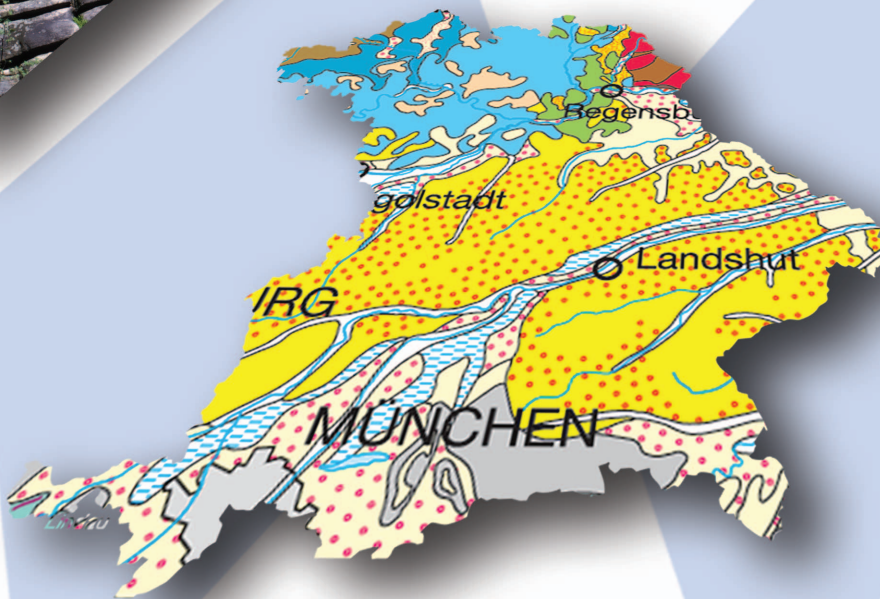


GeoBavaria

600 Millionen
Jahre Bayern



Mio. a	Äono- /Ärathem	System	Serie	Gruppe	
0,01	Känozoikum (Erdneuzeit)	Quartär	Holozän		
2,6			Pleistozän		
5,3		Tertiär	Neogen (Jungtertiär)	Pliozän	
23,8				Miozän	
33,7			Paläogen (Alttertiär)	Oligozän	
54,8				Eozän	
65,0				Paläozän	
98,9				Mesozoikum (Erdmittelalter)	Kreide
142,0	Unterkreide				
156,5	Jura	Oberjura	Malm		
178,0		Mitteljura	Dogger		
200,0		Unterjura	Lias		
231,0	Trias	Obertrias	Keuper		
244,0		Mitteltrias	Muschelkalk		
251,0		Untertrias	Buntsandstein		
260,5	Paläozoikum (Erdaltertum)	Perm	Oberperm		Zechstein
272,5			Mittelperm		Rotliegend
300,0			Unterperm		
326,5		Karbon	Oberkarbon		
358,0			Unterkarbon		
381,0		Devon	Oberdevon		
392,0			Mitteldevon		
417,5			Unterdevon		
419,0		Silur	Pridolium		
423,0			Ludlowium		
428,0	Wenlockium				
443,0	Llandoveryium				
458,0	Ordovizium		Oberordovizium		
470,0			Mittelordovizium		
495,0			Unterordovizium		
505,0	Kambrium	Oberkambrium			
518,0		Mittelkambrium			
545,0		Unterkambrium			
1000,0	Proterozoikum (Erdfrühzeit)	Neoproterozoikum			
1500,0		Mesoproterozoikum			
2500,0		Paläoproterozoikum			
4000,0	Archaikum				



	Sediments	Sédiments	Sedimenti	Sedimentos
1	Peat	Tourbe	Torba	Turba
2	Fine-grained sediment (clay, silt, marl, loam)	Sédiment fin (argile, silt, marne, limon)	Sedimento fino (Argilla, Silt, Marne, Suolo limoso)	Pelitas sueltas (arcilla, limo, marga, lodo)
3	Sand	Sable	Sabbia	Arena
4	Gravel (and pebbles)	Cailloutis (et pierres)	Ghiaia (e Pietre)	Grava (y cantos)
5	Blocks	Blocs	Blocchi	Bloques
6	Gypsum, anhydrite	Gypse, anhydrite	Gesso, Anidride	Yeso, anhidrita
7	Mineral salt, potassium salt	Sel gemme, sel de potasse	Salgemma, Sali di potassio	Sal gema, sal potásica
8	Coal (brown and black coal)	Charbon (lignite, houille)	Carbone (Lignite, Carbone fossile)	Carbón (lignito, hulla)
9	Claystone, siltstone, marlstone	Argilite, siltite, marne	Roccia di Argilla, -Silt, -Marne	Arcilla, limolita, marga
10	Sandstone (quartzose sandstone, greywacke, arkose, calcareous sandstone)	Grès (grès quarzifère, grauwacke, arkose, grès calcaire)	Arenaria (A. quarzifera, Grovaccia, Arkose, A. calcifera)	Arenisca (arenisca cuarçifera, grau-wacka, arcosa, arenisca calcàrea)
11	Conglomerate / breccia	Conglomérat / breche	Conglomerato, Breccia	Conglomerado / brecha
12	Limestone, marble (reef facies, massive facies / stratified facies)	Calcaire, marbre (faciès récifal / faciès stratiforme)	Roccia di Calcare, Marmo (Facies di scogliera o massa / Facies di Stratificazione)	Calcia marmol (facies arrecifal, facies masiva / facies estratificada)
13	Dolomite rock (reef facies, massive facies / stratified facies)	Dolomie (faciès récifal / faciès stratiforme)	Roccia di Dolomia (Facies di scogliera o massa / Facies di Stratificazione)	Dolomia (facies arrecifal, facies masiva / facies estratificada)
14	Chert, radiolarite	Silex, radiolarites	Selce, Radiolarite	Silex, radiolarita
	Magmatites	Roches magmatiques	Magmatiti	Rocas magmáticas
15	Basic volcanic rock (basalt, „diabase“)	Vulcanite basique (basalte, „diabase“)	Vulcanite basico (Basalto, „Diabase“)	Roca volcánica básica (basalto, „diabas“)
16	Granite	Granite	Granito	Granito
17	Tuff, tuffite	Tuf, tuffite	Tufo vulcanico, Tuffite	Toba volcánica, tufita
18	Granodiorite, diorite	Granodiorite, diorite	Granodiorite, Diorite	Granodiorita, diorita
	Metamorphites	Roches Métamorphiques	Metamorfiti	Rocas metamórficas
19	Gneiss, mica schist, migmatite	Gneiss, micaschiste, migmatite	Gneiss, Micascisto, Migmatite	Gneis, micasquisto, migmatita
20	Metabasite, amphibolite	Métabasite, amphibolite	Metabasite, Anfibolite	Metabasita, anfibolita
21	Mylonite, cataclasite	Milonite, cataclasite	Milonite, Cataclasite	Milonita, cataclasita
22	Leucocratic gneiss (orthogneiss)	Leucogneiss (orthogneiss)	Gneiss leucocratica (Orthogneiss)	Leucogneis (ortogneis)
23	Ultrabasite, serpentinite	Ultrabasite, serpentinite	Ultrabasite, Serpentinite	Ultrabasita, sepentinita
	Other symbols	Autres notations des couches	Altri simboli	Otras signaturas
24	Quartz	Quartz	Quarzo	Cuarzo
25	Hiatus	Hiatus stratigraphique	Hiatus (Lacuna)	Hiato estratigráfico
26	Iron ore	Minerai de fer	Minerale di Ferro	Mineralización de hierro
27	Transgression surface	Surface de transgression	Piano di Trasgressione	Superficie de transgresión

GeoBavaria

600 Millionen Jahre Bayern

Internationale Edition

In Zusammenarbeit der Geologischen Dienste von



Redaktion:

Stefan Glaser, Gerhard Doppler und Klaus Schwerd

Autoren:

Gerhard Doppler, Markus Fiebig, Walter Freudenberger, Stefan Glaser, Rolf Meyer,
Thomas Pürner, Johann Rohrmüller, Klaus Schwerd,
unter Mitwirkung von

Xavier Berástegui, Maria Carla Centineo, Wolfgang Dorn, Martial Duguay, Erwin Geiß,
Ulrich Haas, Ulrich Lagally, Ana Rieger, Ulrich Teipel, Helge Wittmeier

Satz, Layout, Grafik: Robert Reichel

Druck: Weber Offset, München



Herausgeber und Verlag:

Bayerisches Geologisches Landesamt, Heßstrasse 128, D-80797 München

eine Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums
für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

Danke - Thanks - Merci - Grazie - Gracias

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (Bologna) und Institut Cartogràfic de Catalunya (Barcelona) für die Korrektur der italienischen und spanischen Texte,

Dr. Anne Lagally (München) für die kritische Durchsicht des Gesamtmanuskriptes,

Prof. Dr. Gerd Geyer (Würzburg) für die Bereitstellung der Originalvorlagen für die Blockbilder auf Seite 30,

Sauriermuseum Frick (Frick, Schweiz) für die Überlassung des Plateosaurus-Lebensbildes auf Seite 38,

Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Geologie für die Druckgenehmigung der Archäopteryx-Abbildung auf Seite 43,

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., das uns die Nutzung der schattierten Reliefkarte des Nördlinger Rieses auf Seite 48 erlaubte, und

Dr. Nico Goldscheider (Neuchatel, Schweiz), der das Foto vom Gottesackerplateau auf Seite 73 zur Verfügung stellte.

Literaturhinweise zu Abbildungen:

S. 8: Tait, J., Schätz, M., Bachtadse, V. & Soffel, H. (2000): Palaeomagnetism and Palaeozoic palaeogeography of Gondwana and European terranes. – In: Franke, W., Haak, V., Oncken, O. & Tanner, D. (eds.) (2000): Orogenic processes: Quantification and modelling in the Variscan Belt. – Geol. Soc. London, Spec. Pub. 179: 21 – 32, London.

S. 20: Gandl, J. (1998): Neue Daten zum jüngeren Paläozoikum NE-Bayerns und angrenzender Gebiete – Faziesentwicklung und geotektonische Konsequenzen. – Geologica Bavarica, 103: 19-273, München.

S. 27: Knetsch, G. (1963): Geologie von Deutschland und einigen Randgebieten. – 386 S., Stuttgart.

S. 30 + 32: Geyer, G. (2002): Geologie von Unterfranken und angrenzenden Gebieten. – Fränkische Landschaft, 2, 588 S., Stuttgart.

S. 34: Hahn, P. (1986): Biogeochemische, Geochemische und Sedimentphotographische Untersuchungen an Gesteinen des Unteren Keupers (Trias) in Franken. –Diss. Univ. Würzburg, 192 S., Würzburg.

S. 36: Gudden, H. & Haunschild, H. (1993): Die Trias in der Forschungsbohrung Abensberg 1001. – Geologica Bavarica, 97: 47-66, München.

S. 62: Faupl, P. & Wagneich, M. (2000): Late Jurassic to Eocene Palaeogeography and Geodynamic Evolution of the Eastern Alps. – Mitt. Österr. Geol. Ges., 92: 79-94, Wien.

S. 65 + 80: Scholz, H. & Scholz, U. (1981): Das Werden der Allgäuer Landschaft. – 152 S., Kempten.

S. 74: Satellitengestütztes Geländemodell des Malaspina-Gletschers: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/feature/Malaspina>.

S. 76: Meyer, R. & Schmidt-Kaler, H. (1991): Durchs Urdonautal nach Eichstätt. – Wanderungen in die Erdgeschichte, 2, 112 S., München.

S. 78: v.Husen, D. (1987): Die Ostalpen in den Eiszeiten. – 24 S., Wien.

S. 86: Kortfunke, C. (1992): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Donaumooses und seiner Umgebung. – Dissertationes Botanicae, 184: 177 S., Stuttgart.

GeoBavaria 600 Millionen Jahre Bayern Internationale Edition

In Zusammenarbeit der Geologischen Dienste von Bayern, Catalunya und Emilia-Romagna

Redaktion:

Stefan Glaser, Gerhard Doppler und Klaus Schwerd

Autoren:

Gerhard Doppler, Markus Fiebig, Walter Freudenberger, Stefan Glaser,
Rolf Meyer, Thomas Pürner, Johann Rohrmüller, Klaus Schwerd,
unter Mitwirkung von
Xavier Berástegui, Maria Carla Centineo, Wolfgang Dorn, Martial Duguay,
Erwin Geiß, Ulrich Haas, Ulrich Lagally, Ana Rieger, Ulrich Teipel, Helge Wittmeier

Satz, Layout, Grafik: Robert Reichel

Druck: Weber Offset, München

Herausgeber und Verlag:

Bayerisches Geologisches Landesamt, Heßstrasse 128, D-80797 München

E-mail: poststelle@glg.bayern.de, Internet: www.geologie.bayern.de

eine Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

Alle Rechte vorbehalten © Bayerisches Geologisches Landesamt 2004

Inhalt

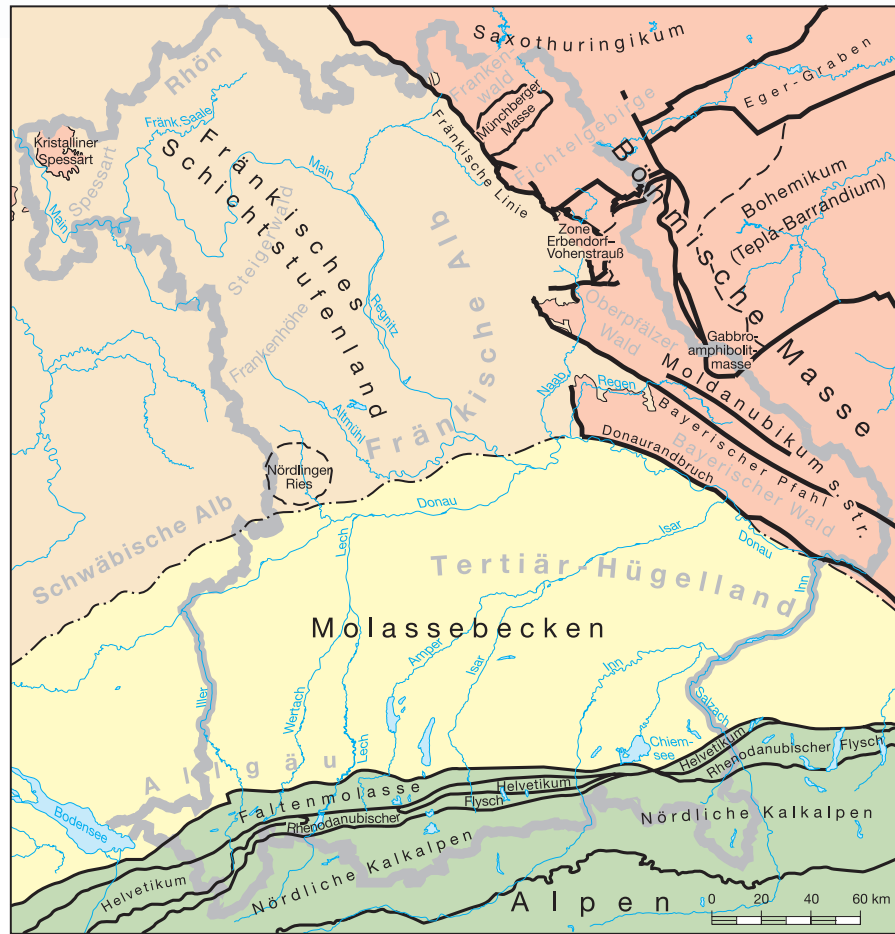
In aller Kürze – der geologische Bau Bayerns	4
Grundgebirge.....	8
Mylonit, Kataklasit, Quarzgang (Pfahl)	10
Gneis, Glimmerschiefer, Migmatit	12
Metabasit, Serpentin	14
Kambrium bis Ordovizium	16
Basischer Vulkanit („Diabas“).....	18
Silur, Devon, Unterkarbon	20
Granodiorit, Diorit	22
Granit	24
Schichtstufenland	26
Oberkarbon bis Perm	28
Buntsandstein	30
Muschelkalk	32
Unterer Keuper	34
Gipskeuper	36
Sandsteinkeuper	38
Lias, Dogger	40
Malm	42
Oberkreide	44
Ries-Auswurfmassen	46
Ries-Kraterfüllung	48
Basalt	50
Tertiär, ungegliedert	52
Molasse	54
Untere Süßwassermolasse, Untere Meeresmolasse	56
Obere Meeresmolasse	58
Obere Süßwassermolasse	60
Alpen	62
Nördliche Kalkalpen: Perm bis Obertrias, Jüngere Obertrias	64
Nördliche Kalkalpen: Jura, Kreide, Alttertiär	68
Flysch: Kreide	70
Helvetikum: Kreide, Alttertiär	72
Quartäre Sedimente	74
Ablehm	76
Altmoräne, Jungmoräne mit Wallform	78
Pleistozäner Flussschotter und –sand	80
Löß, Lehm, Flugsand.....	82
Seeablagerungen	84
Torf	86
Holozäne Flussablagerungen.....	88
Lust auf mehr?	90

In aller Kürze – der geologische Bau Bayerns

Gesteine sind die wichtigsten Archive der Geschichte unseres Planeten. In Bayern dokumentieren sie mehr als 600 Millionen Jahre Erdgeschichte. Nach ihrer Ausbildung, Lagerung und tektonischen Zugehörigkeit teilt man Bayern in die Großbaueinheiten Alpen, Molassebecken, Schichtstufenland sowie das Grundgebirge der Böhmisches Masse und des Spessarts ein.

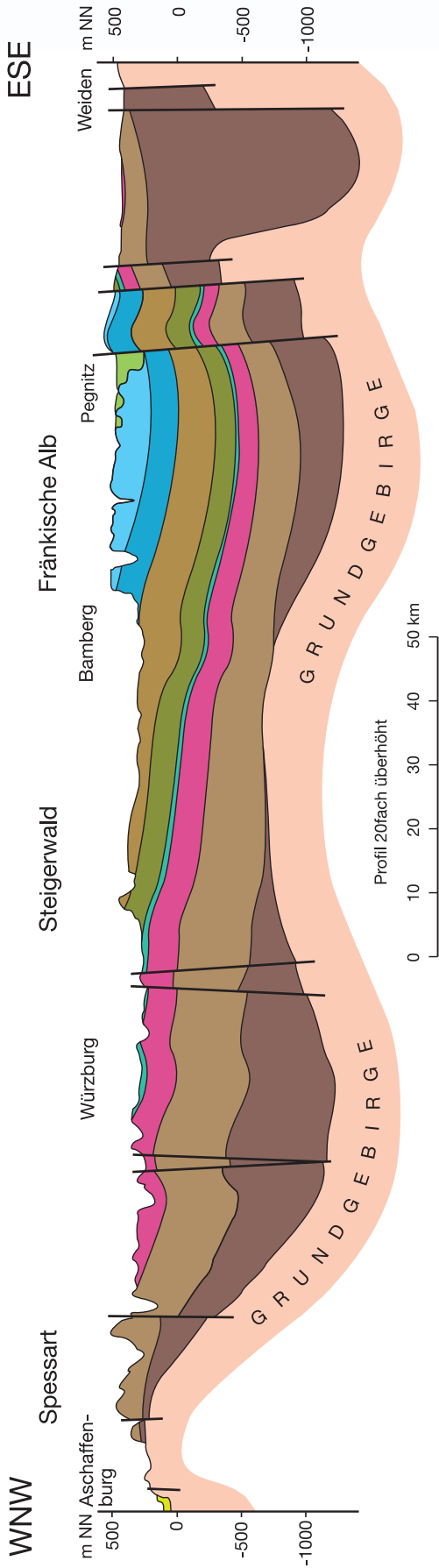
Die südliche Begrenzung Bayerns bilden die Alpen, die aus den großtektonischen Baueinheiten Nördliche Kalkalpen, Flysch, Helvetikum und Faltenmolasse bestehen. Ihre Gesteine entstanden zwischen dem Mesozoikum und dem Tertiär und wurden durch plattentektonische Bewegungen vor allem während Kreide und Tertiär übereinander geschoben, verfaltet und gehoben.

