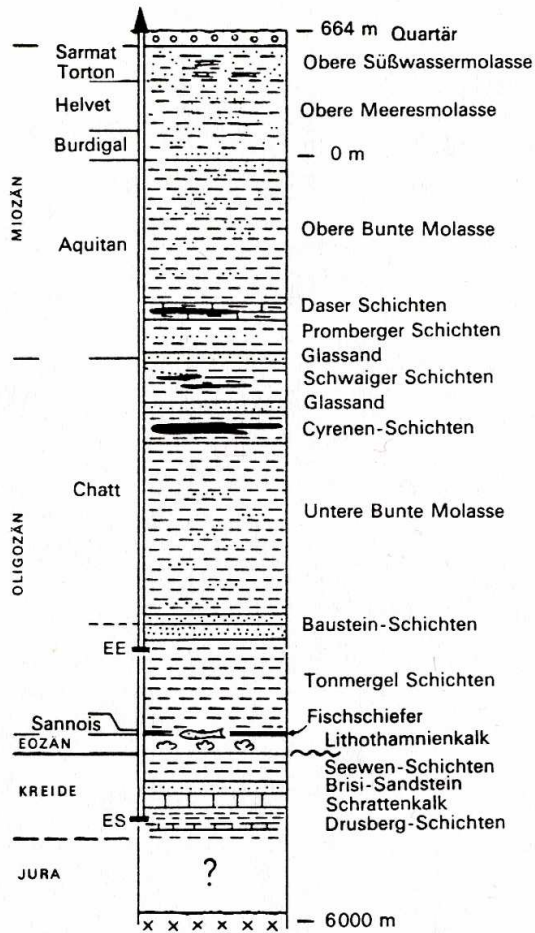
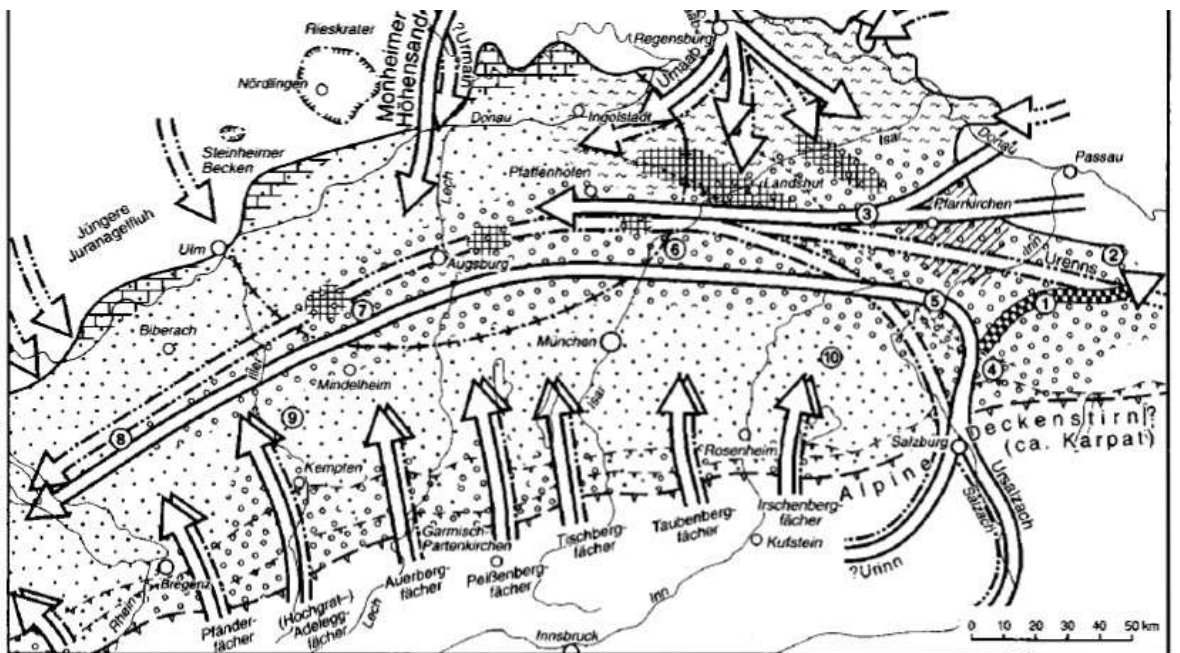


Abb. 19. Schichtenfolge am Südrand der ungefalteten Vorlandsmolasse bei Murnau, zusammengesetzt aus den Bohrprofilen Eberfing 1 (Endteufe EE) und Staffelsee 1 (Endteufe ES), s. Abb. 43. – Horizontale Strichelung = Mergel und Tonmergel, Punktierung = Sandsteine, Mauersignatur = Kalke, schwarz = Pechkohle; Schlangelinie = Transgression Molasse/Kreide. – Aus BÖGEL & SCHMIDT 1976, Abb. 82.



- | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|
| | Umschwenken der Transportrichtung im Pannon (Hausruckschotter) | | Gebiet der Quarzkonglomerat-/Quarzrestschotterbildung | | Ablagerungen Obere Süßwassermolasse (größte Ausdehnung) mit Kiesflutung bzw. alpinen Schuttflächen |
| | Gebiete mit Bantonitvorkommen (oberes Baden) | | Transportrichtungen
a) präalpinisch b) postalpinisch | | Kalksteinführende Fazies der älteren Obere Süßwassermolasse am Abbrand (im W. Silvansschichten) |
| | Metakrater (mittleres Baden) und Außen-
grenze der Res.-Auswurfmassen (Brockhorizont) | | Braunkohlenterrassen i.w.S. | | |

Regionale Gesteinsvorkommen und -abfolgen der Oberen Süßwassermolasse

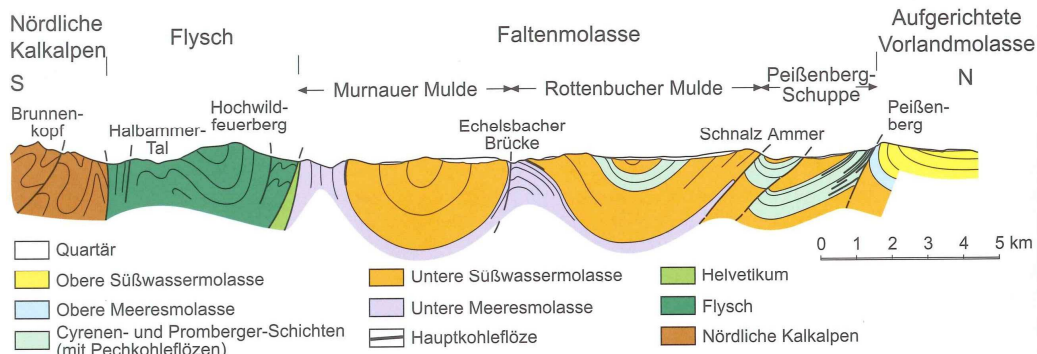
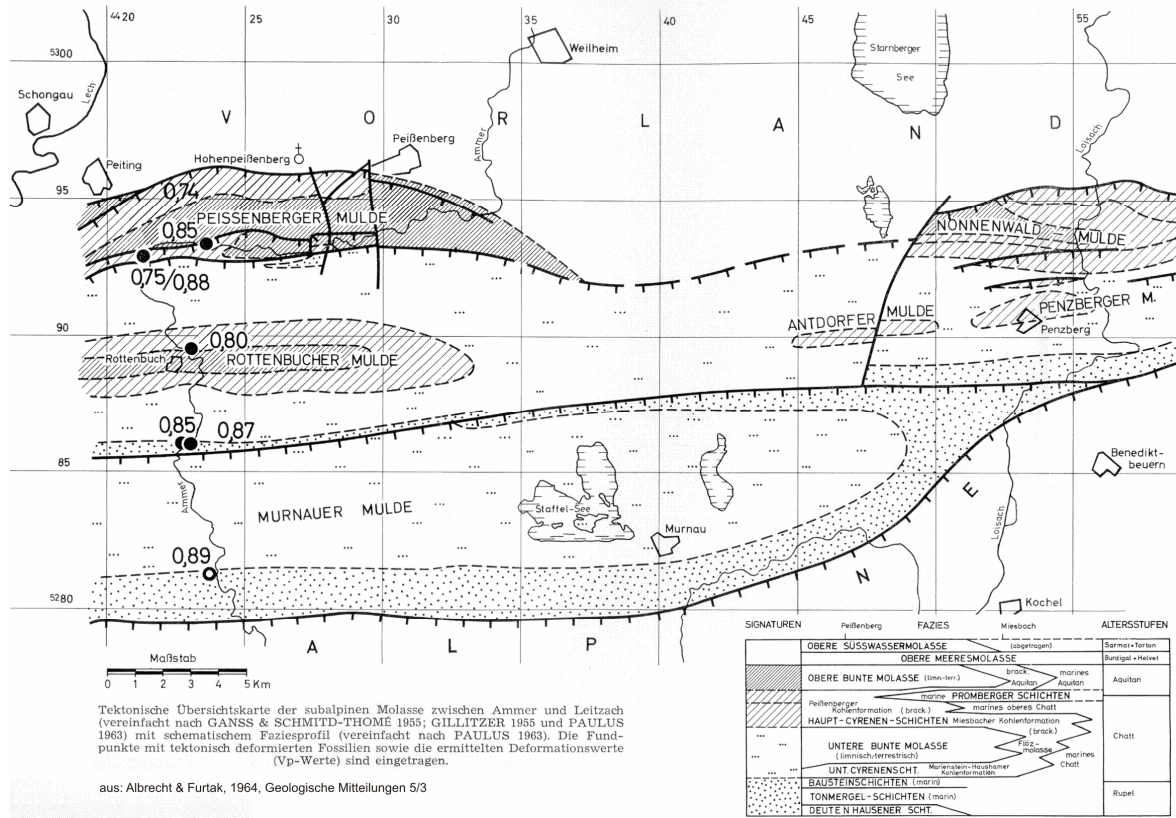
postalpinisch: ① Hausrück- und Kobenmaußerwald-Schotter, ② Steinberg-Schotter, ③ Moldanubische Serie / Mischserie, ④ Munderfing-Schotter, ⑤ Südlicher Vollschotter.