Den Bereich zwischen den Alpen und der Donau nimmt das Molassebecken ein, das in der Tertiärzeit den Abtragungsschutt des werdenden Alpengebirges aufnahm. Den südlichen und westlichen

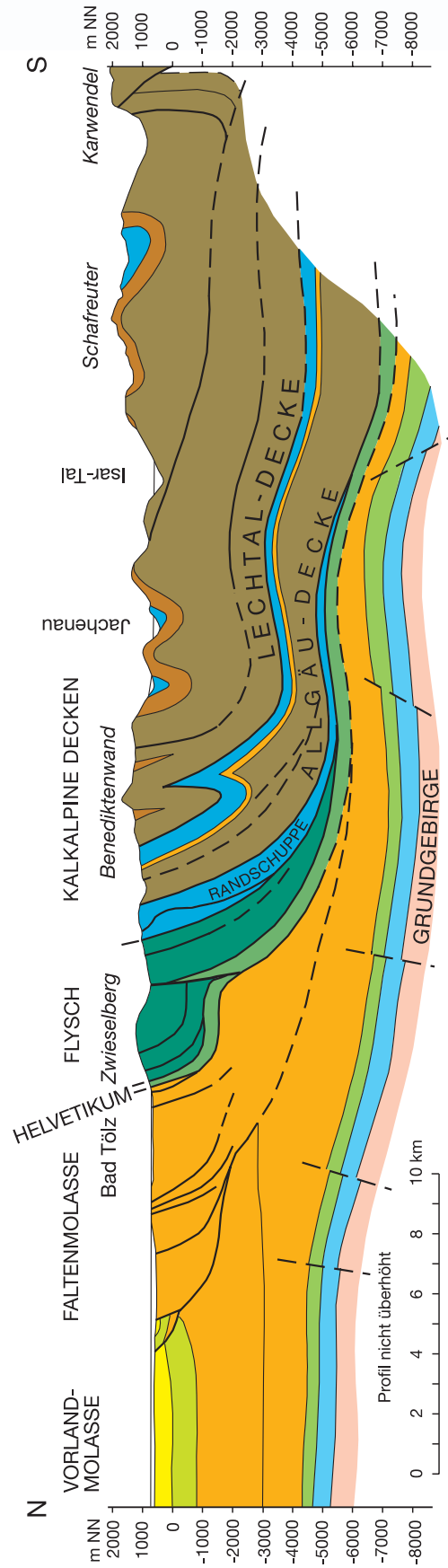


Teil des Alpenvorlands prägen Moränen der eiszeitlichen Gletscher und daran anschließende Schotterterrassen.

Von der Donau bei Regensburg bis Aschaffenburg erstreckt sich das Schichtstufenland als Teil der Süddeutschen Großscholle. Nach Nordwesten erschließen sich zunehmend ältere Abschnitte des Mesozoikums. Unterbrochen wird die Abfolge durch den weiten Kessel des Nördlinger Rieses, Zeugnis eines Meteoriteneinschlages im Tertiär. In weiten Bereichen Ost- und Nordostbayerns sowie im Nordwestteil des Spessarts prägen Gesteine des Grundgebirges die Landschaft. Sie entstanden bei der Variscischen Gebirgsbildung, als die bereits vorhandenen Gesteine unter hohen Drücken und Temperaturen in Metamorphite umgewandelt wurden und Gesteinsschmelzen in die Erdkruste eingedrungen sind. Große Gebiete des Frankenwaldes und des Fichtelgebirges weisen dagegen nur schwach metamorphe paläozoische Gesteine auf.



Profil 1



Profil 2

🇬🇧 The geological setting of Bavaria – a short trip

More than 600 million years of earth's history are documented by rocks in Bavaria. Depending on character, stratification and tectonic properties the following major structural units can be distinguished: Alps, molasse basin, cuesta region as well as the basement complexes of the Bohemian massif and the Spessart. Quaternary sediments are common in all regions of the country.

Northern Calcareous Alps, Flysch, Helveticum and Folded Molasse represent the major tectonic units of the Bavarian Alps. Their Mesozoic to Tertiary rocks were overthrust, folded and piled-up by plate tectonic activities mainly in Cretaceous and Tertiary times.

In the Alpine piedmont south of the Danube river, the „molasse“ basin was filled with the erosional debris of the rising Alps during the Tertiary. The south and west of the Alpine piedmont is characterized by the traces of glaciers and their adjacent gravel terraces.

From the Danube river near Regensburg to Aschaffenburg, the cuesta region representing part of the South-German mega-block reveals increasingly older sections of the Mesozoic era. The wide depression of the Nördlingen Ries verifies a meteorite impact in the Tertiary.

In wide regions of eastern and northeastern Bavaria as well as parts of the Spessart, the landscape is formed of crystalline basement rocks. These derived either from pre-existing sedimentary rocks or from intruded plutonites, which were transformed into metamorphic rocks under high pressure and temperatures during the Variscan orogenesis. Parts of the Frankenwald and the Fichtelgebirge consist of weakly metamorphic rocks of Paleozoic age.

🇫🇷 En bref – la structure géologique de la Bavière

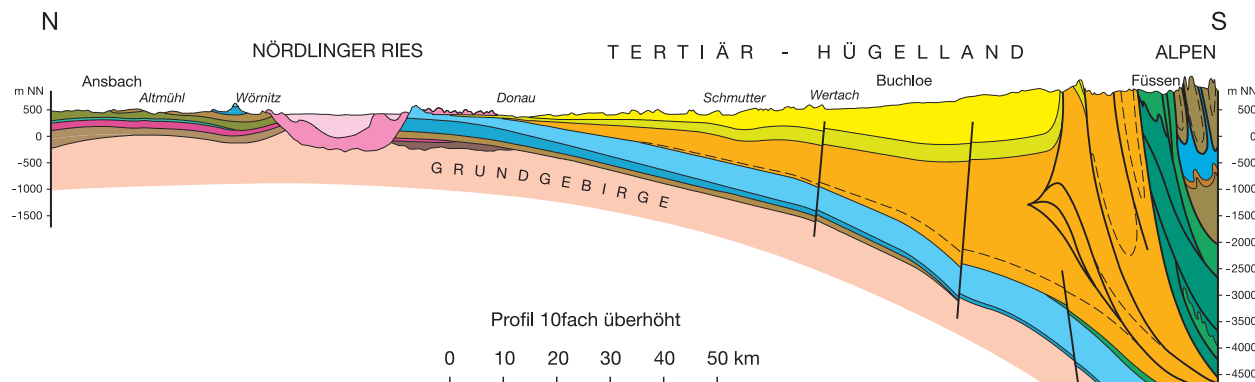
Plus de 600 millions d'années de l'histoire de la Terre sont archivées dans les roches de Bavière. D'après leurs affiliations concernant leurs formations, leurs stratifications et leurs tectoniques, les unités structurales suivantes peuvent être différenciées: les Alpes, le bassin molassique, la région des cuestas ainsi que le socle du Massif Bohémien et du Spessart. Les sédiments quaternaires sont présents dans toutes les régions du pays.

Les Alpes Calcaires Septentrionales, les Flyschs, la Zone Helvétique et la molasse plissée représentent les unités tectoniques majeures des Alpes Bavaraises. Leurs roches d'âge Mésozoïque à Tertiaire furent plissées, faillées et empilées les unes sur les autres par des mouvements de tectonique de plaque, principalement au Crétacé et Tertiaire.

Le bassin molassique se situe au sud du Danube dans le piémont alpin, et fut rempli des débris de l'érosion des Alpes en formation, durant le Tertiaire. Le sud et l'ouest du piémont alpin sont caractérisés par les moraines des glaciers de l'ère glaciaire et les terrasses adjacentes.

De Regensburg à Aschaffenburg, la région des cuestas, représentant une partie du mega-bloc Sud-germanique, révèle des sections d'âge croissant du Mésozoïque. La vaste dépression du Nördlingen Ries dévoile un impacte météoritique ayant eu lieu dans le Tertiaire.

De grandes régions de l'est et du nord-est de la Bavière, ainsi qu'une partie du Spessart sont formées de roches du socle cristallin. Ces dernières dérivent du métamorphisme de roches sédimentaires préexistantes sous de hautes pressions et hautes températures lors de l'orogénèse varisque, ou bien d'intrusions plutoniques. Dans le Frankenwald et le Fichtelgebirge des roches faiblement métamorphisées sont présentes.



Profil 3

La struttura geologica della Baviera – un breve viaggio

In Baviera, le rocce registrano più di 600 milioni di anni di storia della terra. Sulla base delle loro caratteristiche, del tipo di stratificazione e del contesto tettonico sono state distinte le seguenti unità strutturali principali: Alpi, bacino della molassa, regione a cuestas ed il basamento del massiccio boemo e del „Spessart“. I sedimenti quaternari si trovano in tutte le aree della regione.

Le principali unità tettoniche delle Alpi bavaresi sono le alpi calcaree settentrionali, il Flysch, la zona Helvetica e la Molassa deformata. Le rocce mesozoiche e terziarie sono sovrascorse, piegate e dislocate l'una rispetto all'altra in seguito all'attività tettonica avvenuta durante il Cretaceo ed il Terziario.

Nell'avampese alpino, a sud del Danubio, si colloca il bacino della molassa. Tale bacino venne riempito, durante il Terziario, dal detrito trasportato dai fiumi e proveniente dall'erosione delle Alpi in formazione. A sud e ad ovest, l'area pedemontana è caratterizzata dai depositi glaciali e dagli adiacenti terrazzi ghiaiosi.

La regione a cuestas, presente dal Regensburg fino ad Aschaffenburg, rappresenta una parte del mega-blocco Sud-germanico che mostra una successione di rocce mesozoiche progressivamente più antiche. L'ampia depressione del „Nördlinger Ries“ è stata prodotta dall'impatto di un meteorite avvenuto nel Terziario.

Le grandi regioni presenti ad est e nord-est della Baviera, così come un parte dello „Spessart“, sono formate da rocce del basamento cristallino. Queste rocce derivano sia da rocce sedimentarie pre-esistenti che da rocce vulcaniche intrusive (plutoniti) che vennero trasformate, durante l'orogenesi Varisica, in rocce metamorfiche di alta pressione e temperatura. Parte delle rocce che affiorano nel „Frankenwald“ e nel „Fichtelgebirge“ sono costituite da rocce debolmente metamorfiche di età paleozoica.

En breve – la Geología de Baviera

Más de 600 Millones de años de historia de nuestro planeta han quedado escritos en las rocas del país de Baviera. Atendiendo a sus características, orientación espacial y dominio tectónico, se han diferenciado las siguientes unidades estructurales mayores: Alpes, Cuencas Molásicas, Región de Cuestas, y Basamento del Macizo de Bohemia y de Spessart. Por otra parte los sedimentos cuaternarios se extienden a lo largo de todo el país.

La unidad tectónica principal de los Alpes Bávaros está compuesta por los Alpes Calcáreos Septentrionales, Flysch, Helvético y Molasa Plegada. Sus rocas mesozoicas y terciarias fueron plegadas y desplazadas unas sobre otras, debido a los movimientos de placas tectónicas que ocurrieron especialmente entre el Cretácico y Terciario. En el sector del antepaís alpino, al sur del Danubio, se ubica la Cuenca de Molasa, la cual fue rellenada en el Terciario por fragmentos (sedimentos) detríticos, originados de la erosión de los Alpes ascendentes. En el sur y en el oeste del antepaís alpino existen morrenas de los períodos glaciales y sus terrazas de grava adyacentes.

La Región de Cuestas, parte del mega bloque de la Alemania meridional, exhibe un aumento en las edades de sus secciones mesozoicas, entre las ciudades de Regensburg y Aschaffenburg. La amplia depresión del Nördlinger Ries evidencia el impacto de un meteorito en el Terciario.

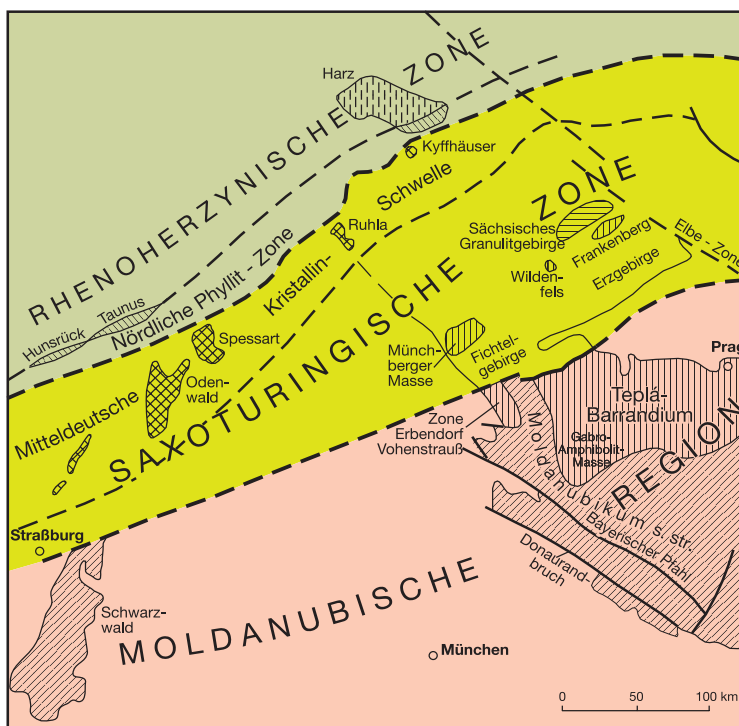
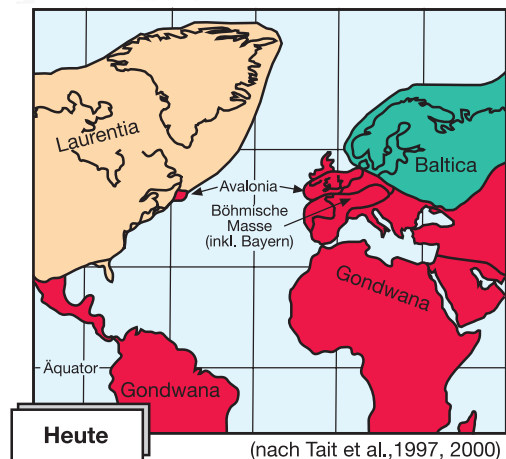
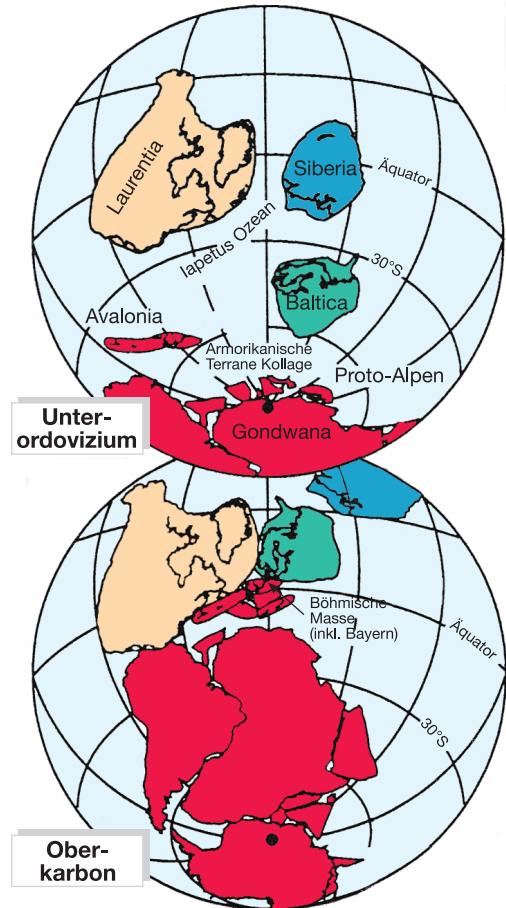
Amplias regiones del este y del norte de Baviera, así como un sector del Spessart están constituidas por rocas del basamento cristalino. Este se originó a partir de rocas sedimentarias o intrusivas que fueron transformadas en rocas metamórficas (metamorfitas), bajo condiciones de alta presión y temperatura, durante la Orogénesis Varisica (Hercínica). En el Frankenwald y en el Fichtelgebirge las rocas paleozoicas presentan un débil metamorfismo.

Grundgebirge

Als Grundgebirge bezeichnet man in Bayern Gesteine des ehemaligen „Variscischen Gebirges“. In Nordostbayern und im Spessart steht es an der Erdoberfläche an, im restlichen Bayern wird es von jüngeren Gesteinsabfolgen überdeckt. Entstanden ist es im Devon und Karbon, als die Erdkrustenfragmente Avalonia und Armorica - Reste einer älteren großen Kontinentmasse - und die damaligen Kontinente Baltica und Laurentia kollidierten.

In Bayern unterscheidet man zwei Baueinheiten dieses alten „Sockels“: Die paläozoischen Gesteine des Frankenwaldes, die zum „Saxothuringikum“ gerechnet werden, sind nur schwach metamorph überprägt. Das „Moldanubikum“ im Oberpfälzer- und Bayerischen Wald („Moldanubikum s.str.“ weist mittel- bis hochgradig metamorphe Gesteine auf.

Hochmetamorphe Abfolgen in der „Münchberger Masse“ und in der „Zone Erbdorf-Vohenstrauß“ entsprechen dem ausgedehnten „Teplá-Barrandium“ in Böhmen. Vor allem im Oberkarbon drangen in die metamorphen Serien meist granitische Gesteinsschmelzen ein.





Granit-Felstürme entstanden durch tertiäre Verwitterung und Abtragung im Quartär.

Granite bluffs originated by Tertiary weathering and Quaternary erosion.

L'altération du Tertiaire et l'érosion au Quaternaire sont à l'origine des pics de granite.

I pinnacoli di granito si sono formati per l'alterazione meteorica che ha agito durante il Terziario e per la successiva erosione avvenuta nel Quaternario.

Los farallones escarpados en granitos se originaron por intemperismo durante el Terciario y erosión en el Cuaternario.



Basement

In Bavaria, „basement“ rocks were formed in the Variscan orogen in Devonian and Carboniferous times (approx. 410 - 290 Ma B. P.) when the crustal fragments „Avalonia“ and „Armorica“ collided with the former continents „Baltica“ and „Laurentia“. Crystalline basement is exposed in northeastern Bavaria and in the Spessart and underlies younger sequences in the rest of the country. Paleozoic rocks in the Frankenwald are assigned to the so-called „Saxothuringian“ zone and metamorphically only weakly affected. Rocks in the Oberpfälzer Wald and Bavarian Forest („Moldanubian“) are of a middle to high metamorphic grade. Comparable to the highly metamorphic Bohemian „Teplá-Barrandium“ are rocks from the Münchberg massif and the Zone of Erbendorf-Vohenstrauß. Especially in Upper Carboniferous times the metamorphic rocks were intruded by mostly granitic melts.



Basamento

Il basamento è costituito da tutte quelle rocce che si sono formate durante l'orogenesi Variscica (Ercinica). Questa orogenesi è avvenuta tra il Devoniano e il Carbonifero a causa della collisione tra i frammenti cristallini „Avalonia“ e „Armorica“ con i continenti „Baltica“ e „Laurentia“. Il basamento cristallino affiora nella parte nord-occidentale della Baviera, nello „Spessart“ e al di sotto dei depositi più recenti nel resto della Baviera. Le rocce paleozoiche del „Frankenwald“ sono state attribuite alla zona „Saxothuringikum“, e sono state interessate da debole metamorfismo. Le rocce presenti nella selva „Oberpfalz“ e nella selva bavarese appartengono al „Moldanubikum s.str.“ e presentano un metamorfismo da medio ad alto grado. Le rocce metamorfiche di alto grado affiorano nel „Münchberger Masse“ e nella zona „Erbendorf-Vohenstrauß“ e sono state attribuite al „Teplá-Barrandium“. Soprattutto durante il Carbonifero superiore le rocce metamorfiche vennero intruse da masse granitiche.



Socle cristallin

Le socle caractérise les roches de l'ancien orogène varisque. Ce dernier résulte de la collision des fragments crustaux Avalonia et Armorica pendant le Dévonien et le Carbonifère avec les continents Baltica et Laurentia. Le socle cristallin affleure dans le nord-est de la Bavière et dans le Spessart, et il est sous-jacent de formations plus récentes dans le reste du pays. Les roches métamorphiques du Frankenwald, faisant partie de la Zone Saxothuringienne, ne sont affectées que d'un métamorphisme faible. Sont rattachées à la Zone Moldanubienne s. str. les roches de métamorphisme moyen à fort dans l'Oberpfälzer Wald et le Bayerischer Wald. Les roches du Massif de Münchberg et de la Zone d'Erbendorf-Vohenstrauß sont équivalentes au haut métamorphisme du Teplá-Barrandium. Dans le Carbonifère Inférieur en particulier, des intrusions de magma granitique pénétrèrent dans les roches métamorphiques.