präalpinisch: ⑥ Hangendserie / Hangender Nördlicher Vollschotter, ⑦ Obere Serie / Geröllsandsrie, ⑧ Obere Sande / Erolzheimer Geröllsande

⑨ Pitzberg-Schotter, ⑩ Nördlicher Vollschotter / Fluviale / Lössliche Süßwasserschichten, ⑪ Fluviale / Lössliche Untere Serie, ⑫ Steinbalmensande / Obere Haidenhotmergel

⑬ Obere Bunte Mergelserie, ⑭ Grüne / Graue / Bunte Serie

Abb. 13 Tektonische Übersichtskarte des Exkursionsgebiets



Schnitt durch die Faltenstrukturen am Alpennordrand (nach GANSS & SCHMIDT-THOME 1955)

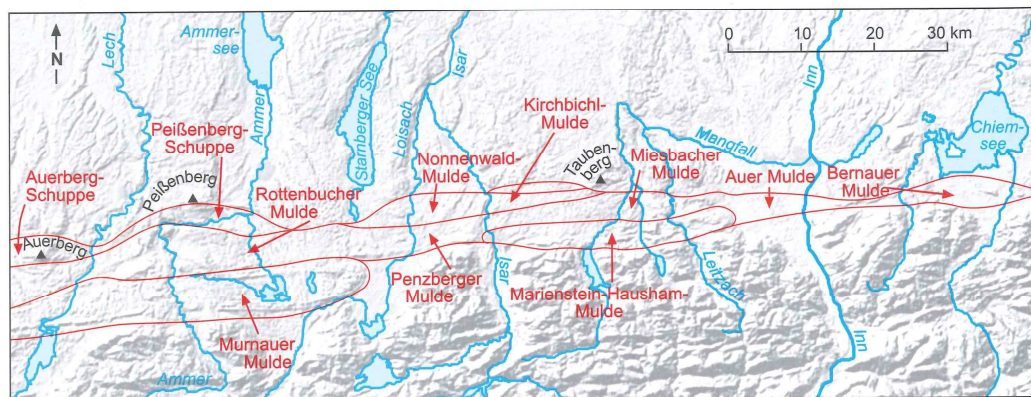


Abb. 14 Muldenstrukturen der Faltenmolasse am Alpennordrand
Aus: Glaser et al. Geotope in Oberbayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008

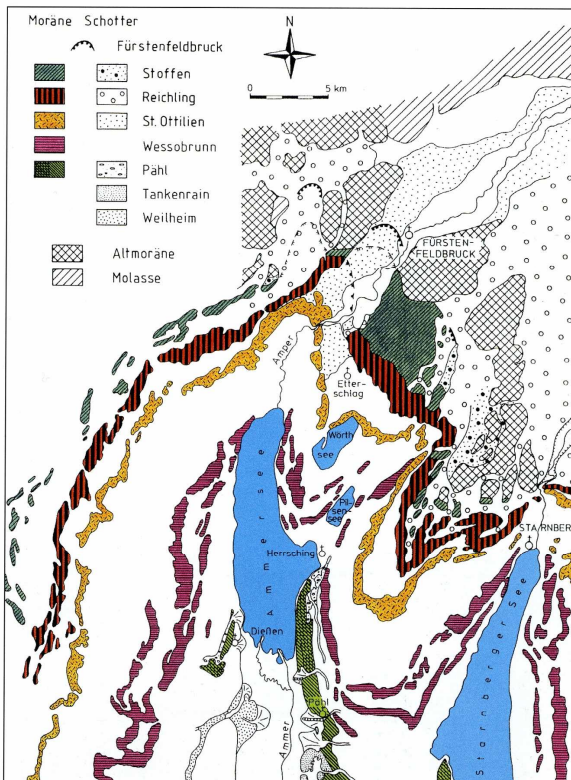
Die Aufschlüsse:

1. Pähler Schlucht (Parkplatz an der Hirschbergalm).

Aufstieg zum Aussichtspunkt P 687m: Blick ins verlandete Ammerseebecken. Jenseits des Beckens: Tertiär und Moränen der Würmeiszeit, Schwemmkegel von Raisting an der Mündung des Roter Baches. Blick auf die Rückzugsstadien des Ammerseeegletschers.

Blick nach Süden und Osten: Schwemmkegel des Grünbaches, auf der Höhe: Mühlenkames: (Ablagerung von Gletschermühlen) (4)

Einstieg von oben in die Pähler Schlucht: Zuerst würmeiszeitliche Grundmoräne (3): viel Feinmaterial, gespickt mit unsortierten Geschieben, teils Kristallin Geschiebe (Amphibolite, Gneise...). Darunter: Mindeleiszeitliche Schotter (2), verfestigt zu Nagelfluh, mit Schrägschichtung (Schüttung von Süden). Darin: Wasserfall. Mindelschotter ohne Kristallingerölle (Hinweis auf andere GELTScherströme). Zuerst: Tone, Schluffe (Silte) und Feinsande der OSM (Obere Süßwassermolasse) (1). Die Feinheit des Materials überrascht. Baer die Schüttung kam aus Osten. Der Ur-Inn entwässerte zu der Zeit ins Rhonetal! Siehe Abb.3.



L3. Endmoränenkranz und Rückzugsmoränen des Ammersee-Gletschers samt zugehöriger Schotterfelder. – Nach Entwurf und Zeichnung L. FELDMANN.

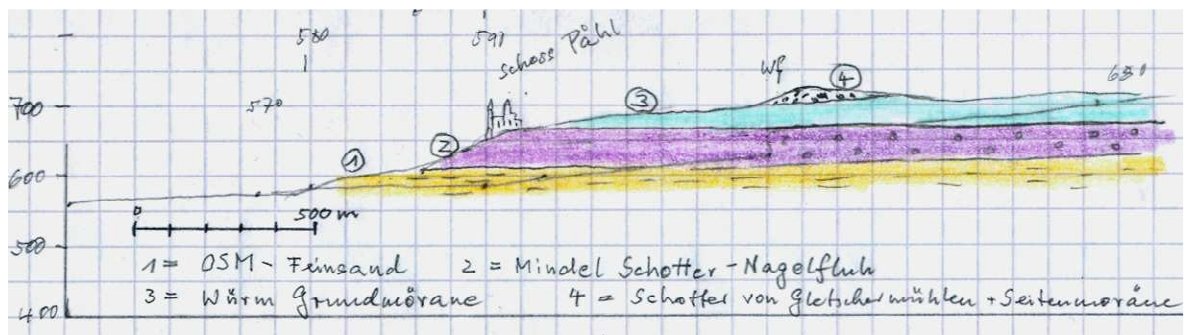
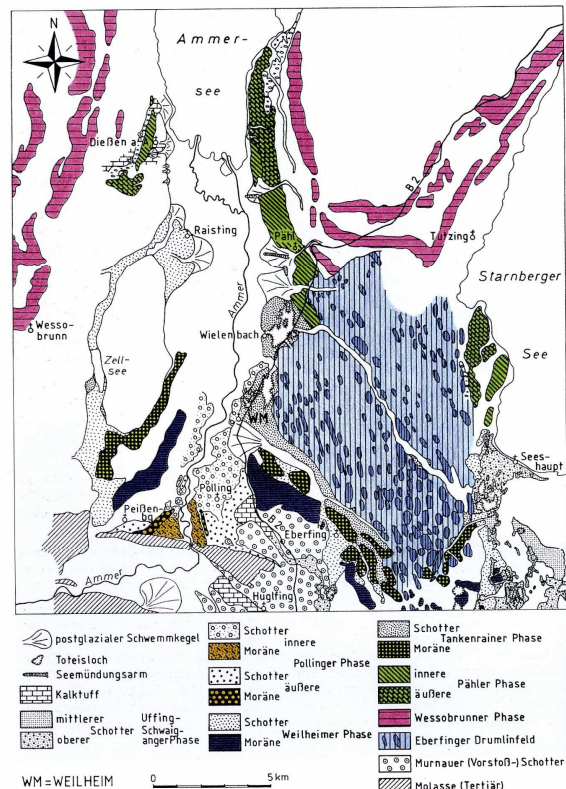


Abb.: 5 Profilskizze durch die Pähler Schlucht; 2 x überhöht (Lammerer) Abb. 6. Rückzugsstadien des Ammerseeegletschers und die zugehörigen Ablagerungen. Links: Nordteil, rechts Südteil

Weiterfahrt Über Weilheim auf den Hohenpeißenberg (988 m). Man bleibt zunächst in dem verlandeten Ammerseebecken, vorbei an dem Totessee Diethofer See, Endmoränen des Weilheimer und Pollinger Stadiums und über Peißenberg zum Hohenpeißenberg.

Hohenpeißenberg

Vom Gipfel Rundblick auf die Alpen und das Alpenvorland. Diskussion der Flussanzapfung der Ammer am Ammerknie bei Peiting. Der Gipfelbereich besteht aus Konglomeraten der OSM – also gleichaltrige Gesteine wie in der Pähler Schlucht. Nur sind es hier grobe Konglomerate mit Drucklöschungsdellen in manchen Geröllen. Sie repräsentieren lokale Schüttungsfächer aus den Alpen. Durch den Kohlebergbau (bis 1971) ist der Untergrund gut erforscht (siehe geol. Karte). Die Flöze haben teilweise eine Mächtigkeit von über einem Meter. Die vielen geringmächtigen Flöze, von oft nur etwa 0,5 Metern Mächtigkeit, waren schwieriger Abzubauen als dickere Flöze wie sie in vielen anderen Kohlerevierern vorkommen. Die abbauwürdigen Flöze sind relativ stark verunreinigt und enthalten 50 bis 90 Prozent verwertbare Kohle.