Basamento

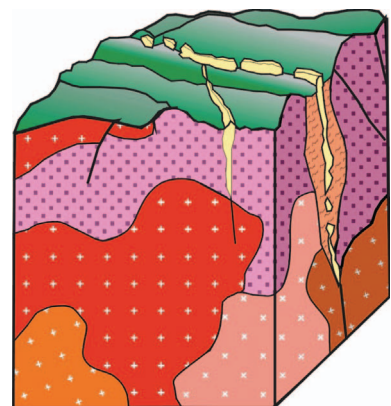
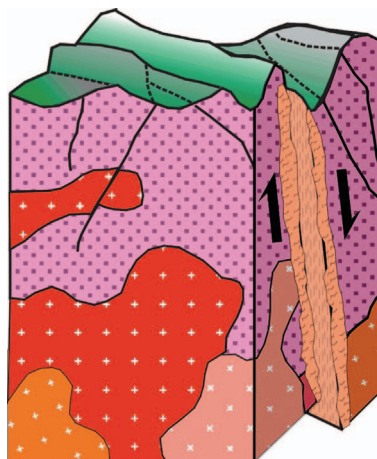
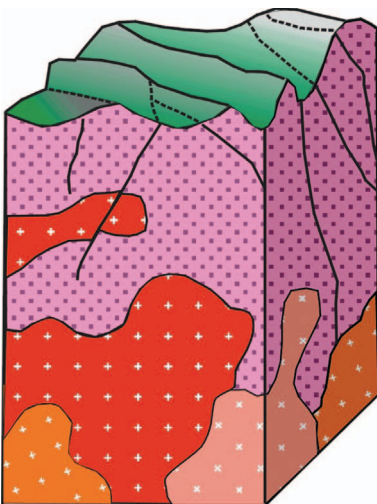
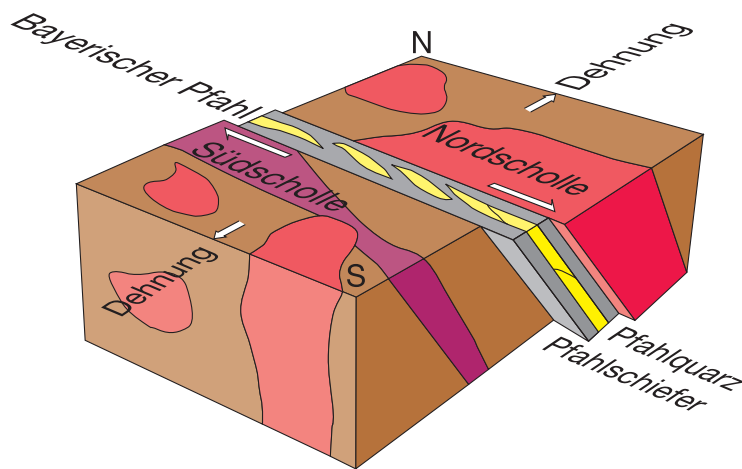
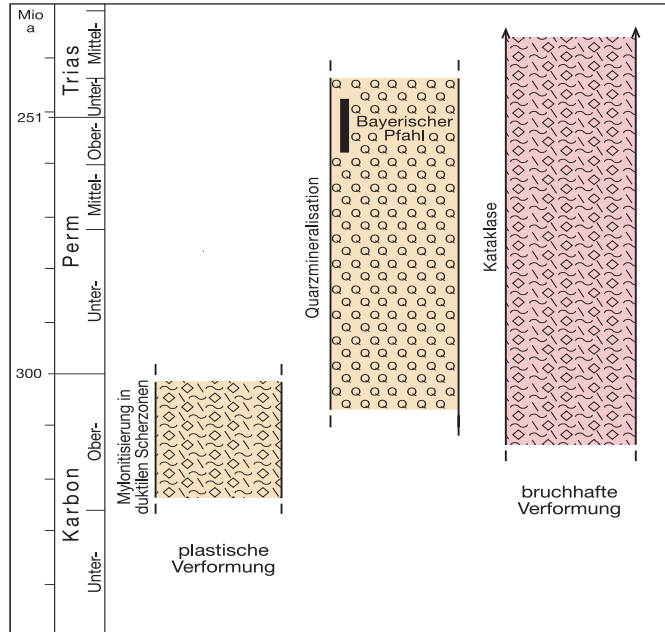
El basamento está constituido por rocas que formaron el orógeno Variscico (Hercínico) edificado, durante el Devónico y Carbonífero, por la colisión de los bloques corticales „Avalonia“ y „Armórica“ contra los continentes „Báltica“ y „Laurentia“. Aflora en el nordeste de Baviera y en Spessart. En el resto de Baviera está recubierto por secuencias más jóvenes. Las rocas de Frankenwald („Saxoturingico“) tienen un grado de metamorfismo débil. Las rocas del Oberpfälzer Wald y de la Selva de Baviera („Moldanúbico“) tienen un metamorfismo medio a alto. Las rocas metamórficas de alto grado del „Teplá-Barrandium“ equivalen en parte a las del macizo de Münchberg y a la zona de Erbendorf-Vohenstrauß. Durante el Carbonífero Superior, las rocas metamórficas fueron intruídas por magmas graníticos.



Mylonit, Kataklasit, Quarzgang (Pfahl)

Zu den wichtigsten Verformungs- und Bruchzonen im bayerischen Grundgebirge zählen der Bayerische Pfahl und der Donaurandbruch zwischen Regensburg und Passau. Diese im Perm angelegten Schwächezonen der Erdkruste waren später mehrfach erneut aktiv. Dabei entstanden neben plastisch verformten Myloniten, die sich bei Temperaturen von über 500°C bildeten, später durch Bruchtektonik auch Kataklasite.

Hydrothermale Tätigkeit in Perm und Trias schuf in mehreren Phasen die weißen Pfahl-Quarzgänge. Dabei handelt es sich um Fiederspaltenerfüllungen, die heute oft als markante Härtlinge die Störungszonen markieren.





Mylonites, cataclasites, quartz vein („Pfahl“)

Ranked among the most important deformation and fault zones in the Bavarian basement the Bavarian „Pfahl“ and the marginal fault of the Danube („Donaurandbruch“) were generated during the Permian and later reactivated several times. At temperatures above 500°C plastically deformed mylonites developed before cataclasites were generated by fracture tectonics. In several phases, hydrothermal activity during the Permian and Triassic created the white „Pfahl“-quartz veins (feather-joint fillings), which today mark the fault zones as prominent monadnocks.



Milonite, cataclasite, filone di quarzo („Pfahl“)

Le zone più importanti di deformazione e fratturazione del basamento della Baviera si incontra nel „Pfahl“ bavarese e nella Faglia Marginale del Danubio („Donaurandbruch“). Queste zone di faglia si sono sviluppate nel Permiano e si sono riattivate diverse volte. Accanto alla milonite, una deformazione plastica sviluppatasi a temperature maggiori di 500°C, si trova la cataclasite formata successivamente per fratturamento tettonico. L'attività idrotermale, sviluppatasi in diverse fasi durante il Permiano ed il Triassico, ha portato alla formazione dei filoni bianchi di quarzo del „Pfahl“ che oggi segnano la zona di faglia come pareti spargenti (monadnocks).

Scherbewegungen bewirkten eine intensive vertikale Klüftung des Pfahlquarzes.

Shear movements caused intense vertical cleavage within the Pfahl quartz.

Des mouvements de cisaillement causèrent une intense fracturation du quartz de Pfahls.

I movimenti di taglio hanno provocato un intenso clivaggio nel quarzo del Pfahl.

Movimientos de tipo „shear“ han provocado un intenso clivaje en el cuarzo Pfahl.

Die Quarzgänge des Pfahls ragen als langgestreckte Felsmauern aus der Landschaft.

Pfahl quartz dikes emerge from the scenery as elongated rock walls.

Les filons quartzifères de Pfahl émergent du paysage en de longues murailles rocheuses.

I filoni di quarzo del Pfahl si ergono nel paesaggio come imponenti pareti di roccia.

Los filones de cuarzo del Pfahl destacan en el paisaje como muros de roca alargados.



Mylonite, cataclasite, filon de quartzifère („Pfahl“)

Aux zones de déformations et de fractures les plus importantes du socle bavarois, appartiennent le „Pfahl“ Bavaois et la Faille Marginal du Danube („Donaurandbruch“). Générés durant le Permien, ces systèmes de failles furent plus tard plusieurs fois réactivés. A côté des mylonites à déformation plastique, développées à des températures supérieures à 500°C, on trouve des cataclasites formées plus tard lors de tectoniques cassantes. L'activité hydrothermal du Permien et du Trias formèrent, en plusieurs phases, les filons blanc de quartz de Pfahl (remplissage des fentes) qui marquent aujourd'hui les zones de failles en formant des indurations saillantes dans le paysages, appelées monadnock.



Milonita, cataclasita, filón cuarcífero („Pfahl“)

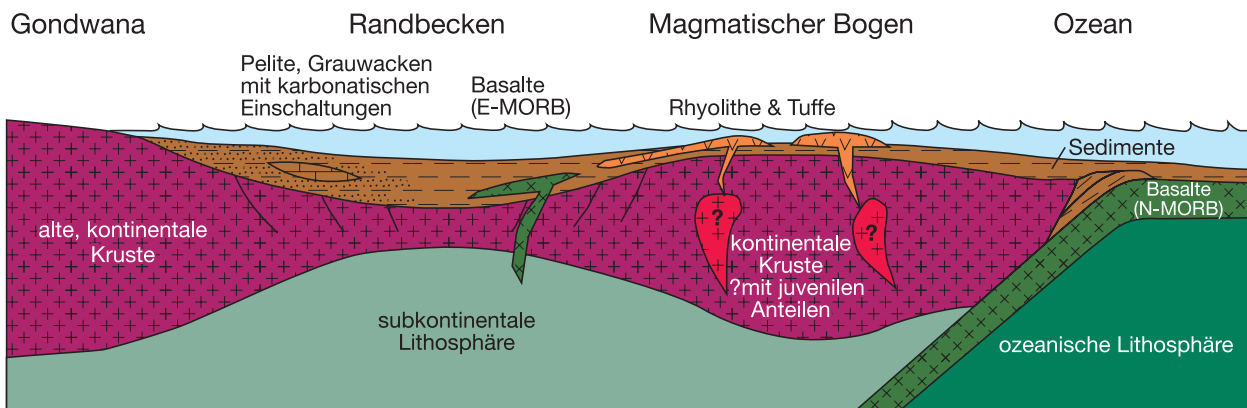
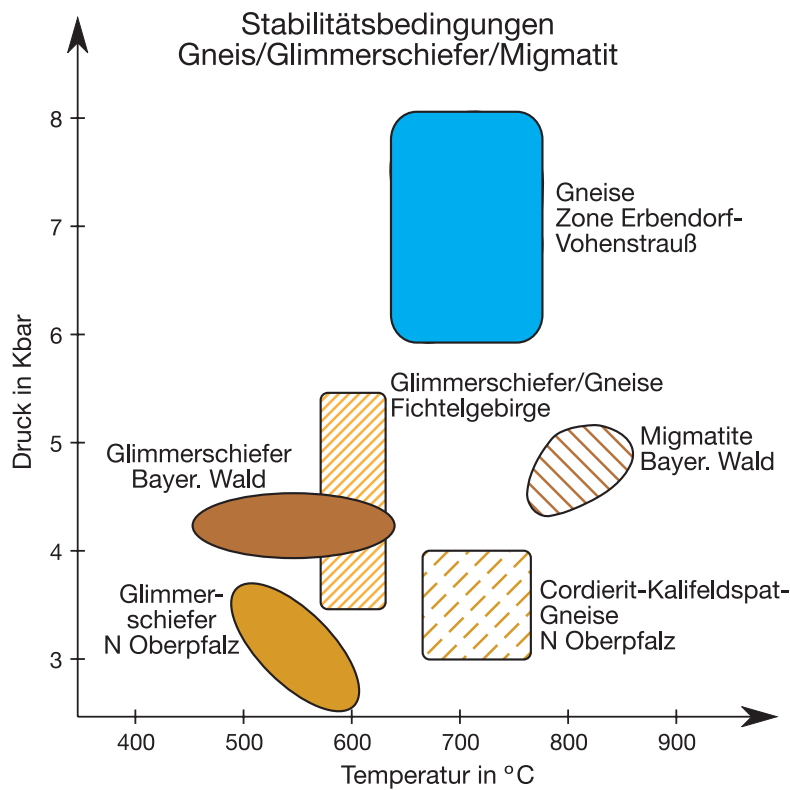
Las zonas más importantes de deformación y fracturamiento en el basamento de Baviera se encuentran en el Pfahl Bávaro y en la falla del Danubio („Donaurandbruch“). Estos sistemas de fallas generados en el Pérmico fueron, posteriormente, reactivadas con frecuencia. Junto a las milonitas, plásticamente deformadas, originadas a temperaturas sobre los 500°C, se encuentran cataclasitas tardías causadas por fracturamiento tectónico. Reiteradas fases de actividad hidrotermal durante el Pérmico y Triásico crearon las vetas blancas de cuarzo „Pfahl“, las cuales marcan actualmente las zonas de fallas en forma de farallones sobresalientes.



Gneis, Glimmerschiefer, Migmatit

Diese bei hohen Drücken und Temperaturen umgewandelten Gesteine entstanden überwiegend aus Ton-, Silt- und Sandsteinen, daher nennt man sie „Para“-Gesteine. Typisch für das bayerische Grundgebirge sind Paragneise mit Einlagerungen von Metabasit, Kalksilikatgestein, Marmor und hellem feldspatreichem Orthogneis. Glimmer-

schiefer treten im Ossergebiet, Fichtelgebirge und Kristallinen Vorspessart auf, Migmatite sind im Bayerischen Wald verbreitet. Im restlichen Moldanubikum dominieren niederdruckmetamorphe Cordieritgneise. Mitteldruckmetamorphe Gneise findet man in der Münchberger Masse und der Zone Erbendorf-Vohenstrauß.





Gneisses, mica schist, migmatites

These metamorphic rocks originated predominantly from mud-, silt- and sandstones. Typical rocks of the Bavarian basement are paragneisses with embedded metabasites, calc-silicate rocks, marble as well as light orthogneiss rich in feldspar. Mica schists are found in Osser region, Fichtelgebirge and the crystalline Spessart, migmatites in the Bavarian Forest. In the remaining parts of the Moldanubian region, low-pressure metamorphic cordierite-gneisses predominate. Gneisses metamorphosed under medium pressure can be found in the Münchberg massif and the „Zone of Erbdorf-Vohenstrauß“.



Gneiss, micascisto, migmatite

Queste rocce metamorfiche si sono originate prevalentemente da argille, silt e sabbia. Le rocce tipiche del basamento bavarese sono i paragneiss che si rinvengono intercalati con metabasiti, calcosilicati, marmi e ortogneiss chiari e ricchi in feldspati. I micascisti sono presenti nelle regioni „Osser“, „Fichtelgebirge“ e nel „Vorspessart“ cristallino; le migmatiti sono diffuse nella foresta bavarese. Il resto della regione Moldanubiana è dominato da gneiss a cordierite di basso grado metamorfico. Nella „Münchberger Masse“ e nella zona „Erbdorf-Vohenstrauß“ si possono rinvenire gneiss metamorfosati in condizioni di pressioni medie.

Gebänderte Gneise mit Quarzaugen sind typische Metamorphite in Nordostbayern.

Banded gneisses with „quartz eyes“ are typical metamorphites in NE-Bavaria.

Les gneiss lités comportants des „yeux“ de quartz sont des métamorphites typiques du nord-est de la Bavière.

Gli gneiss listati con „occhi di quarzo“ sono rocce metamorfiche tipiche della Baviera nord-orientale.

Los gneises bandedos con ojos de cuarzo (gneiss „ojo de sapo“) son rocas metamórficas típicas del noreste de Baviera.

Glimmerschiefer sind verwitterungsanfällig und nur selten aufgeschlossen.

Mica schists are not weathering-resistant and outcrops exist only rarely.

Les micascistes ne sont pas résistants à l'altération et par conséquent n'affleurent que très rarement.

I micascisti sono poco resistenti all'erosione meteorica e pertanto affiorano solo raramente.

Los micaesquistos no son resistentes a la meteorización y por ello existen escasos afloramientos.



Gneiss, micasciste, migmatite

Ces roches métamorphiques ont principalement pour origine des argiles, des silts et des grès. Les paragneiss enchâssés de metabasites, les roches calcosilicatées, les marbres et les orthogneiss clairs riches en feldspaths sont des roches typiques du socle bavarois. Des micascistes sont présents dans la région d'Osser, dans le Fichtelgebirge et dans le Spessart cristallin. Les migmatites sont courantes dans le „Bayerische Wald“. Dans le reste de la Zone Moldanubienne, les gneiss à cordierite de métamorphisme de basse pression prédominent. Dans le Massif de Münchberg et dans la Zone d'Erbdorf-Vohenstrauß des gneiss de métamorphisme de moyenne pression sont présents.



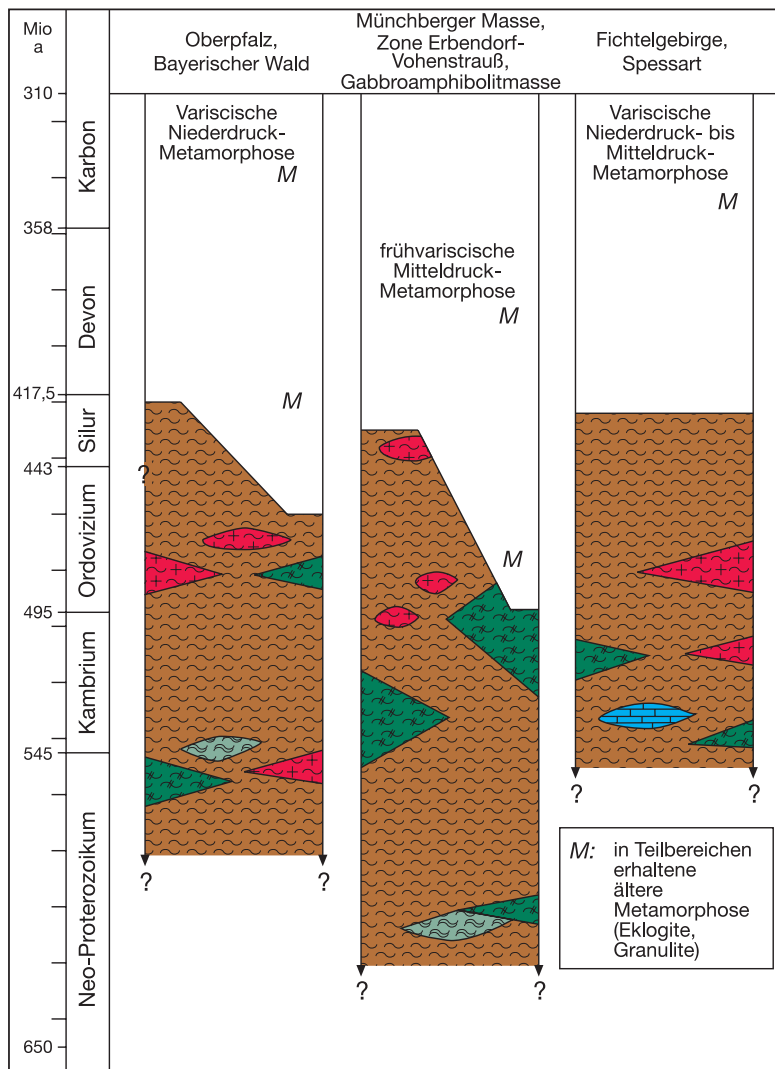
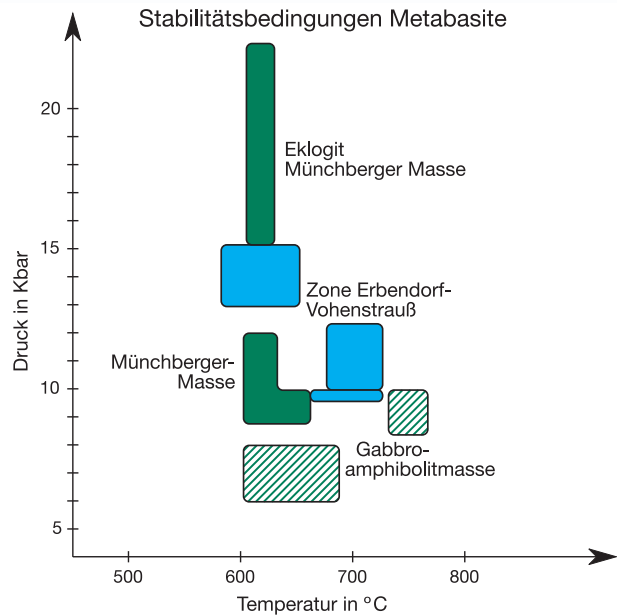
Gneis, micasquisto, migmatita

Estas rocas metamórficas se formaron a partir de arcillitas, limolitas y areniscas. Típicos del basamento de Baviera son los paragneisses con intercalaciones de metabasitas, rocas calcosilicatadas, mármol y ortogneises claros ricos en feldespato. Se encuentran micaesquistos en la región de Osser, en el Fichtelgebirge y en el cristallino de Spessart. Las migmatitas se distribuyen por la Selva Bávara. En el resto de la región moldanubica impera la presencia de gneises cordieríticos afectados por un metamorfismo de baja presión. En el macizo de Münchberg y en la Zona de Erbdorf-Vohenstrauß afloran gneises afectados por un metamorfismo de presión media.