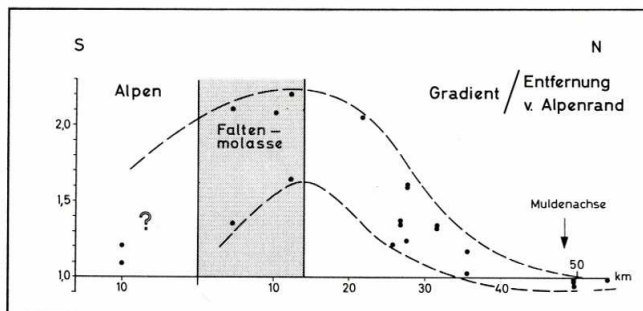


Abb. 40. Formationsdrücke nördlich des Alpenrandes – Zunahme ihrer Gradienten zu überhydrostatischen Werten mit Annäherung an das Maximum in der Faltenmolasse. – Punkte = Meßwerte (wenn übereinander, aus verschiedenen Teufen der gleichen Bohrung). Gradient (Skala auf der Ordinate) = gemessener Druckwert (at) \times 10/Meßteufe (m) = durchschnittliche Druckzunahme (at) pro Dekameter von 0 m bis Meßteufe (Gradient 1 = hydrostatischer Druck). – Aus LEMCKE 1973: Abb. 11).



Abb. 41. Verformung einer streichenden Abbaustrecke mit Gleitring im Kohlenbergwerk Peißenberg. Die flözführenden Cyrenenschichten der gefalteten Molasse fallen mit 25° südwärts (im Bilde nach links) ein. Das Bild wurde im Jahre 1963 in 1120 m unter Tage, 200 m hinter der Abbaufront aufgenommen. Durch die abbaubedingte Spannungsumlagerung war ein nordwärtiger Überschiebungsprozeß ausgelöst worden. Die rezente Deformation entspricht dem Stil der jungen Tektonik am Rande der Faltenmolasse. – Mit freundlicher Genehmigung von Herrn Bergwerksdirektor a. D. HEISSBAUER. (Wörtlich aus: ILLIES & GREINER 1976, Abb. 7)

Abb. 16: Porenwasserüberdrücke in der Faltenmolasse (oben) und Deformation in einer Strecke des Hohen Peißenberges (unten) durch Gebirgsdruck.

aus: Erläuterungen zu: Geologische Karte von Bayern, 1:500 000, Bay.Geol.Landesamt 1996

3. Hanslbauer: Vom Hohenpeißenberg Abstieg zum Hanslbauer. Alter aufgelassener Steinbruch mit Meeressanden der Oberen Meeresmolasse in überkippter Lagerung. Feinkörnige Sande und Schluffe. Diskussion der tektonischen Situation (Dreiecksstruktur).

4. Echelsbacher Brücke. Der böhmische Ingenieur und Wiener Professor Joseph Melan hatte als erster eine Stahlbeton-Bauweise beschrieben, bei der er das teure und über tiefe Schluchten besonders komplizierte Traggerüst durch einen Stahlgerüst-Bogen ersetzte, der anschließend mit Beton ummantelt wurde. Der Münchner Professor Heinrich Spangenberg erweiterte die Anwendung dieser Bauweise auf große Bogentragwerke. Er ließ zunächst den Stahlgerüstbogen mit Kies vorbelasten und diesen Ballast dann Schritt für Schritt durch eine gleichschwere Betonummantelung ersetzen. Dadurch wurde verhindert, dass sich das Bogengerüst während des Betoniervorgangs ungleichmäßig verformte. (Text der Hinweistafel)

4. Schnalshöhlen

Weiterfahrt nach Peiting und Halt südlich der alten Bergbauhalde von Peiting. Abstieg zur Ammer. Quellsinter und steinerne Rinnen durch Ausfällung von Kalk aus den übersättigten Grundwässern. Aufstieg zu den Höhlen. Der Höhlensandstein zeigt schöne Schrägschichtungen und dünne Kohleflöze. Diskussion der paläogeographischen Verhältnisse.

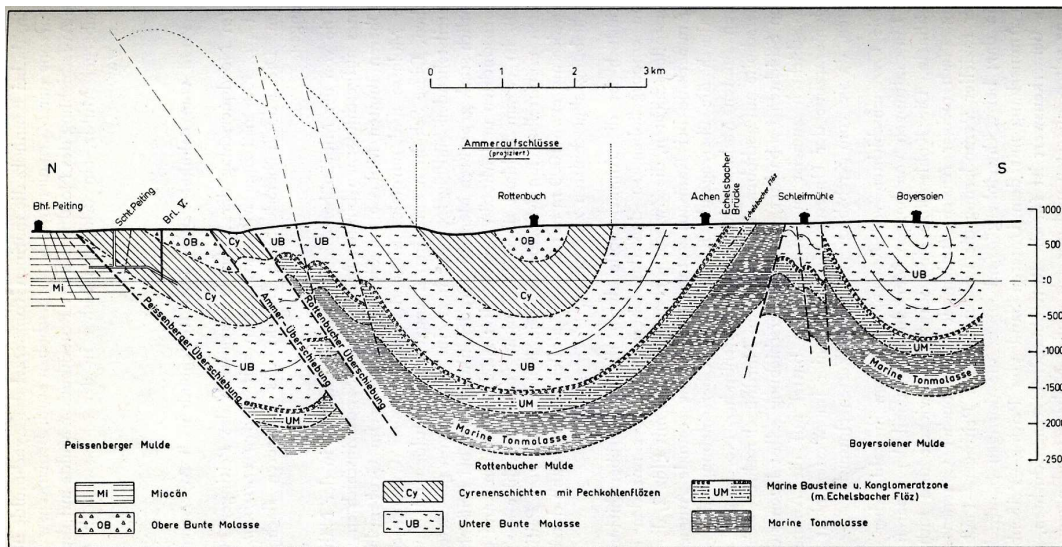


Abb. 14. Querprofil vom Schacht Peiting — Ammerscholle bei Ramsau (zwischen Peiting und Rottenbucher Mulde) — Rottenbucher Mulde — Störungszone bei Schleifmühle zur Bayersoier Mulde.

Abb.: Querprofil durch die Molasse bei Peiting

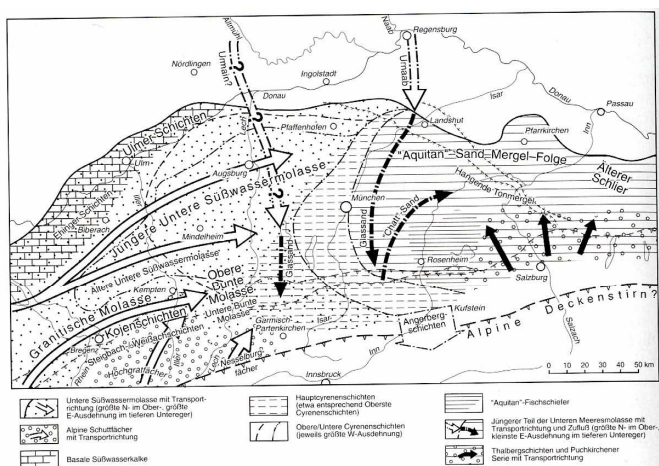


Abb. 4.3-3 Verbreitung lithofazieller Einheiten der Unteren Süßwassermolasse, Unteren Brackwassermolasse und des jüngeren Teils der Unteren Meeresmolasse (Eger). Zusammengestellt nach GEYER & GWINNER (1991), LEMCKE (1988), SCHOLZ (1995) und H. J. UNGER (s. Kap. 4.4). Zur Darstellungsform vergleiche Abbildungstext 4.3-1.

Abb. 17 aus: Erläuterungen zur: Geologische Karte von Bayern, 1:500 000, Bay.Geol.Landesamt 1996

5. Meyersäge und Scheibum (3 h)

Weiterfahrt über Saulgrub und Altenau zu Meyersäge. Von dort zu Fuß Ammer abwärts. Tonmergelschichten mit turbiditischen Einschaltungen der Deutenhausner Schichten (vgl. Abb. 8). Älteste Gesteine der Bayerischen Molasse. Sie deuten ein tiefes Meeresbecken an. Turbiditische Sandsteinlagen in tonigen Hauptgesteinen. Man kann gradierte Schichtungen und Sohlmarken – wie Schleifmarken, Strömungsmarken, Stoßmarken und andere erkennen. Wir durchqueren die Ammer und die Halbammer und wandern den Kanal des DB – Kraftwerkkanal entlang zur Scheibum. Dort stehen zunächst noch Tonmergel an, mit kleinen Rinnenfüllungen. An der Scheibum folgt ein schneller Übergang in grobe Konglomerate der USM. Das Echelsbacher Kohleföz und bituminöse Kluffüllungen lassen sich finden. Die Gerölle der Bunten Molasse (USM) zeigen Drucksuturen auf und sind häufig tektonisch zerbrochen.