Metabasit, Serpentin

Metamorphe basische Gesteine, sogenannte Metabasite, sind im Deckenstapel der „Münchberger Masse“, in der „Gabbroamphibolit-Masse“ am Hohen Bogen und in der „Zone Erbdorf-Vohenstrauß“ verbreitet. Durch die Kontinentale Tiefbohrung bei Windischeschenbach wurden sie bis in 9 km Tiefe nachgewiesen. Diese „Ortho“-Gesteine entstanden meist aus Basalten, aber auch aus Gabbros. Sie weisen eine mittelgradige, vereinzelt auch hochdruckmetamorphe Prägung auf. Serpentine bzw. Meta-Ultrabasite findet man in den Randbereichen der oben genannten tektonischen Einheiten. Im Moldanubikum s.str. kommen nur kleinere Einschaltungen basischer Gesteine vor.





Metabasite, serpentinite

Metabasites occur within the nappe stack of the „Münchberg massif“, in the „gabbro-amphibolite massif“ in the Hoher Bogen region and in the „Zone of Erbandorf-Vohenstrauß“ where in the latter their presence could be established by drilling down to a depth of more than 9 km. Metabasites originated mainly from basalts, at times from gabbros. Their habit indicates intermediate, occasionally high-pressure metamorphism. Serpentinites or meta-ultrabasites are limited to the margins of the above-mentioned structural units. In the „Moldanubian zone (strictly speaking)“, basic rocks occur only subordinately.



Metabasite, serpentinite

Le Metabasiti si rinvencono nell'impilamento di nappe che costituisce il massiccio di „Münchberger“, nel massiccio a gabbri e anfiboliti („Gabbroamphibolit-Masse“) e nella zona „Erbandorf-Vohenstrauß“, dove la loro presenza è stata rivelata da un sondaggio che si è spinto fino alla profondità di 9 chilometri. Le metabasiti si sono originate principalmente da basalti e, localmente, da gabbri. Il loro aspetto indica condizioni di metamorfismo intermedio e, solo occasionalmente, di alta pressione. Le serpentiniti o meta-ultrabasiti sono limitate ai margini delle unità strutturali sopra menzionate. Nella zona „Moldanubikum“ si rinvencono solo subordinatamente rocce basiche.

Seidiger grüner Glanz ist typisch für Serpentinit.

Silky green glass is typical for serpentinite.

La serpentine possède un éclat vert soyeux caractéristique.

Le serpentiniti sono di un tipico colore verde brillante.

Las serpentinitas son de color verde y tienen un brillo sedoso característico.

Serpentinite bilden Hürtlingsstrukturen mit schütterer Vegetation.

Serpentinites form monadnocks with meager vegetation.

La serpentinite forme des monadnocks avec une végétation plus éparse.

Le serpentiniti sono resistenti all'erosione e formano rupi spoglie e scarsamente vegetate.

Las serpentinitas forman farallones con escasa vegetación.



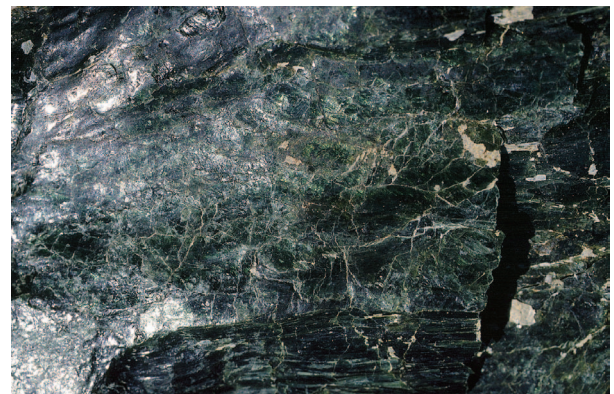
Métabasite, serpentinite

Les métabasites sont répandues dans l'empilement de nappes du „Massif de Münchberg“, dans le „Massif de Gabbro-Amphibolite“ et dans la „Zone d'Erbandorf-Vohenstrauß“ où leur présence fut établie lors d'un forage de plus de 9 km de profondeur. Ces orthogneiss ont pour origine principale des basaltes et en moins grande proportion des gabbros. Ils montrent l'empreinte d'un métamorphisme de moyenne amplitude, et occasionnellement d'un métamorphisme de haute pression. Les serpentinites ou meta-ultrabasites sont limitées aux marges des unités structurales mentionnées ci-dessus. Dans la „Zone Moldanubienne s.str.“, les roches basiques ne sont présentes que de façon secondaire.



Metabasita, serpentinita

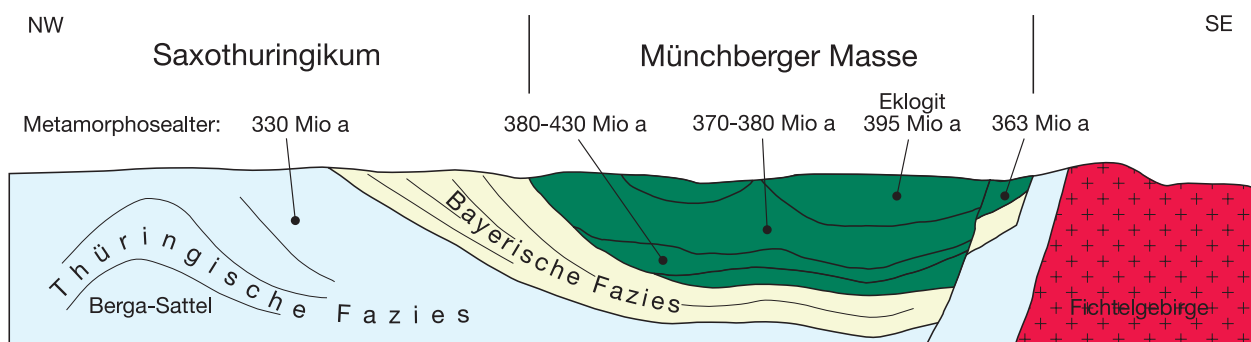
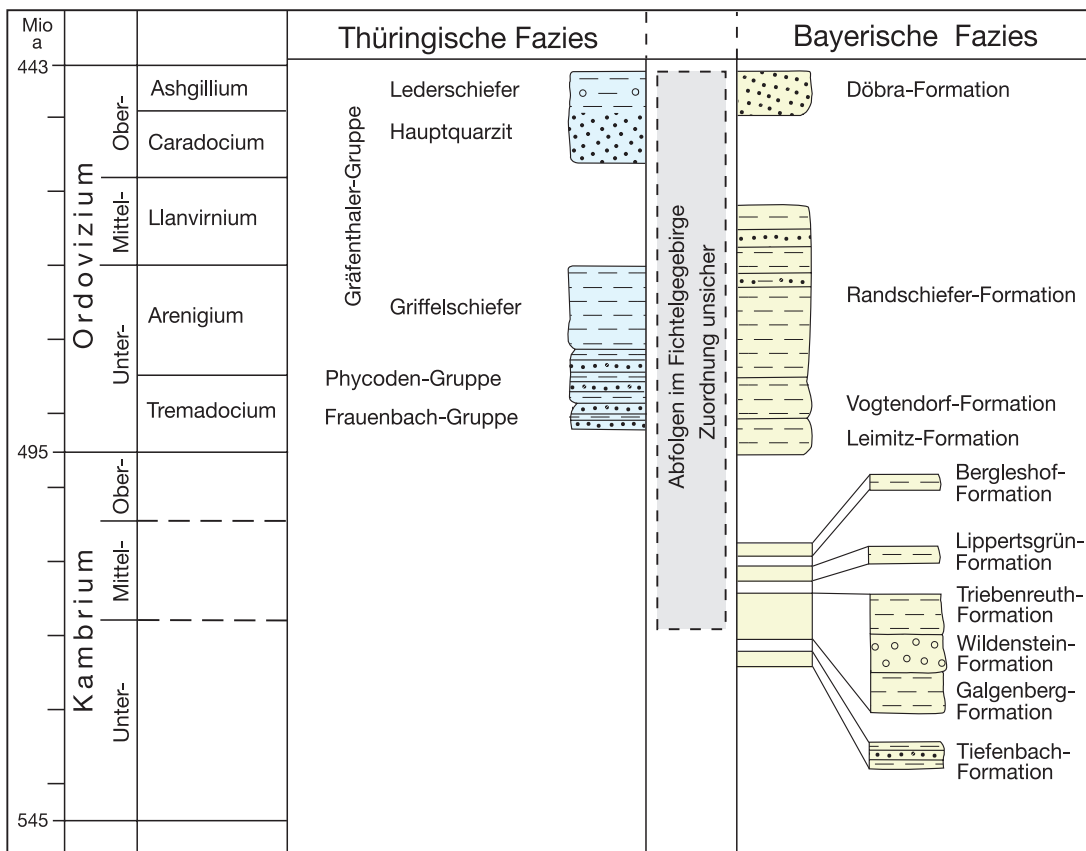
Las metabasitas se encuentran repartidas en el manto de corrimiento del macizo de Münchberg, en el macizo de gabro-anfibolita y en la Zona de Erbandorf-Vohenstrauß; donde su presencia fue detectada mediante perforaciones de más de 9 km profundidad. Estas metabasitas, originadas principalmente de basaltos y en menor grado de gabbros, sufrieron un metamorfismo de presión intermedia, ocasionalmente alta. Las serpentinitas o, mejor dicho, meta-ultrabasitas, se encuentran restringidas hacia los márgenes de las unidades estructurales antes descritas. En el „Moldanúbico“ se presentan sólo intercalaciones menores de rocas básicas.



Kambrium bis Ordovizium

Die kambro-ordovizischen Gesteine des Saxothuringikums sind überwiegend schwach metamorph. Man unterscheidet zwei Faziesbereiche: die parautochthone Thüringische Fazies, deren Gesteinsausbildung („Fazies“) auf eine Entstehung in unmittelbarer Nähe („parautochthon“) hinweist und die allochthone Bayerische Fazies in der Umrandung der Münchberger Masse, deren Gestein aus ortsfremdem Material besteht. Früh- und mittlordovizische, klastische Schelfablagerungen und der oberordovizische, glaziomarine Lederschiefer gehören zur Thüringischen Fazies. Aus deren Phycodenschiefern sind versteinerte Grabgänge von Ringelwürmern als namensgebendes Spurenfossil *Phycodes circinatus* berühmt. Die Bayerische Fazies wurde tektonisch stark verschuppt. In ihre klastischen, teils turbiditischen Sedimente sind Vulkanite eingeschaltet.

rungen und der oberordovizische, glaziomarine Lederschiefer gehören zur Thüringischen Fazies. Aus deren Phycodenschiefern sind versteinerte Grabgänge von Ringelwürmern als namensgebendes Spurenfossil *Phycodes circinatus* berühmt. Die Bayerische Fazies wurde tektonisch stark verschuppt. In ihre klastischen, teils turbiditischen Sedimente sind Vulkanite eingeschaltet.





Schichtung, Schieferung und Klüftung zerlegen Griffelschiefer in längliche Stücke.

Bedding, foliation and cleavage dismantle slate schist in elongated pieces.

Litage, foliation et clivage divisent les schistes ardoisiers en pièces allongées.

La stratificazione, la scistosità e il clivaggio determinano la frattura degli scisti in blocchi allungati.

Estratificación, foliación y clivaje desarticulan las pizarras esquistosas en lájas alargadas.



Cambrian – Ordovician

Cambrian-Ordovician rocks of the Saxothuringian zone are represented by two different facies: The parautochthonous „Thuringian facies“ consists of Early and Middle Ordovician clastic shelf sediments, and the Upper Ordovician glaciomarine „Lederschiefer“ (i.e. leather schist) whose „Phycodenschiefer“ (i.e. phycodes schist) is well known for the fossilized fillings of annelid burrows (*Phycodes circinatum*). The „Bavarian facies“ is tectonically strongly imbricated. Its clastic, partially turbiditic sediments present embeddings of volcanic rocks.



Cambrien – Ordovicien

Dans les roches Cambriennes à Ordoviciennes de la „Zone Saxothuringienne“ en marge du „Massif de Münchberg“, la distinction est faite entre le „Faciès para-autochtone de Thuringe“ et le „Faciès Bavarois“ allochtone. Les sédiments clastiques de marge continentale de l'ordovicien Inférieur et Moyen, et les „Lederschiefer“ (Schistes de cuir) glaciomarin de l'Ordovicien Supérieur appartiennent au „Faciès Thuringien“. Un de ses membres, les „Phycodenschiefer“ (Schistes à Phycodes) sont connus grâce au fossile *Phycodes circinatum*. Le „Faciès Bavarois“ est tectoniquement très écaillé. Dans ses sédiments clastiques, en partie turbidiques, des intercalations de roches volcaniques sont observables.



Cambriano-Ordoviciano

Le rocce cambriano-ordoviciane della zona Saxothuringiana sono rappresentate, da due distinte facies: la facies „Thuringiana“ (parautoctona) e la facies bavarese (alloctona) nel margine del massiccio di Münchberg. La facies Turingiana consiste di sedimenti clastici di piattaforma, di età compresa tra l'Ordoviciano inferiore e medio, e da sedimenti glacio-marini dell'Ordoviciano superiore („Lederschiefer“). All'interno di quest'ultimi è presente il membro degli Scisti a fucoidi („Phycodenschiefer“) che deve il suo nome alla presenza di tracce fossili di *Phycodes circinatum*. Tettonicamente, la facies bavarese è fortemente imbricata ed i suoi sedimenti clastici, in parte costituiti da torbiditi, sono intercalati a rocce vulcaniche.



Cámbrico-Ordovícico

Las rocas del Cámbrico-Ordovícico se han diferenciado, en los márgenes del macizo de Münchberg, entre „facies Turingicas“ para-autóctonas y „facies Bávaras“ alóctonas. Las facies Turingicas se componen de rocas sedimentarias detríticas, depositadas en ambientes de plataforma (shelf) durante el Ordovícico Inferior a Medio y por rocas sedimentarias de origen glaciomarino del Ordovícico Superior denominadas „Lederschiefer“ (esquistos de cuero). Un miembro de esta formación es el „Phycodenschiefer“ (esquisto de phycode), que otorga el nombre al fósil traza *Phycodes circinatum*. Tectónicamente, las „facies Bávaras“ están fuertemente imbricadas. Entre sus rocas sedimentarias clásticas, algunas de las cuales son de origen turbidítico, se encuentran algunas intercalaciones de rocas volcánicas.

Der Trilobit *Parasolenopleura* sp. aus dem Mittelkambrium ist ein seltener Fund.

The trilobite *Parasolenopleura* sp. from the Middle Cambrian is a rare find.

Le trilobite *Parasolenopleura* sp. du Cambrien Moyen est une rare trouvaille.

Il trilobite *Parasolenopleura* sp. del Cambriano medio si trova di rado.

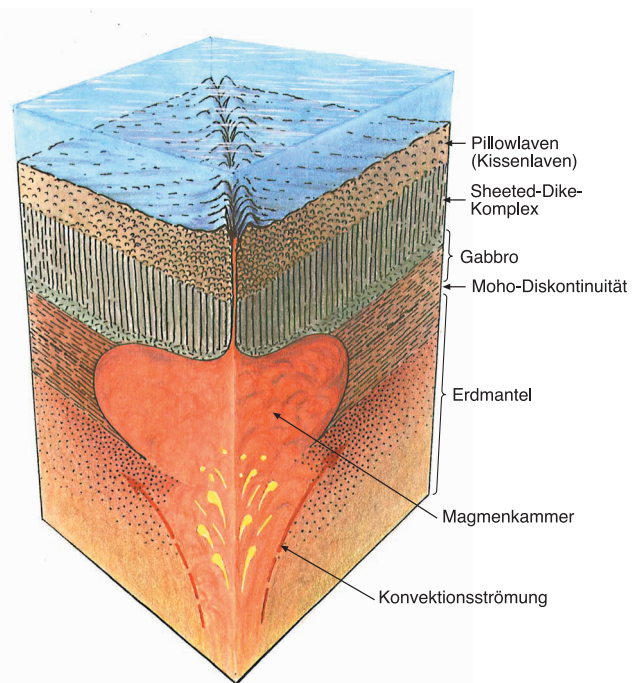
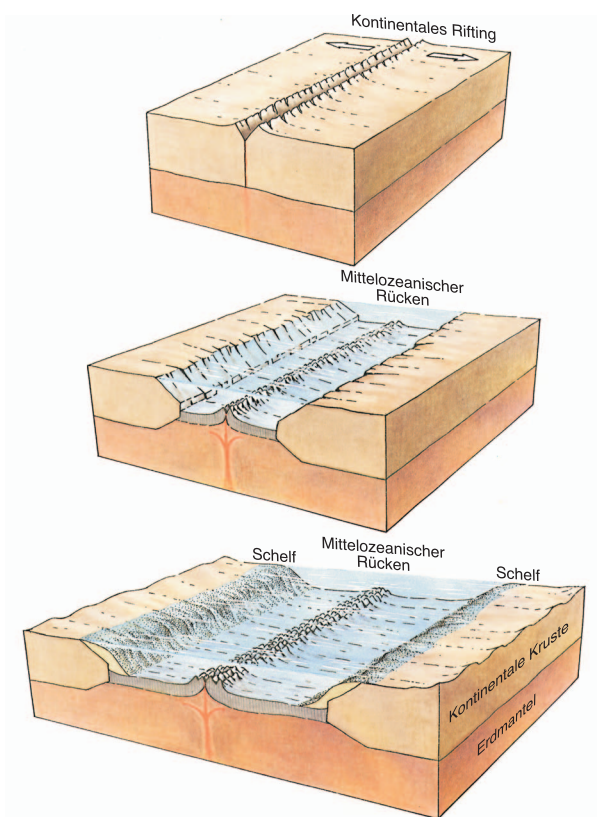
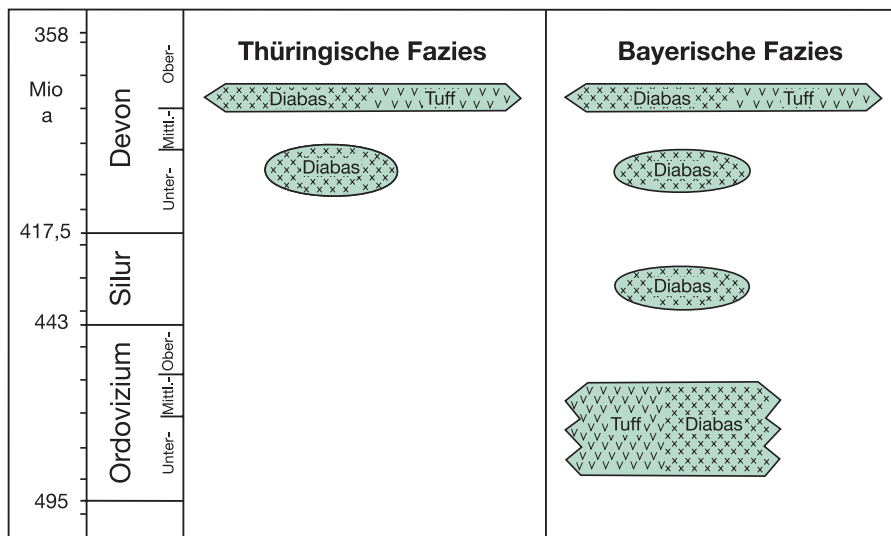
El trilobite *Parasolenopleura* sp. del Cámbrico Medio es un hallazgo excepcional.



Basischer Vulkanit („Diabas“)

Den Gesteinsnamen „Diabas“ verwendet man in Bayern für schwach überprägte Basalte des Erdalters. Ihre Variationsbreite reicht von fein- bis mittelkörnigen Diabasen und Diabas-Mandelsteinen bis zu Tuffen und Brekzien. Beim Zerbrechen des Nordrandes des Gondwana-Kontinents („Rifting“) im Früh- bis Mittelpaläozoikum entstand zwischen den auseinanderdriftenden Erdkrusten-

platten durch regen Vulkanismus neuer Ozeanboden. Von dieser meist untermeerischen vulkanischen Tätigkeit zeugen heute vor allem im Frankenwald Pyroklastika und Lavaströme, oft in Form charakteristischer Pillowlaven. Diabas baut man in weitläufigen Steinbrüchen ab und verwendet ihn vorwiegend als Schotter.





Basic volcanic rocks („Diabase“)

In Germany, the term „diabase“ is used for weakly superimposed basalts of Paleozoic age. Their Bavarian representatives are fine to medium-grained basic volcanic rocks, sometimes amygdaloidal, as well as volcanic tuff and breccia. During the Early to Middle Paleozoic rifting processes at the northern rim of the Gondwanan continent strong volcanic activity created new ocean floor between the plates drifting apart. The mainly submarine volcanism generated pyroclastics and lava flows often displaying pillow structures. Basic volcanic rocks are being quarried e.g. for the use as gravel.



Vulcanite basica („Diabase“)

In Germania con il termine „diabase“ si intende un basalto di età paleozoica, debolmente alterato. Questi basalti includono rocce vulcaniche di grana da fine a media, con tessitura amigdaloidale, come il tufo vulcanico e la breccia. Durante il Paleozoico inferiore e medio, il processo di apertura (rifting) del margine settentrionale di Gondwana fu associato ad un'intensa attività vulcanica che determinò la messa in posto di nuova crosta oceanica tra le placche in separazione. All'attività vulcanica sottomarina si deve la formazione di piroclastiti e colate laviche, spesso caratterizzate dalle tipiche strutture a pillow. Le rocce basaltiche sono sfruttate per l'estrazione di ghiaie.

Pillowstrukturen im Diabas weisen auf eine Entstehung unter Wasser hin.

Pillow structures in basic volcanic rocks hint at submarine origin.

Des structures en cousins dans des roches volcaniques basiques sont les témoins d'une origine marine.

Le lave a pillow (struttura a cuscini) testimoniano la deposizione della lava sott'acqua.

Las estructuras en almohadilla en rocas volcánicas básicas indican un origen submarino.

In Diabasen können Pillowstrukturen auftreten.

In basic volcanic rocks pillow structures can occur.

Des structures en cousins peuvent apparaître dans les diabases.

Le rocce basaltiche presentano talvolta una tipica struttura a cuscini (pillow lava).

En diabasas se pueden presentar estructuras en almohadilla.



Vulcanite basique („diabase“)

En Allemagne, le terme de „Diabase“ est utilisé pour des basaltes d'âge paléozoïque faiblement altérés. Des roches volcaniques basiques à grains fins à intermédiaires, quelques fois amygdaloïdales, ainsi que des tuffs et des brèches volcaniques en font partie. Durant le processus de rifting du Paléozoïque Inférieur à Moyen en marge septentrionale du Gondwana, une forte activité volcanique créa une nouvelle croûte océanique entre les deux plaques en train de se séparer. Le volcanisme, principalement sous-marin, produisit des pyroclastites et des épanchements de lave, souvent sous forme caractéristique de Pillow-lava. Les diabases sont exploités en carrières pour servir de gravier.



Roca volcánica básica („Diabas“)

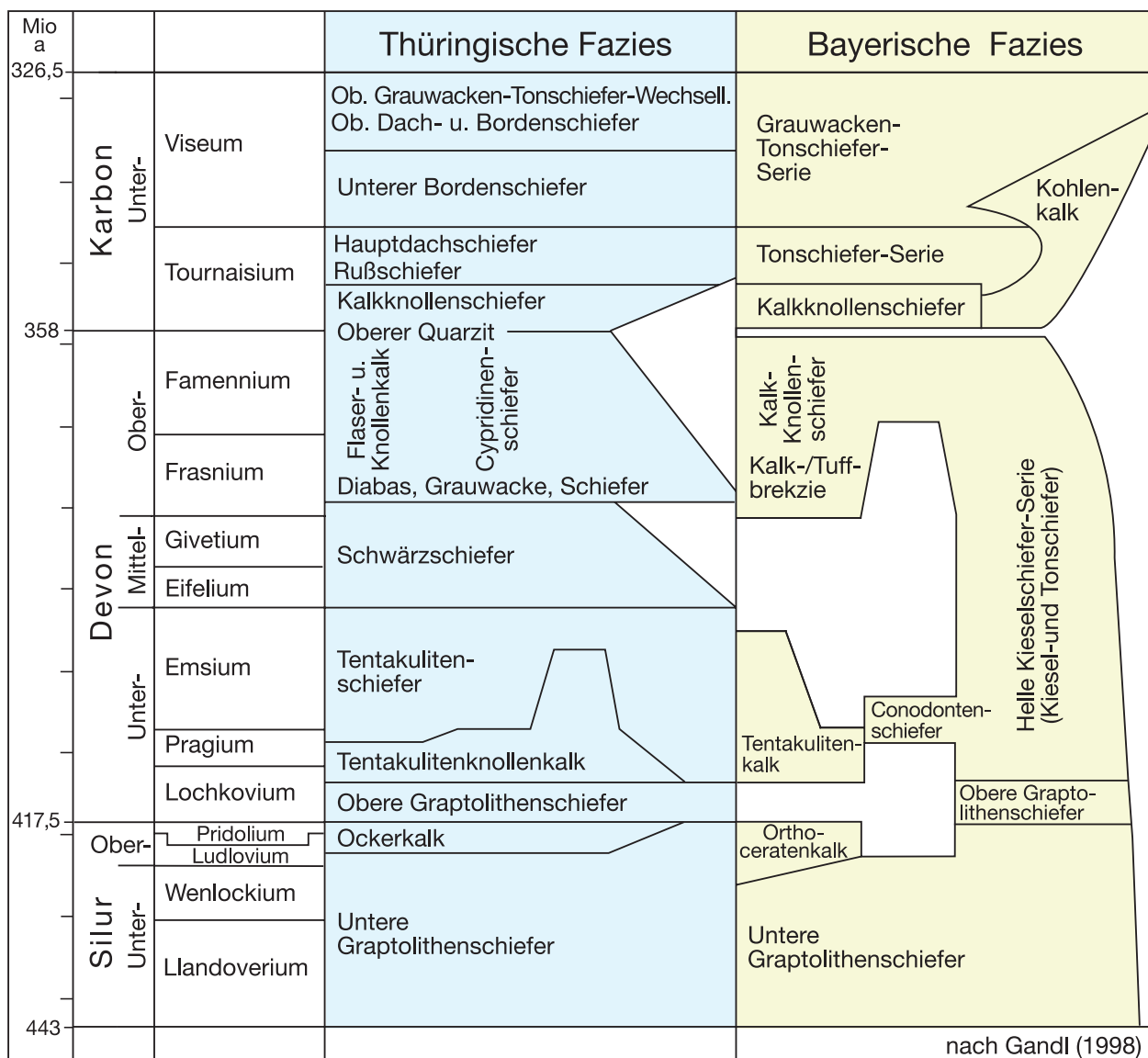
El término „Diabasa“ es utilizado en Baviera para denominar unos basaltes del Paleozoico que se encuentran débilmente alterados. Estos basaltes incluyen rocas volcánicas de grano fino a medio, con textura amigdaloidal, tobas y brechas. Durante el Paleozoico Inferior a Medio una importante actividad volcánica, asociada a procesos de apertura (rifting) en el margen norte del Gondwana, originó suelo oceánico entre las placas que se separaban. El volcanismo, mayormente submarino, generó flujos piroclásticos y lavas, usualmente con estructuras de almohadilla (pillow lava). Los basaltes se han explotado, por ejemplo como fuente de materiales para la fabricación de gravas.



Silur, Devon, Unterkarbon

Vom Silur bis zum Unterkarbon entwickelten sich in der Bayerischen und der Thüringischen Fazies zunehmend ähnliche Gesteinsfolgen mit lithologischen Übergängen. Prägende Gesteine der Region sind verschiedene Schiefer, insbesondere der Hauptdachschiefer des Unterkarbons, der für Dacheindeckungen und Wandverkleidungen ge-

wonnen wurde. Neben tonigen und sandigen Sedimenten findet man in den Abfolgen auch Kalksteine, verfestigte Trümmergesteine (Breccien) und Schotter (Konglomerate) sowie Vulkanite; sie weisen auf eine starke Differenzierung des Ablagerungsraumes hin. Das Unterkarbon ist charakterisiert durch Abfolgen von Flysch-Gesteinen.





Silurian, Devonian, Lower Carboniferous

Between Silurian and Lower Carboniferous, increasingly similar rock sequences and lithological transitions emerged in the „Thuringian“ as well as in the „Bavarian“ facies. Besides clayey and sandy sediments the sequences contain limestones, breccia, conglomerates and volcanic rocks, indicating a strong differentiation of the depositional basin. The Lower Carboniferous is marked by Flysch sequences. Characteristic regional rocks are various schist types, especially the „Hauptdachschiefer“ (i.e. principal roof slate), which has been quarried for roofing purposes and wall panelling.



Siluriano, Devoniano, Carbonifero inferiore

Tra il Siluriano ed il Carbonifero inferiore si svilupparono, sia nella facies thuringiana che in quella bavarese, delle successioni di rocce e delle associazioni di facies progressivamente sempre più simili. Le successioni comprendono accanto ai sedimenti argillosi e sabbiosi anche rocce calcaree, brecce, conglomerati e rocce vulcaniche che indicano una forte differenziazione del bacino deposizionale. Il Carbonifero inferiore è caratterizzato dalla sequenza dei „Flysch“. Le rocce regionali caratteristiche sono rappresentate da vari tipi di scisti. In particolare, lo „Hauptdachschiefer“ del Carbonifero inferiore, è utilizzato per la realizzazione di tegole o per il rivestimento delle pareti.

Graptolithen der Gattung *Demirastrites* stammen aus dem Mittleren Ordovizium.

Graptolites of the genus *Demirastrites* derive from the Middle Ordovician.

Les graptolithes du genre *Demirastrites* proviennent de l'Ordovicien Moyen.

Le graptoliti del genere *Demirastrites* appartengono all'Ordoviciano medio.

Los graptolites del género *Demirastrites* se desarrollaron en el Ordovícico Medio.

Dachschiefer ist noch in zahlreichen früheren Steinbrüchen aufgeschlossen.

There are still outcrops of roof schist in numerous former quarries.

Les schistes ardoisiers affleurent encore dans de nombreuses anciennes carrières.

Gli scisti „Dachschiefer“ affiorano in numerose cave antiche.

Dachschiefer (esquistos de techo) afloran en numerosas canteras antiguas.



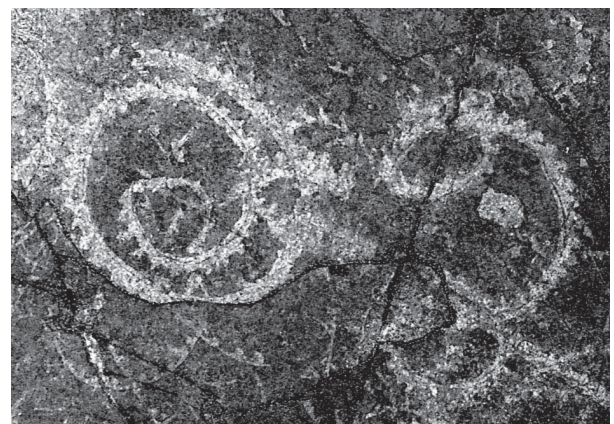
Silurien, Dévonien, Carbonifère inférieur

Pendant la période du Silurien au Carbonifère Inférieur, se développent à l'intérieur du Faciès Bava-rois et Thuringien des séquences et des transitions lithographiques de plus en plus semblables. Dans les séquences, se trouvent aussi à côté de sédiments argileux et sableux, des calcaires, brèches, conglomerats et vulcanites, qui indiquent une forte différenciation des zones de dépôts. Les séquences de Flyschs caractérisent le Carbonifère Inférieur. Les schistes sont des roches marquantes de la région, particulièrement les „Hauptdachschiefer“ du Carbonifère Inférieur, qui furent exploitées pour la couverture des toits et l'habillage des façades.



Silúrico, Devónico, Carbonífero Inferior

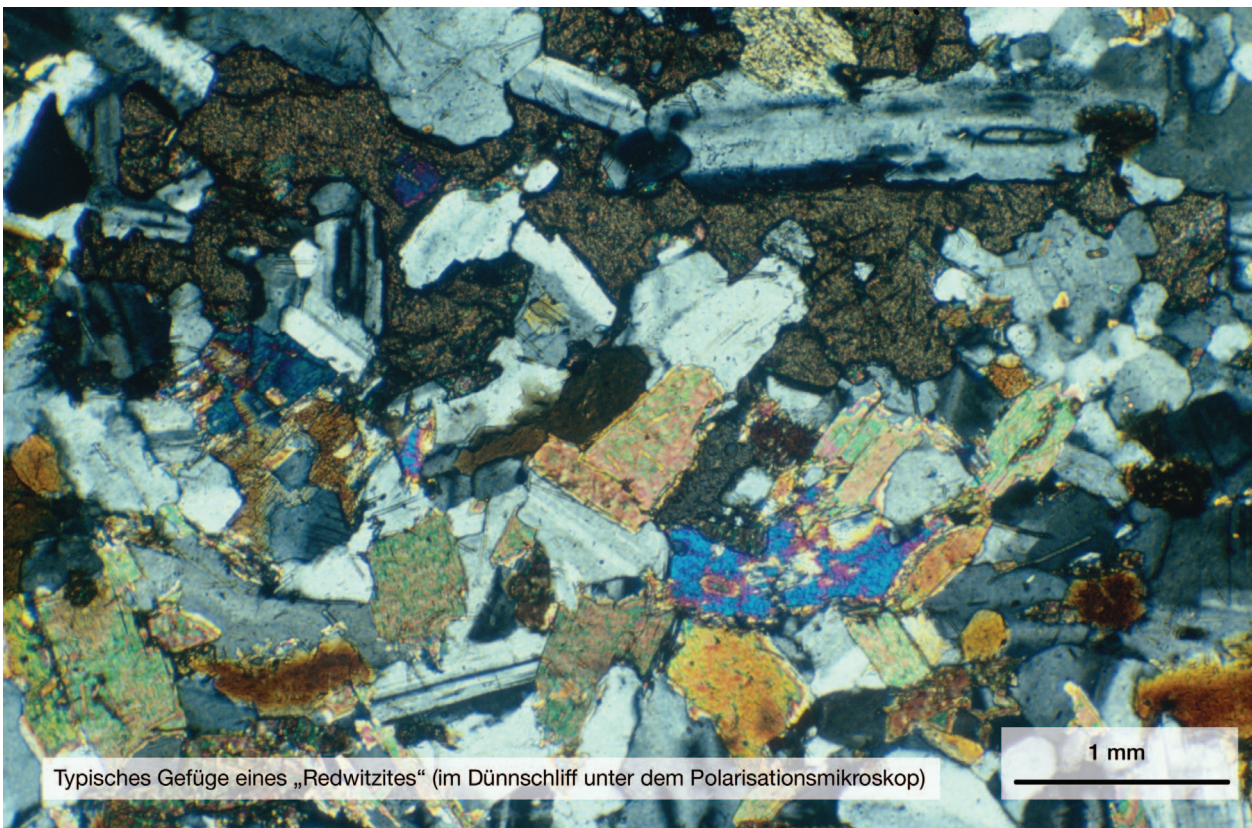
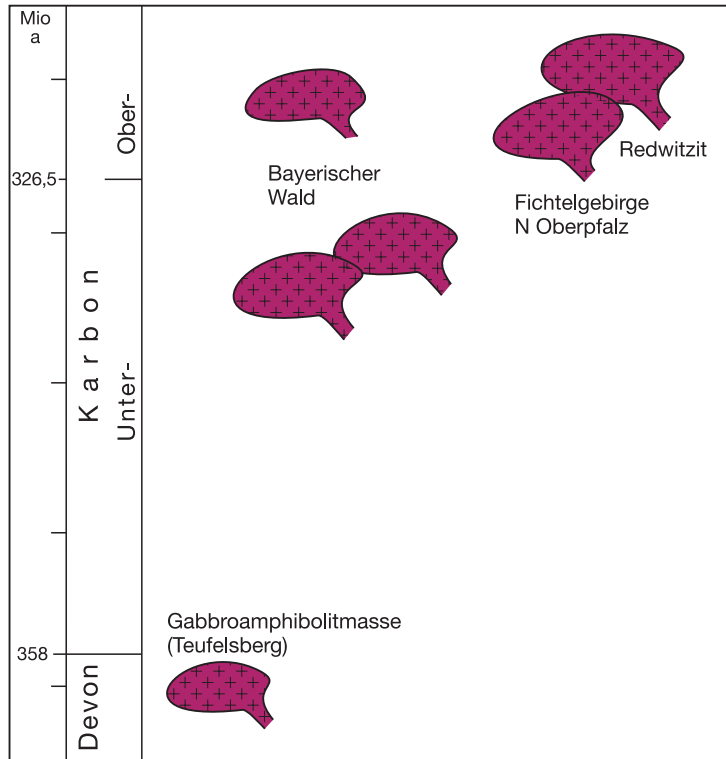
Entre el Silúrico y el Carbonífero Inferior se desarrollaron, tanto en las facies Bávaras como en las facies Turíngicas, secuencias similares de rocas y transiciones litológicas. En la secuencia litológica se distinguen, además de arcillitas y areniscas, rocas carbonáticas, brechas, conglomerados y volcanitas, cuyo conjunto es indicativo de una fuerte diferenciación de las cuencas sedimentarias. El Carbonífero Inferior se caracteriza por secuencias de tipo flysch. A nivel regional son característicos los diferentes tipos de esquistos, especialmente el „Hauptdachschiefer“ (esquisto de techo principal) del Carbonífero Inferior, el cual ha sido explotado y utilizado para la construcción de techos y el revestimiento de muros.





Granodiorit, Diorit

Im Zuge der variscischen Gebirgsbildung drangen im Kristallinen Vorpessart und in Ostbayern außer Granit auch Magmen von granodioritischer und dioritischer Zusammensetzung in die vorhandenen Gesteinsserien ein und erstarrten zu Intrusivgesteinen. Auffällig ist, dass die Diorite überwiegend ein höheres Alter als die Granite aufweisen. In der nördlichen Oberpfalz und im Fichtelgebirge werden Granodiorite und Diorite historisch bedingt als „Redwitzite“ bezeichnet. Diese Gesteine, für die ein vernetztes, sperriges Biotitgefüge typisch ist, wurden früher als Naturwerksteine abgebaut. Eine weitere Besonderheit der verschiedenen Intrusivgesteine stellen die Titanitfleckendiorite des Fürstensteiner Massivs („Englburgite“) nördlich von Passau dar.





Redwitzit bildet Wollsack-artige Verwitterungsformen.

Some granites (e.g. „Redwitzit“) form woolsack-like weathering structures.

Les granites comme la Redwitzit forment des structures d'érosion en boule.

I graniti del Redwitzite presentano forme di alterazione meteorica dette a sacco di lana („Wollsack-Verwitterung“).

Algunos granitos del tipo „Redwitzit“ presentan estructuras de intemperismo en forma de saco de lana.



Granodiorites, diorites

During the Variscan orogeny in the crystalline Spessart and in East-Bavaria, apart from granites also granodiorites and diorites intruded into the metamorphic rock sequences. The diorites are predominantly older than the granites. In the northern Oberpfalz and in the Fichtelgebirge, granodiorites and diorites are termed „Redwitzite“ due to historical reasons. They display a characteristically reticulated, bulky biotite structure. Redwitzites were quarried for the use as natural freestones. Another special feature is the „Titanitfleckendiorit“ (i.e. speckled titanite diorite) from the Fürstenstein massif north of Passau („Englburgite“).