Abb. 21 Strömungsmarken in den Deutenhausner Schichten

Einengungstektonik der Faltenmolasse

71

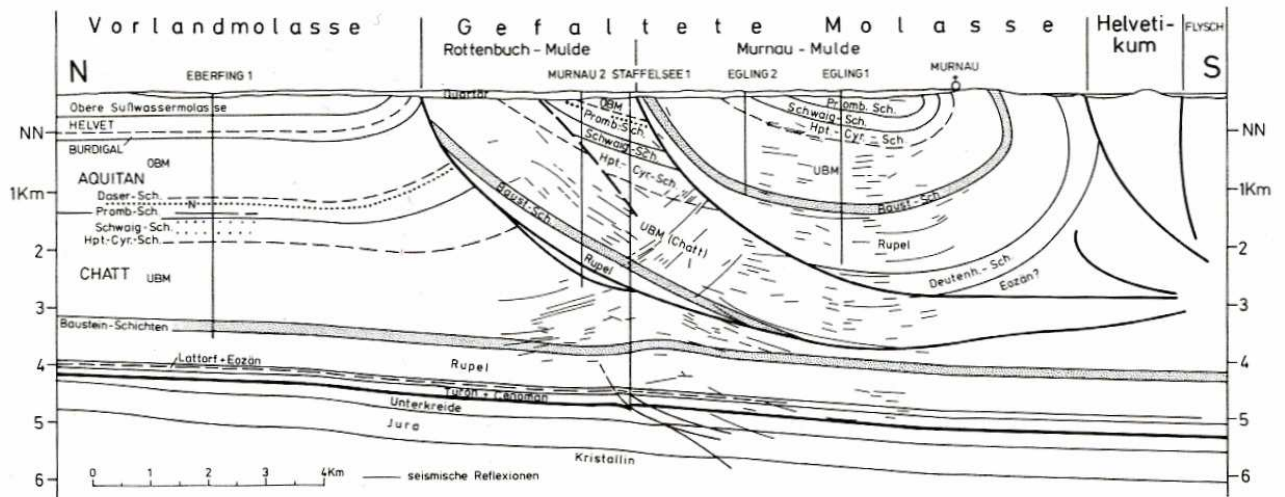


Abb. 43. Profilschnitt durch den Südrand der ungefalteten Vorlandmolasse und die Faltenmolasse bei Murnau. – N = Nantesbuch-Sandstein, Sandpunkte ober- und unterhalb der Schwaig-Schichten in Eberfing 1 = Oberer und Unterer Glassand; Hpt.-Cyr.-Sch. = Haupt-Cyrenenschichten, schwarz = Gaultsand (aus M. MÜLLER 1970, Abb. 2, etwas ergänzt).

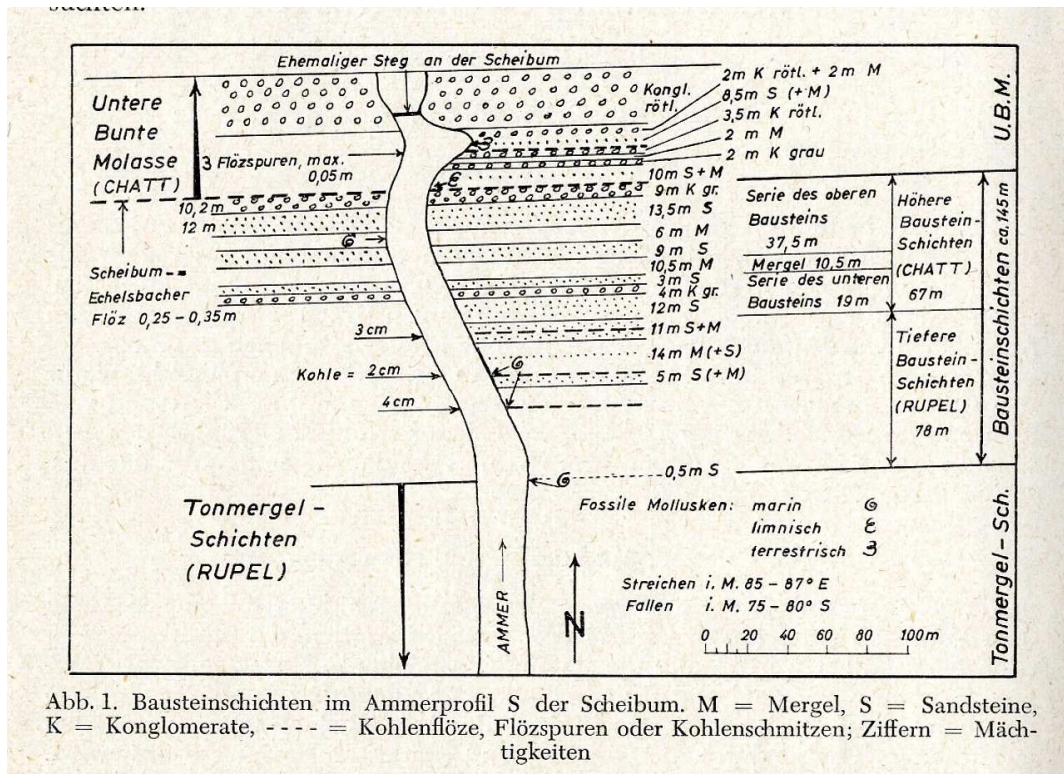


Abb. 1. Bausteinschichten im Ammerprofil S der Scheibum. M = Mergel, S = Sandsteine, K = Konglomerate, - - - = Kohlenflöze, Flözspuren oder Kohlenschmitzen; Ziffern = Mächtigkeiten

Abb. 18 Bausteinschichten an der Scheibum



Abb: 19: Asphalt auf Klüften markiert die Migrationswege von Kohlewasserstoffen in den Bausteinschichten der Scheibum.