Granodiorites, diorites

Outre les granites, des granodiorites et des diorites intrudèrent les séquences métamorphiques dans le Spessart cristallin et l'est de la Bavière pendant l'orogénèse varisque. Les diorites sont en général plus âgées que les granites. Dans l'Oberpfalz nord et le Fichtelgebirge, les granodiorites et diorites prennent le nom de „Redwitzite“ pour des raisons historiques. Elles montrent une structure volumineuse de biotite typiquement réticulée. La redwitzite était exploitée et utilisée comme pierre naturelle. La „Titanitfleckendiorit“ (Diorite à taches de Titanite) du Massif de Fürstenstein au nord de Passau („Englburgite“) est une autre particularité.



Granodiorite, diorite

Durante l'orogènesi Varisica nel basamento cristallino dello Spessart e in quello della Baviera ovest le sequenze metamorfiche furono interessate dall'intrusione di graniti, granodioriti e dioriti. Le dioriti sono generalmente più antiche dei graniti. Nella „Oberpfalz“ settentrionale e nel „Fichtelgebirge“ le granodioriti e le dioriti sono tradizionalmente chiamate „Redwitzite“ per la caratteristica struttura reticolata con grandi cristalli di biotite. Le granodioriti del „Redwitzite“ sono utilizzate come pietra decorativa. Altra roccia caratteristica è il „Titanitfleckendiorit“ (diorite con cristalli di titanite) del Massiccio di „Fürstensteiner“ situato a nord di Passau („Englburgite“).



Granodiorita, diorita

Durante la orogénesis Variscica, en el cristalino de Spessart y en el este de Baviera, no sólo intruyeron granitos en las secuencias metamórficas, sino también granodioritas y dioritas. Las dioritas son predominantemente más antiguas que los granitos. En el norte del Oberpfalz y en el Fichtelgebirge, tanto las granodioritas como las dioritas, han sido tradicionalmente denominadas „Redwitzita“, debido a la típica textura reticulada que presentan los grandes cristales de biotita. En el pasado la „Redwitzita“ fue extraída como material de construcción. Otra particularidad son las „Titanitfleckendiorite“ (dioritas con manchas de titanita) del sector del macizo de Fürstenstein al norte de Passau („Englburgite“).

Von vielen Redwitzitblöcken platzen schalige Krusten ab.

Shelly crusts crack off from many Redwitzit blocks.

Des „squames“ de croûtes se détachent de nombreux blocs de Redwitzit.

Molti blocchi di granito Redwitzit si sfaldano secondo caratteristiche croste.

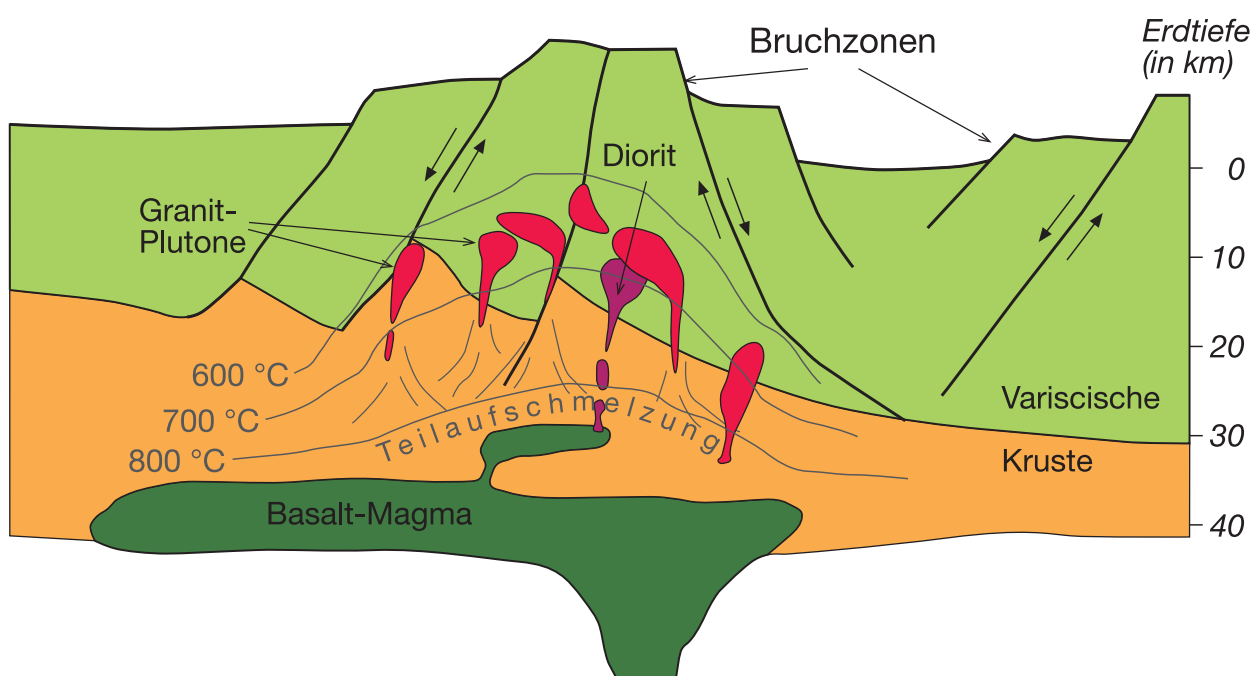
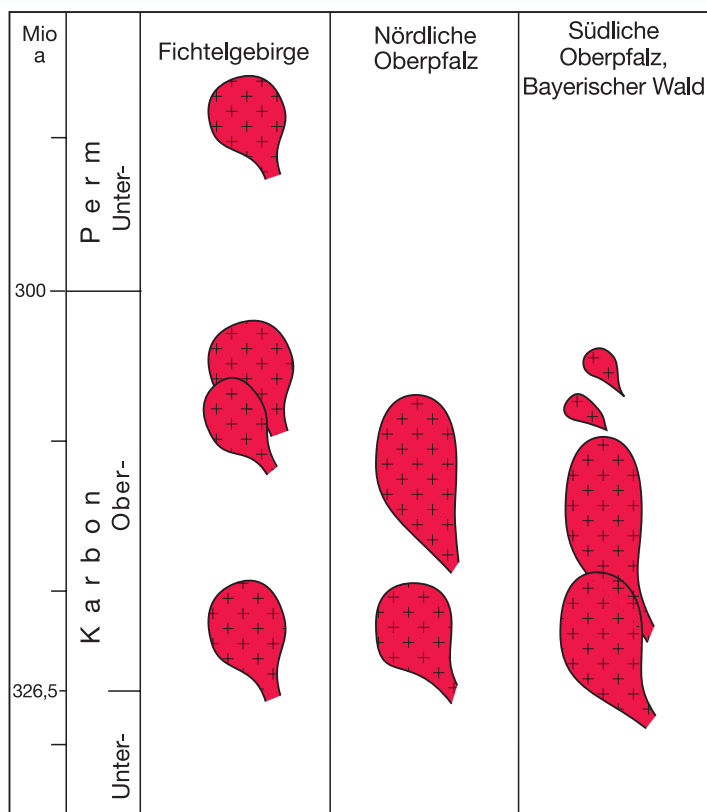
Muchos bloques de Redwitzit se fragmentan en forma de cáscara.





Granit

Variscische Granite nehmen heute große Gebiete des ostbayerischen Grundgebirges ein. Sie sind meist durch Aufschmelzung von ehemaligen Sedimentgesteinen in der Erdkruste entstanden. Hauptsächlich zur Zeit des Oberkarbons vor 325 bis 310 Mio. Jahren drangen die Magmen in überlagernde Gesteine ein und bildeten ausgedehnte Granitplutone. Ihre markanten wollsackartigen Verwitterungsbildungen sowie Felstürme und Gipfelklippen sind typisch für das Fichtelgebirge sowie den Bayerischen und Oberpfälzer Wald. Granit ist ein bedeutender Rohstoff für die Natursteinindustrie.





Granites

Today Variscan granites occupy extensive areas of the basement in East-Bavaria. They were generated mostly by the melting of former sediments within the earth's crust. The molten rocks intruded into the overlying rock sequences mainly 325 to 310 Million years B. P. and now constitute widespread granite plutons. Their prominent woolsack-like weathering as well as pinnacles and bluffs are typical of the Fichtelgebirge, the Oberpfälzer Wald and the Bavarian Forest. Granite is an important raw material for the freestone industry.



Granito

Attualmente i graniti varisici coprono un'estesa area del basamento bavarese orientale. I graniti furono, per lo più, originati dalla fusione di sedimenti della crosta continentale. Tra 325 a 310 milioni di anni fa, la roccia fusa si intruse nelle rocce sovrastanti e oggi costituisce un esteso plutone cristallino. Le forme tipiche di erosione sono quelle vistose a sacco di lana („Woll-sack“), a pinnacoli e scarpate che si rinvengono nel „Fichtelgebirge“, nella Selva Bavarese e nella Selva di „Oberpfalz“. Il granito è una materia prima di grande importanza per l'industria delle pietre naturali.

Schalige Absonderung zeichnet die Abkühlungsfronten im Granit nach.

Shelly separation follows the cooling front in the granite.

Des séparations en forme d'écaillés montrent les fronts de refroidissement du granit.

La fratturazione in croste mostra la superficie di raffreddamento dei graniti.

El descascarillamiento de la superficie del granito indica sus frentes de enfriamiento.

Granit-Felstürme entstanden durch Verwitterung im Tertiär und Abtragung im Quartär.

Granite bluffs originated by Tertiary weathering and Quaternary erosion.

L'altération du Tertiaire et l'érosion au Quaternaire sont à l'origine des pics de granite.

I pinnacoli di granito si sono formati per l'alterazione meteorica che ha agito durante il Terziario e per la successiva erosione avvenuta nel Quaternario.

Los farallones escarpados en granitos se originaron por intemperismo durante el Terciario y erosión en el Cuaternario.



Granite

Aujourd'hui les granites varisques occupent une grande partie du socle est-bavarois. Ils ont été, pour la plupart, formé par la fusion dans la croûte terrestre d'anciens sédiments. La roche en fusion fit intrusion dans les séquences des roches supérieures principalement entre 325 et 310 Millions d'années avant nos jours et constitue maintenant des plutons granitiques étendus. Leur altération typique en boules, aussi bien que les pinnacles ou les abrupts, sont typiques du Fichtelgebirge ainsi que du Bayerischer Wald et l'Oberpfälzer Wald. Le granite est une importante matière première pour l'industrie de la pierre.



Granito

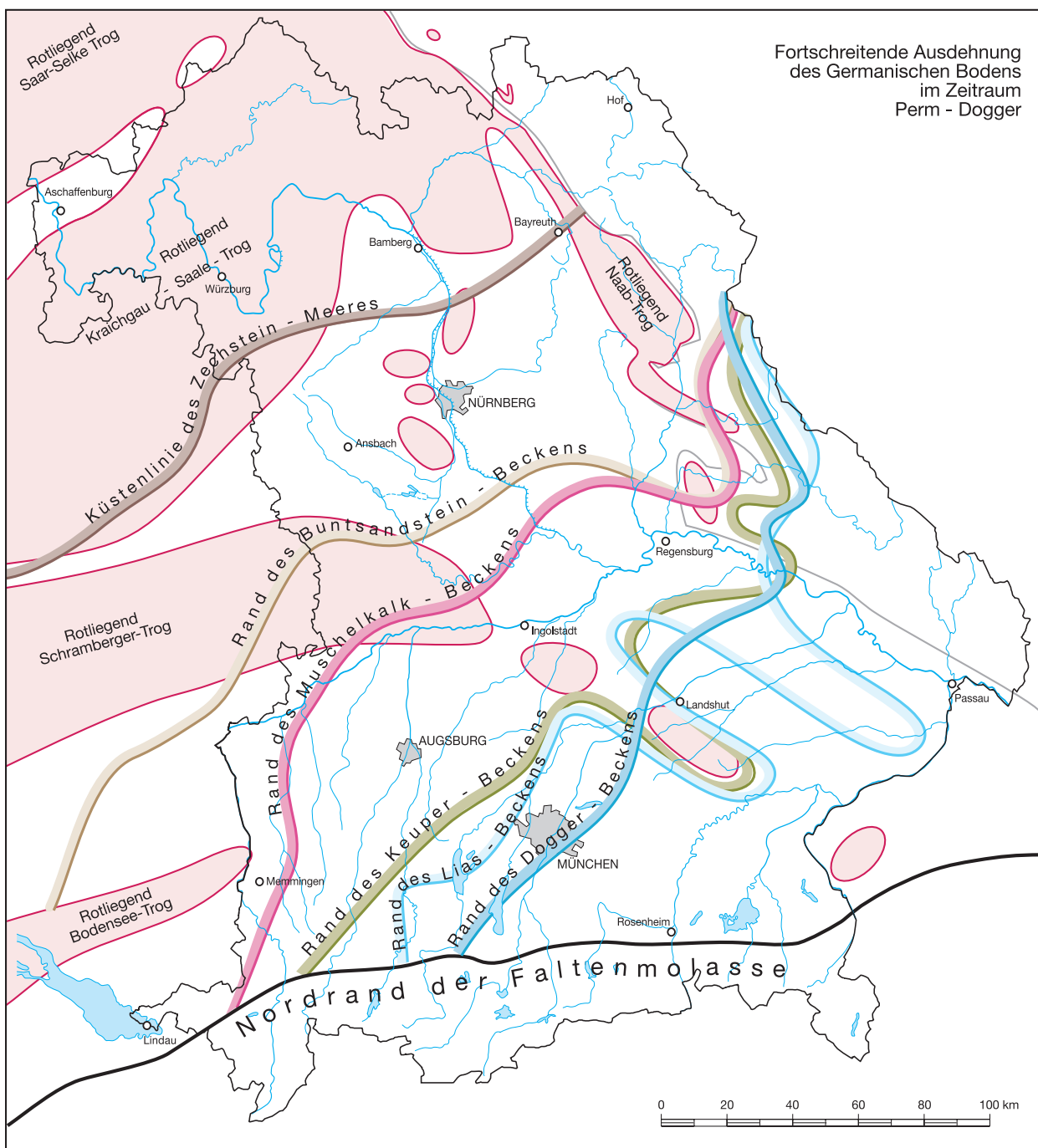
Actualmente el granito variscico es la roca predominante en una extensa área del basamento de la Baviera oriental. En su mayoría, este intrusivo se generó de la fusión de sedimentos en la corteza terrestre. Estas rocas fundidas intruyeron principalmente, entre 325 y 310 millones de años atrás, en las secuencias sobreyacientes y hoy constituyen uno de los plutones de mayor amplitud de la zona. Las típicas estructuras de meteorización del granito en forma de sacos apilados de lana, así como los farallones y cumbres escarpadas son características del Fichtelgebirge, de la Selva Bávara y del Oberpfälzer Wald. El granito representa una importante fuente de materiales para la industria de construcción.

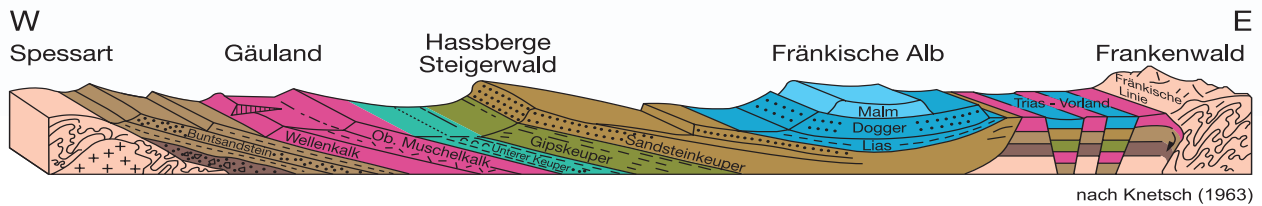


Schichtstufenland

Zwischen Spessart und Donau prägen mesozoische Sedimentgesteine die Landschaft. Zur Zeit von Trias und Jura entstanden großflächig Ablagerungen im kontinentalen bis flachmarinen „Germanischen Becken“, das im Osten vom „Böhmisches Land“ und im Süden bis in mitteljurassische Zeit vom „Vindelizischen Land“ begrenzt war. In Perm, Kreide und Tertiär wurden dagegen nur bereichsweise Sedimente abgelagert. Der

Nordschub der entstehenden Alpen ist Ursache dafür, dass das gesamte Schichtpaket um einige Grad verkippt wurde. Deshalb findet man die ältesten Gesteine im Nordwesten, die jüngeren im Süden und Osten. Verwitterung und Abtragung haben im Verlauf von Jahrmillionen die typische Schichtstufenlandschaft geformt.





Cuesta Region

Between Spessart and the Danube river the landscape is characterized by Mesozoic sedimentary rocks. During the Jurassic and Triassic periods, sediments were deposited within the continental to shallow-marine German Basin, which bordered the „Bohemian land“ to the east and the „Vindelician land“ to the south. In Permian, Cretaceous and Tertiary times, sediments accumulated only regionally. Due to the north drift of the Alps the stratigraphic sequences were tilted a few degrees: thus, the oldest rocks outcrop in the northwest, the younger ones in the south and east. Weathering and erosion created the typical cuesta appearance.



Région des cuestas

Entre le Spessart et le Danube, le paysage est caractérisé par les roches sédimentaires du Mésozoïque. Durant le Jurassique et le Trias se déposent des sédiments dans le „Bassin Germanique“ en milieu continental à marin peu profond, limité à l'est par la „Province de Bohème“ et au sud jusqu'au Jurassique Moyen par la „Province Vindelicienne“. Par contre pendant le Permien, le Crétacé et le Tertiaire les sédiments ne s'accumulèrent que localement. A cause de la poussée des Alpes vers le nord la séquence stratigraphique s'inclina de quelques degrés faisant affleurer les roches plus vieilles au nord-ouest et les plus jeunes au sud et à l'est. L'altération et l'érosion donnèrent leur apparence caractéristique aux cuestas.



Regione a cuestas

Tra lo „Spessart“ e il Danubio il paesaggio è caratterizzato da rocce sedimentarie mesozoiche. Durante il Giurassico e il Triassico la deposizione dei sedimenti ebbe luogo all'interno del Bacino Germanico, in ambienti deposizionali diversi da continentali a marino-marginali. Il bacino germanico era limitato ad est dalla provincia „Boema“ e a sud (fino al Giurassico medio) dalla provincia „Vindeliciana“. Durante il Permiano, il Cretaceo ed il Terziario i sedimenti si depositarono solo su aree di estensione limitata. A causa del movimento in direzione nord delle Alpi la sequenza stratigrafica fu „tiltata“ di pochi gradi: per questa ragione le rocce più antiche affiorano nella porzione nord-occidentale mentre quelle più giovani si trovano a sud e ad est. Ai processi di alterazione ed erosione si deve il tipico aspetto a cuestas.



Región de cuestas

El paisaje del área entre el Spessart y el Danubio se caracteriza por rocas sedimentarias mesozoicas. Durante el Triásico y Jurásico se depositaron en la denominada „Cuenca Germana“, sedimentos en un ámbito continental a marino somero. Esta cuenca estuvo limitada al este por la „Tierra emergida de Bohemia“ y al sur por la „Tierra Vindelílica“. Al contrario durante el Pérmico, Cretácico y Terciario se acumularon sedimentos, sólo regionalmente. Debido al empuje de los Alpes en dirección norte, las secuencias estratigráficas fueron basculadas, sólo en unos pocos grados; por ello los afloramientos más antiguos se encuentran en el noroeste y los más jóvenes en el sur y en el este. Intemperismo y erosión han provocado la típica apariencia de cuestas o lomas.

Schichtstufe am Rand der Fränkischen Alb.

Cuesta at the margin of the Franconian Alb.

Cuesta au bord de l'Alb Franconian.

Cuesta marginale dell'Alb Franconiane.

Cuesta al borde de la Fränkische Alb.

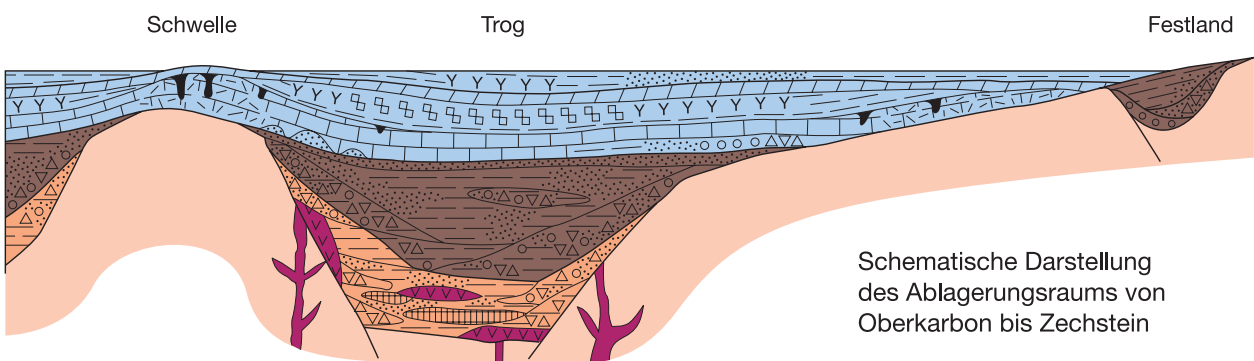
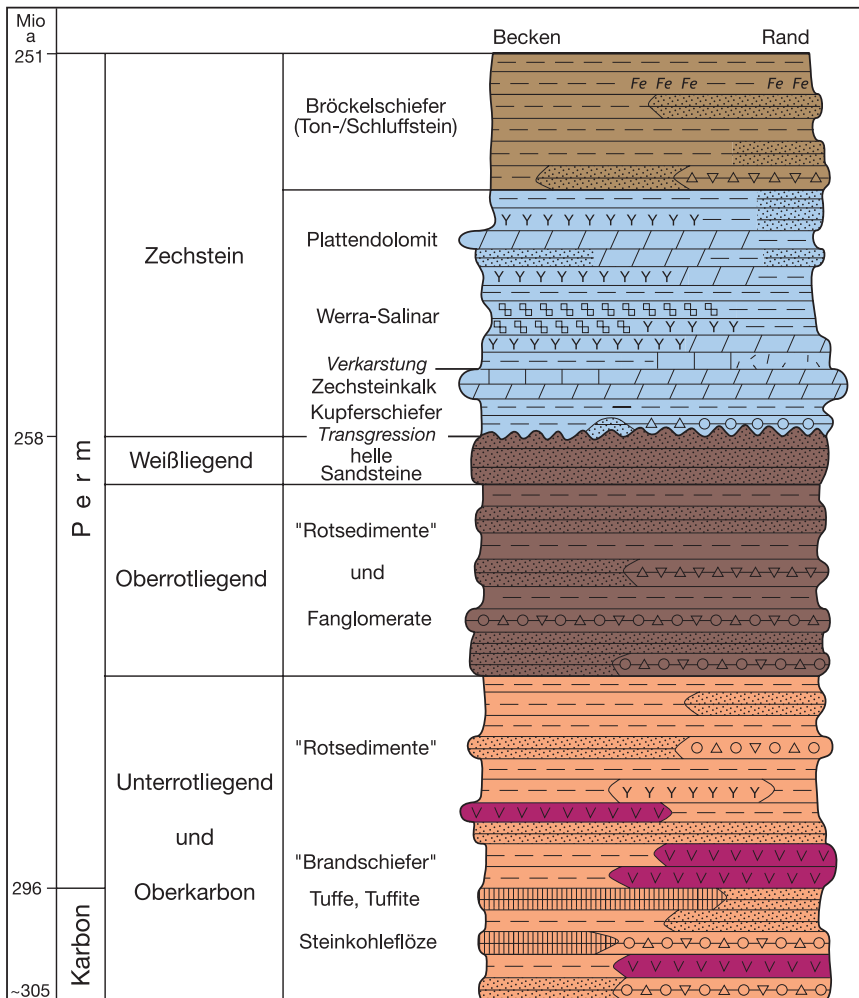


Oberkarbon bis Perm

Die Abtragung des Variscischen Gebirges begann im Oberkarbon und war zum Ende des Rotliegend fast abgeschlossen. Nach einer kurzen Phase mit saurem Vulkanismus mit Bildung von Quarzporphyr wurden unter ariden Klimabedingungen

Hochgebiete bis auf wenige Schwellenbereiche eingeebnet und große Senken mit rot verwittertem Abtragungsschutt gefüllt. Im Zechstein drang von Norden Meerwasser in das neu entstandene „Germanische Becken“ vor. Es bildeten sich Do-

lomit-, Kalk- und Tonsteine, in abgeschnürten Meeresbereichen durch Eindampfung auch Evaporite wie Gips und Steinsalz. Die Vindelizische Schwelle im Süden blieb weiterhin Festland.



Schematische Darstellung des Ablagerungsraums von Oberkarbon bis Zechstein



Upper Carboniferous - Permian

The degradation of the Variscan orogen began in the Upper Carboniferous and was almost completed by the end of the Rotliegend. After a short period of acidic volcanism (quartz porphyry) large depressions were filled with reddish weathered degradation debris in an arid climate. Apart from a few ridge regions the highlands were levelled. During Zechstein times, sea-water from the north infiltrated the newly formed German Basin. Here dolomites, lime- and mudstones, and in some isolated areas also evaporites (gypsum, rock salt) were deposited. The Vindelician barrier in the South remained emerged land.

Carbonifero superiore - Permiano

Lo smantellamento del basamento varisco inizia nel Carbonifero superiore e si completa, quasi del tutto, alla fine del „Rotliegend“. Dopo un breve periodo di vulcanismo acido (porfidi quarziferi), le grandi depressioni furono colmate da detrito rosso formatosi per alterazione in condizioni di clima arido. Ad esclusione di alcune aree rilevate le alture furono tutte peneplanate. Nel Zechstein il mare si infiltrò da nord portando alla formazione del nuovo bacino germanico (Germanisches Becken). Si formarono così rocce dolomitiche, calcaree e argillose e, in alcune aree isolate, si depositarono anche le evaporiti (gesso, salgemma). La soglia vindeliciana (Vindelische Schwelle) rimase emersa a sud.

Rotliegend-Sandstein fällt durch seine intensive Färbung auf.

Sandstone of the Rotliegend stands out because of its intense coloring.

Les grès du Rotliegend frappent par leur coloration intense.

Le arenarie del Rotliegend emergono chiaramente nel panorama circostante a causa del loro intenso colore.

Las areniscas del Rotliegend atraen la atención por sus intensos colores.

Der selten aufgeschlossene Zechstein-Dolomit bildet lokal die Basis des Deckgebirges.

Rare outcrops of Zechstein dolomites constitute locally the base of the supracrustal.

De rares affleurements de Dolomite du Zechstein construisent localement la base du recouvrement.

I rari affioramenti delle dolomiti dello Zechstein costituiscono, localmente, la base della copertura sedimentaria.

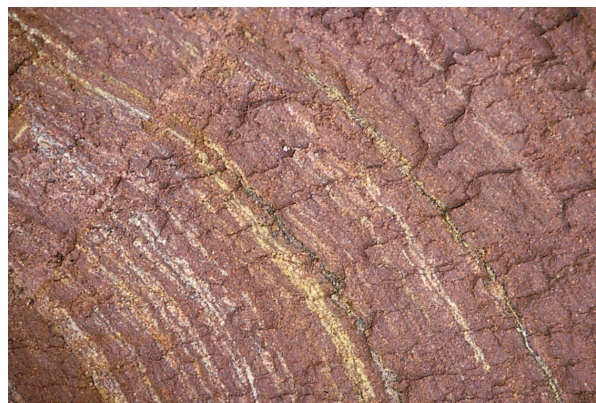
Los escasos afloramientos de dolomitas Zechstein forman, localmente, la base de la formación supracortical.

Carbonifère supérieur – Permien

Le démembrement de la chaîne varique commença au Carbonifère Supérieur et fut presque terminée à la fin du Rotliegend. Après une courte période de volcanisme acide (porphyre quartzique), de grandes dépressions se remplirent sous un climat aride, de produits d'érosion rougeâtre. A part quelques crêtes, les régions élevées furent nivelées. Durant le Zechstein, la mer s'infiltra par le nord dans le Bassin Germanique nouvellement formé. Il se forma de la dolomite, des calcaires et mudstones, et plusieurs cycles d'évaporites (gypse, sel gemme) dans des zones isolées. La barrière Vindelicienne au sud perdura émergée.

Carbonífero Superior - Pérmico

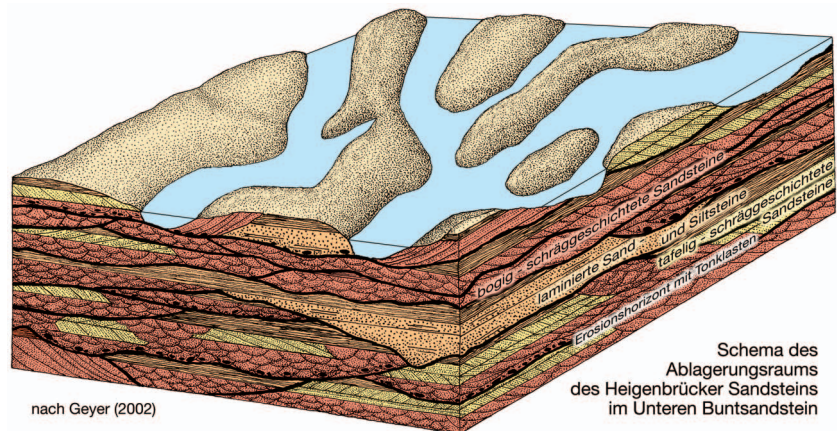
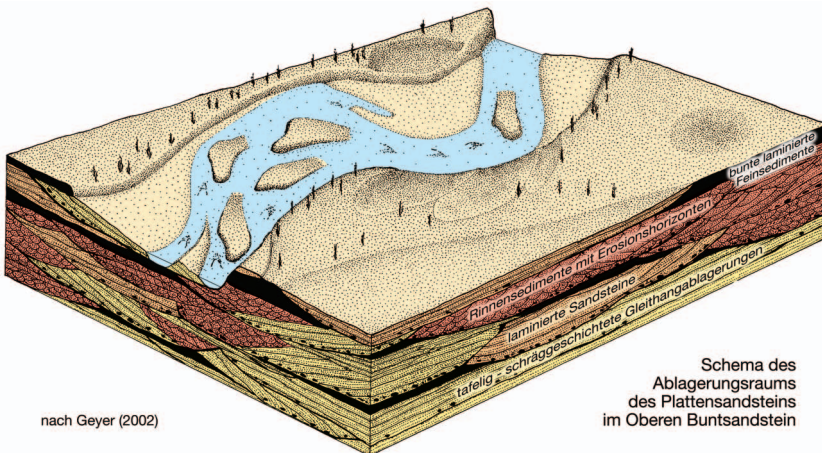
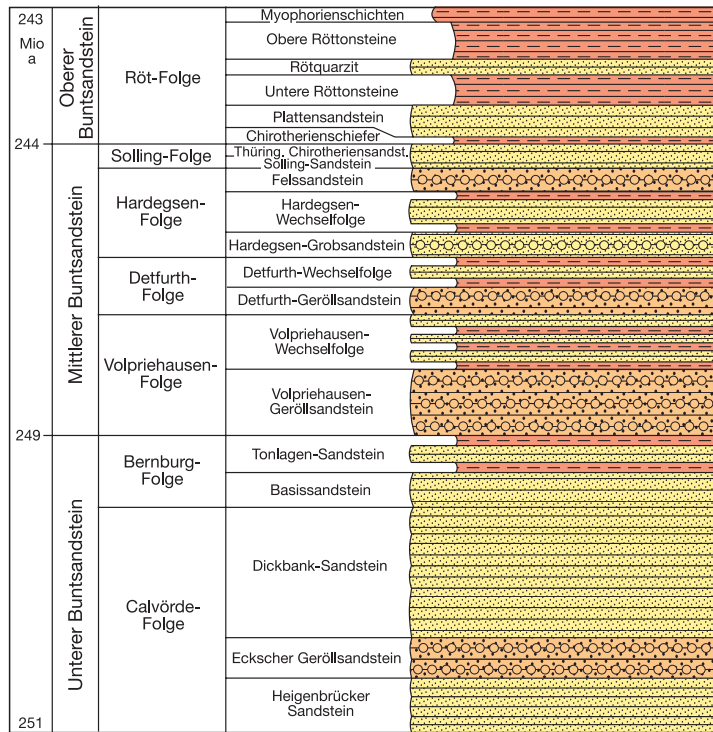
La erosión del orógeno Variscico comenzó en el Carbonífero Superior y terminó casi al final del Rotliegend (Pérmico Inferior). Luego de una breve fase con vulcanismo ácido (porfidos cuarcíferos), grandes depressiones se colmataron con sedimentos clásticos rojos, producto de erosión e intemperismo en un clima árido. Por otra parte, algunos sectores montañosos fueron allanados. En el Zechstein el mar avanzó desde el norte para formar la Cuenca Germana. Aquí se formaron dolomitas, limolitas y arcillolitas, como también en áreas aisladas, usualmente, depósitos de evaporitas (yeso, sal de piedra). El ámbito continental quedó representado hacia el sur por la Tierra emergida Vindelica.





Buntsandstein

Zur Buntsandstein-Zeit war der Bereich des Germanischen Beckens zumeist Festland. Bei semiaridem bis aridem Klima schütteten weitgefächerte Flusssysteme sowie gelegentliche Schichtfluten aus den umliegenden Hochgebieten Ton, Sand und Gerölle in das Becken. In der Zeit des Oberen Buntsandsteins bildete sich zudem eine Salzschlammebene (Playa) aus, bis der Meeresvorstoß am Ende des Röt die kontinentale Sedimentation beendete. Die überwiegend rötlichen Sedimente sind heute meist verfestigt und prägen die bewaldete Mittelgebirgslandschaft vom Spessart bis zur Rhön.





Buntsandstein (Lower triassic)

During Lower Triassic times, the German Basin remained mostly continental. In a semiarid to arid climate extensive river systems as well as occasional sheetfloods from the surrounding highlands transported sand, mud and pebbles into the basin. Today, the predominantly reddish and mainly cemented sediments characterize the wooded hill country between the Spessart and the Rhön. In the Upper Buntsandstein, an initially periodically flooded playa originated, until the marine transgression terminated the continental sedimentation in Roethian times for the time being.



Buntsandstein

Durante il Triassico inferiore il bacino germanico (il Buntsandstein) era in gran parte un'area continentale. In un clima da semi-arido ad arido, gli estesi sistemi fluviali e le sporadiche inondazioni trasportavano dalle circostanti regioni montuose sabbia, argilla e detrito nel bacino. Attualmente questi sedimenti appaiono rossastri e ben cementati nel paesaggio che caratterizza la media montagna tra lo „Spessart“ e la „Rhoen“. Nel Buntsandstein superiore, si registra lo sviluppo di una piana costiera (playa) inondata periodicamente; la transgressione avvenuta nel Triassico inferiore pone fine alla sedimentazione continentale.

Schräggeschichtete, rötliche Sandsteine sind typisch für den Buntsandstein.

Cross-bedded reddish sandstones are typical of the Lower Triassic.

Typiques du Buntsandstein sont les grès rougeâtres à stratifications entrecroisées.

Le arenarie rosse con stratificazione incrociata sono tipiche del Buntsandstein.

Las areniscas rojas con estratificación cruzada son típicas del Buntsandstein.

Steinbrüche entlang des Mains erschließen den Buntsandstein.

Quarries along the Main valley display the Lower Triassic.

Des carrières le long de la rivière Main exposent le Buntsandstein.

Nelle cave di roccia che si incontrano lungo il fiume Main affiorano le arenarie del Buntsandstein.

Algunas canteras a lo largo del valle del río Main exponen el Buntsandstein.



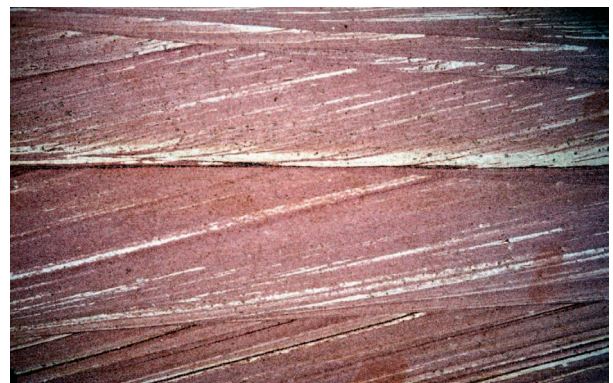
Buntsandstein

Pendant le Trias Inférieur, le Bassin Germanique demeura principalement continental. Sous un climat semiaride à aride, de vastes systèmes fluviaux ainsi que des écoulements en nappe des régions montagneuses environnantes transportèrent du sable, de la boue et des cailloux dans le bassin. Les sédiments rougeâtres prédominants sont aujourd'hui pour la plupart cimentés et caractérisent le paysage de moyenne montagne entre le Spessart et le Rhön. Dans le Buntsandstein Supérieur une playa périodiquement inondée se forma, jusqu'à ce que la transgression marine du Rétien mette terme à la sédimentation continentale.



Buntsandstein

Durante el Triásico Inferior la Cuenca Germana evolucionó en un ambiente continental. Bajo un clima semiárido a árido, se desarrollaron extensas sistemas fluviales. Esporádicamente, se producían inundaciones en manto por aguas provenientes de las tierras altas aledañas. Ambos sistemas transportaron arenas, arcillas y guijarros, los cuales se depositaron en la cuenca. Actualmente, los sedimentos rojizos están cementados y caracterizan el paisaje boscoso de sierras bajas entre el Spessart y el Rhön. En el Buntsandstein Superior se originó una llanura salina („playa“) que se inundaba periódicamente. La transgresión marina del Rético puso fin a la sedimentación continental.



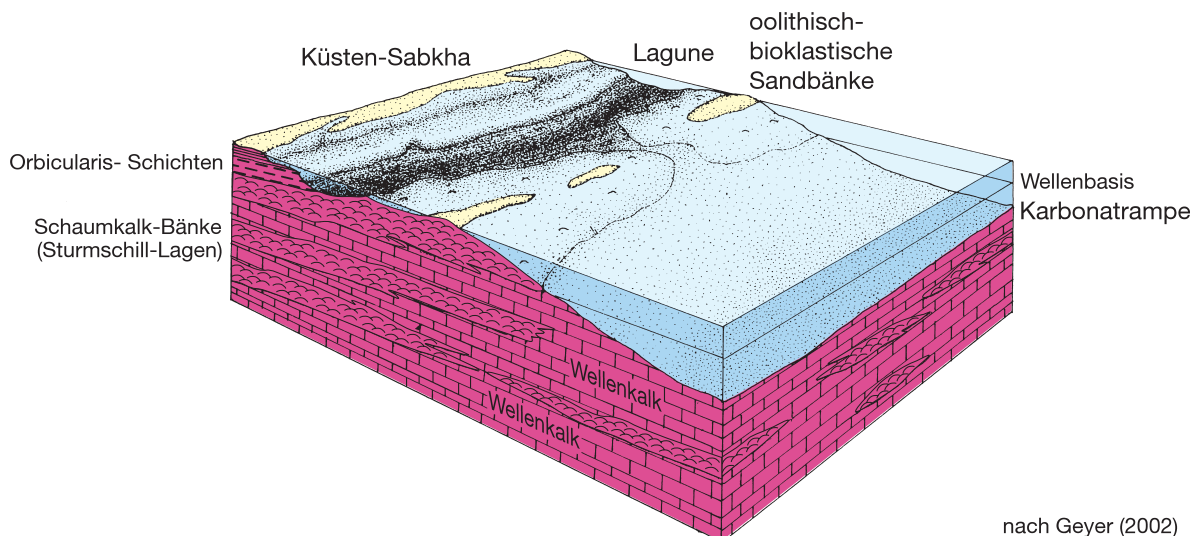
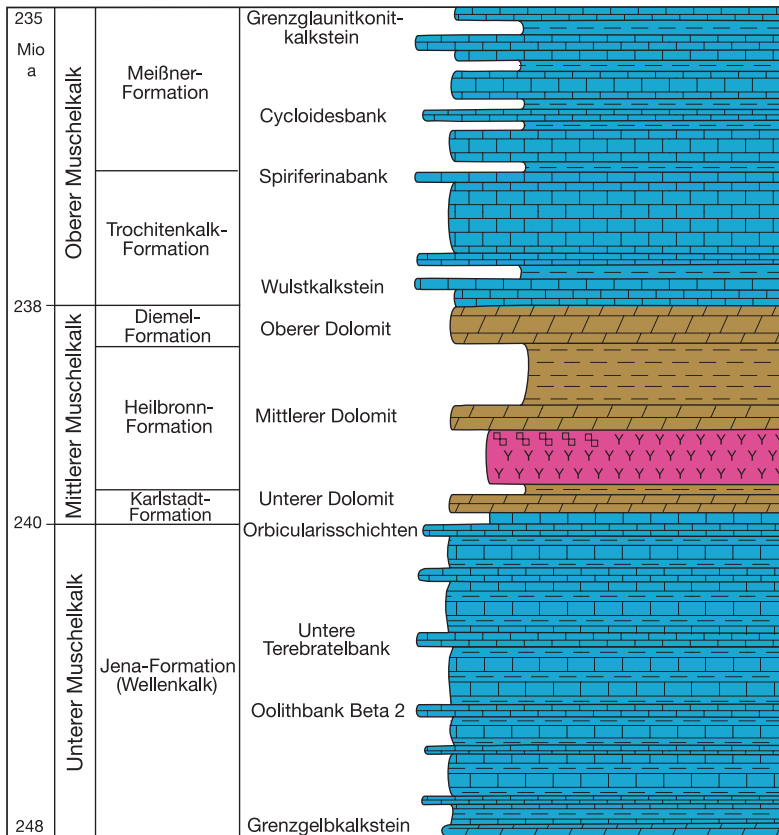


Muschelkalk

Bei warmem Klima entstanden im Flachmeer des Unteren Muschelkalks meist karbonatische, fossilreiche Gesteine, oft mit typisch welligen Sedi-

mentstrukturen. Im darauffolgenden Mittleren Muschelkalk war das Germanische Becken weitgehend vom offenen Meer abgeschnürt. So konnten sich Dolomit, Gips, Anhydrit und im Zentrum des Beckens sogar Steinsalz ablagern.