Abb. 20 Das Alpenvorland bei Murnau am Ende des Würm-Hochglazials vor 15.000 Jahren mit Murnauer Mulde L. Feldmann: <http://www.ludger-feldmann.de/>

Literatur:

J. Suppe 1985: Principles of Structural Geology. Prentice Hall

Meyer, R.K.F. & Schmidt-Kaler, H. (2002):

Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München - östlicher Teil.-

Wanderungen in die Erdgeschichte, 8: 144 S.; 2. Aufl., München (F. Pfeil).

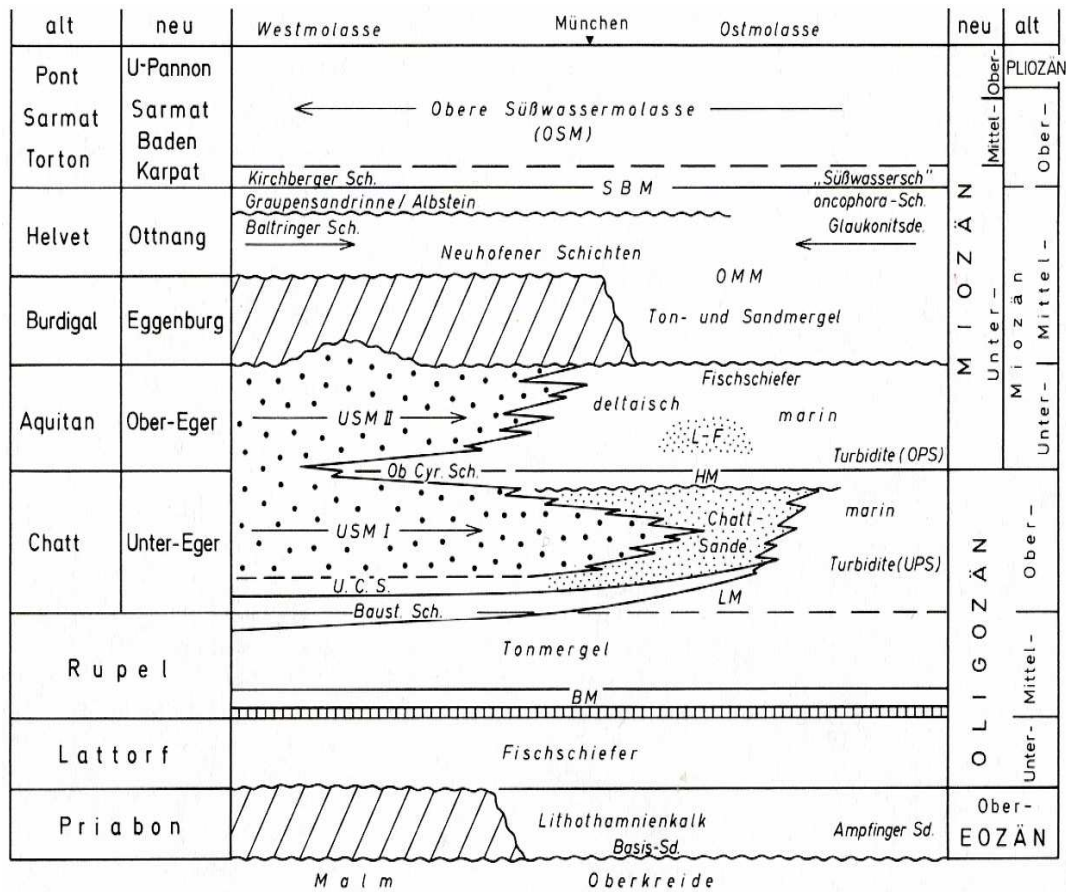
Meyer, R.K.F. & Schmidt-Kaler, H. (2002):

Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München - westlicher Teil.-

Wanderungen in die Erdgeschichte, 9: 128 S.; 2. Aufl., München (F. Pfeil).

Lemcke, K.: 1988: Geologie von Bayern, Bd.1 Das bayerische Alpenvorland vor der Eiszeit, Erdgeschichte, Bau, Bodenschätze.- Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung 175 S.

ISBN-10: 3510651359 ISBN-13: 9783510651351



Tafel 1. Stratigraphisches Schema der ungefalteten Molasse in Bayern (ohne Mächtigkeiten). – Die alten und neuen Stufen- und Abteilungsbezeichnungen sind beiderseits des Schemas angegeben. Gestrichelte Grenzlinien: unsicher; geschwängelte Linien: Transgressionsflächen; Pfeile: Alpenparallele Schüttungsrichtungen; senkrechte Schraffur an der Rupelbasis = Heller Mergelkalk; L-F (fein punktiert) = Leitzach-Fächer; die von S geschütteten Chattsande (fein punktiert) sind keine Fazies der von W antransportierten USM I, sondern verzahnen sich mit ihr; der ins Burdigal hineinreichende Teil der USM II wurde von S (Hochgratfächer) geschüttet. HM = Hangende Chattmergel, LM = Liegende Chattmergel, OPS = Obere Puchkirchener Serie, UPS = Untere Puchkirchener Serie, BM = Rupel-Bändermergel. – Schrägschraffur = Schichtlücke.