Zur Zeit des Oberen Muschelkalks setzte sich in dem nun wieder offenen epikontinentalen Flachmeer die Ablagerung von Kalk-, Mergel- und Tonlagen durch. Einzelne Kalksteinbänke mit Anhäufungen von Gehäusen von Organismen (Schill) bilden hier weiträumig verfolgbare Leithorizonte.



nach Geyer (2002)



Muschelkalk (Middle Triassic)

In a warm climate during the Middle Triassic mostly calcareous fossil-rich rocks, often with typical wavy sedimentary structures developed in a shallow sea. In the Middle Muschelkalk, the German basin was largely separated from the open ocean. Regionally dolomite, gypsum, anhydrite and in the center of the basin even rock salt were deposited. During Upper Muschelkalk times again lime, marl and clay sedimentation prevailed in this epicontinental shallow sea. Some shell banks within the limestones mark key horizons, that are traceable over an extensive area.



Muschelkalk

Durante il Triassico medio, in condizioni di clima caldo, si ha la deposizione di rocce calcaree, ricche di fossili e con strutture sedimentarie da onda tipiche di ambienti di mare poco profondo. Nel Muschelkalk medio il bacino germanico era separato dal mare aperto ed era interessato dalla deposizione di dolomiti, gessi e anidriti e, nell'area centrale, anche di salgemma. Durante il Muschelkalk superiore in questo bacino epicontinentale poco profondo si registra nuovamente la sedimentazione di calcari, marne e argille. Alcuni strati conchigliari presenti all'interno dei calcari costituiscono degli strati guida che si estendono su un'area molto vasta.

Die *Cycloides*bank im Oberen Muschelkalk führt massenhaft Brachiopoden und Ammoniten.

The *Cycloides* bank in the Upper Muschelkalk contains masses of brachiopods and ammonites.

Le banc à *Cycloides* du Muschelkalk Supérieur contient un grand nombre de brachiopodes et d'ammonites.

Gli strati a *Cycloides* del Muschelkalk superiore presentano una grande abbondanza di Brachiopodi e Ammoniti.

Este banco de *Cycloides* en el Muschelkalk Superior presenta importantes contenidos de braquiópodos y ammonites.

Unterer Muschelkalk tritt felsig hervor, auf Mittlerem Muschelkalk wird Wein angebaut.

Lower Muschelkalk is rocky, deposits of the Middle Muschelkalk are used for wine-growing.

Le Muschelkalk Inférieur est rocheux, la vigne est cultivée sur les terrains du Muschelkalk Moyen.

Muschelkalk inferiore è roccioso e sporge nel paesaggio; sui terreni del Muschelkalk Medio si coltiva la vite.

El Muschelkalk Inferior presenta un relieve escarpado. En áreas del Muschelkalk Medio se cultivan vides.



Muschelkalk

Durant le Trias Moyen, sous un climat chaud, se développèrent dans une mer peu profonde des roches carbonatées riches en fossiles, souvent accompagnées de structures sédimentaires ondulées. Au Muschelkalk Moyen le Bassin Germanique était pour une grande part séparé de l'océan. Dolomite, gypse, anhydrite se déposèrent, ainsi que du sel gemme dans le centre du bassin. Durant le Trias Supérieur une sédimentation carbonatée, marneuse et argileuse règne à nouveau dans cette mer épicontinentale peu profonde. Des bancs coquilliers à l'intérieur des calcaires marquent des horizons clés, pouvant être suivis sur de grandes étendues.



Muschelkalk

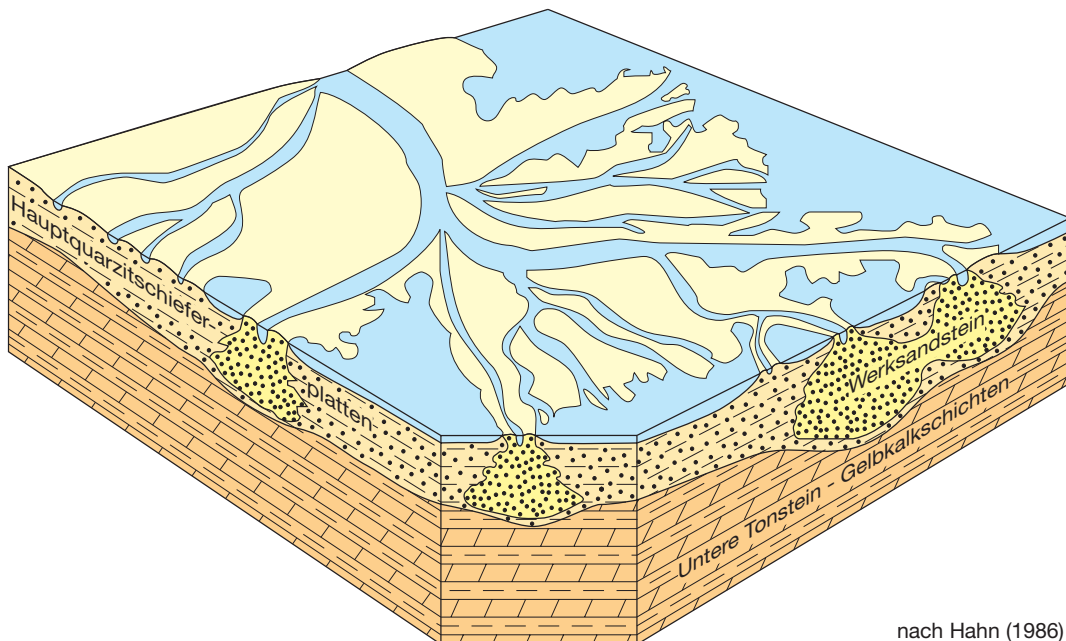
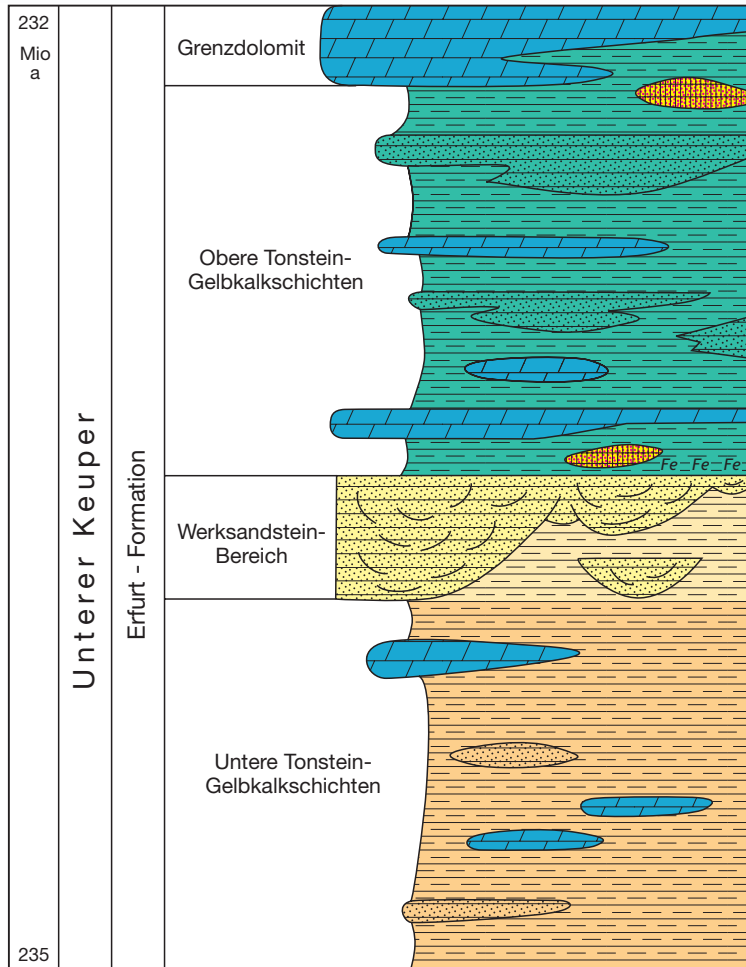
En el Triásico Medio, bajo condiciones climáticas cálidas, en un ambiente marino somero, se formaron principalmente rocas calcáreas fosilíferas, usualmente con estructuras sedimentarias tipo ondulitas. En la parte media del Muschelkalk, la Cuenca Germana quedó parcialmente aislada del mar abierto, debido a la formación de nueva corteza oceánica. En ella se depositaron dolomías, yeso, anhidrita y, en las zonas centrales de la cuenca, también sal gema. Durante el Muschelkalk Superior, en este ambiente epicontinental de aguas someras, se depositaron carbonatos, margas y arcillas. Algunos bancos con importantes contenidos de conchas, en rocas carbonáticas, forman horizontes guía que se pueden seguir a lo largo de vastas áreas.





Unterer Keuper

Mit Beginn des Keupers geriet das Germanische Becken wieder zunehmend unter kontinentalen Einfluss. Ein reger Fazieswechsel in den Keupersedimenten spiegelt den Klima- und mehrmaligen Milieuwechsel wider. Feinkörnige Sandsteine deutet man überwiegend als Absätze eines riesigen Stromdeltas, in die als limnische Bildungen Ton- und Mergelsteine eingeschaltet sind. Farne, Schachtelhalme und Bärlappgewächse bildeten die küstennahe Flora, während im Hinterland Koniferen wuchsen. Kalk- und Dolomitsteinbänke wie beispielsweise der Grenzdolomit bezeugen einzelne beckenweite Meeresvorstöße am Ende des Unteren Keupers.



nach Hahn (1986)



Grobbankiger Werksandstein war ein beliebter Baustein.

Thickly bedded building sandstone was favorable for construction use.

Les grès à litage grossier étaient utilisés comme pierre de construction.

Gli spessi strati di arenaria sono stati utilizzati come pietra da costruzione.

Los bancos gruesos de arenisca fueron muy utilizados como material de construcción.

Lower Keuper

With beginning of the Keuper, the continental influence increased in the German Basin. Fine-grained sandstones are interpreted to be mainly deposits of a huge river delta with limnic intercalations of mudstones and marls. Ferns, horsetails and lycopods flourished near the shore, and conifers in the hinterland. Banks of limestones and dolomites are documents of several basin-wide marine transgressions, e.g. the „Grenzdolomit“ at the end of the Lower Keuper. That the climate fluctuated and the environment changed several times is clearly indicated by frequent facies changes.

Keuper inférieur

Au début du Keuper, l'influence continentale s'accroît dans le Bassin Germanique. De fréquents changements de faciès suggèrent l'existence de fluctuations climatiques et environnementales. Les grès à grains fins sont interprétés comme étant des dépôts d'un énorme delta fluvial, dans lesquels des intercalations limniques de mudstone et de marnes sont présentes. Fougères, prêles et lycopodes formaient la flore côtière, pendant que des conifères formaient l'arrière-pays. Des bancs de dolomite et de calcaire témoignent de plusieurs transgressions marines à la taille du bassin, comme par exemple la „Grenzdolomit“ à la fin du Keuper Inférieur.

Keuper inferiore

All'inizio del Keuper, l'influenza continentale aumenta nel Bacino Germanico. I frequenti cambiamenti di facies suggeriscono l'esistenza di fluttuazioni climatiche e ambientali. Le arenarie a granulometria fine sono state interpretate come i depositi di un enorme delta fluviale cui sono intercalate argille e marne di ambiente lacustre. La vegetazione vicino alla costa è costituita da felci, equiseti e lycopodie, mentre nell'entroterra crescono le conifere. Strati di calcare e dolomie documentano le diverse trasgressioni marine che interessarono l'intero bacino, come quella registrata dal „Grenzdolomit“ e relativa alla fine del Keuper inferiore.

Keuper Inferior

Al comienzo del Keuper aumentó la influencia continental en la Cuenca Germana. Los frecuentes cambios de facies evidencian las oscilaciones climáticas y los cambios en el ambiente de depositación. Unas formaciones de areniscas de grano fino son interpretadas como depósitos de un gigantesco delta, en el cual se encuentran intercalaciones de arcillitas y margas de origen lacustre. La flora cercana a la costa consistía en helechos, equisetos (colas de caballo) y lycopodios, mientras que en las zonas del interior crecían coníferas. Bancos de calizas y dolomías atestiguan varias trasgresiones marinas que inundaron la mayor parte de la cuenca, como por ejemplo: la „Grenzdolomit“, depositada hacia finales del Keuper Inferior.

Pflanzliche Fossilien sind im Unteren Keuper keine Seltenheit.

Plant fossils occur often in the Lower Keuper.

Les fossiles de plantes ne sont pas rares dans le Keuper Inférieur.

I fossili di organismi vegetali sono abbastanza comuni nel Keuper inferiore.

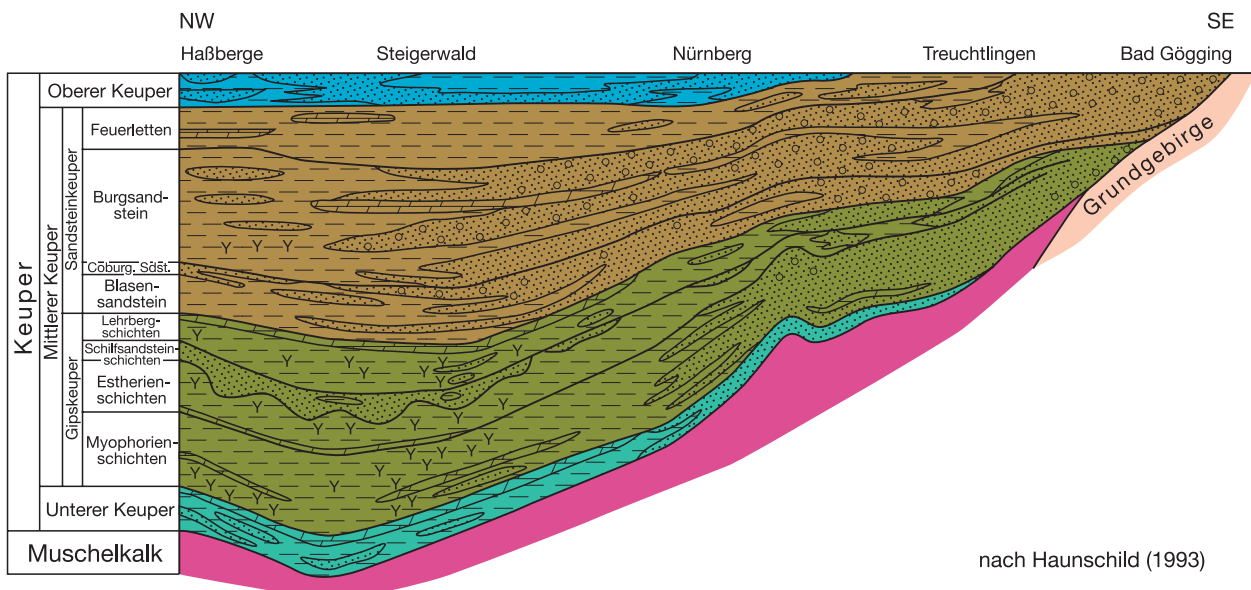
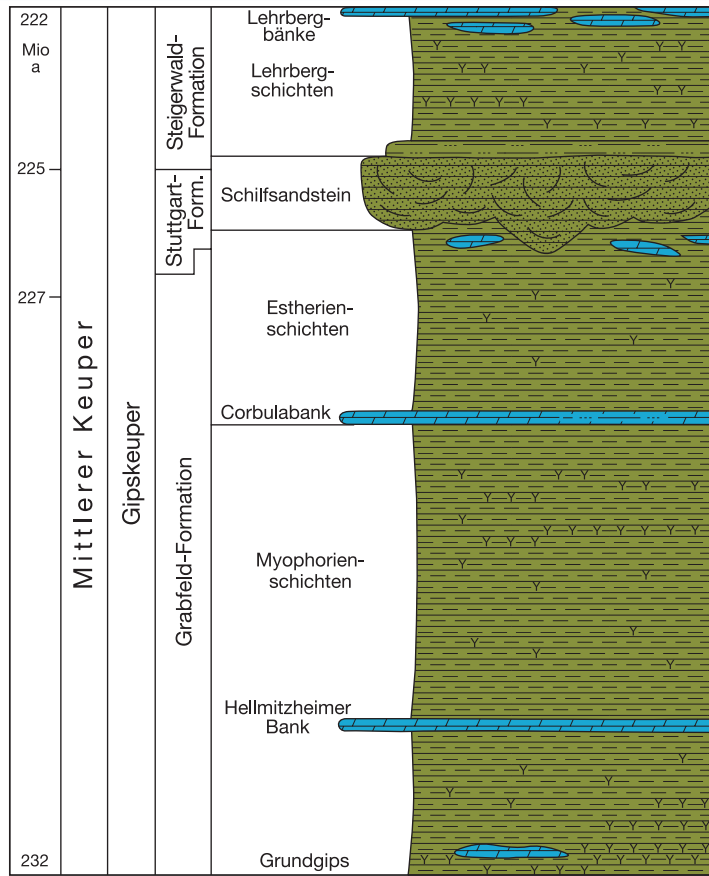
Los fósiles de plantas son bastante comunes en el Keuper Inferior.



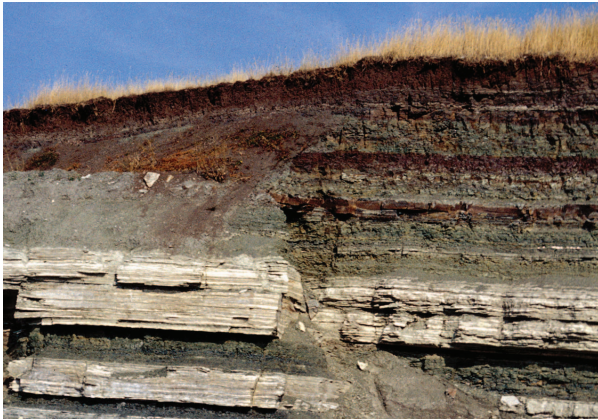


Gipskeuper

Meerwassereinbrüche mit nachfolgender Eindampfung führten im Gipskeuper immer wieder zur Ausfällung von Gips und Anhydrit. Ihre charakteristischen hellen Lagen sind in die bunte, vorwiegend rotbraune Abfolge von Ton- und Tonmergelsteinen eingeschaltet. Weitere Meeresvorstöße hinterließen geringmächtige „Steinmergelbänke“ (Dolomitstein), die den Geologen die Alterseinstufung der Schichtfolge erleichtern. Flüsse aus den umliegenden Hochgebieten transportierten Sand vor allem an den ehemaligen Beckenrand, teilweise aber auch bis weit ins Beckeninne. Heute bildet der ehemals in tiefen Rinnen abgelagerte, mächtige Schilfsandstein markante Höhenzüge im Steigerwald.



nach Haunschild (1993)



Gipskeuper

In the Gipskeuper (Gypsumkeuper), marine transgressions with successive evaporation several times led to the precipitation of gypsum and anhydrite. These are stratalike embedded in the predominantly red-brown sequence of mudstones and muddy marls. Additional marine transgressions generated thin dolomitic „Steinmergelbänke“ (i.e. stone-marl banks), which allow a stratigraphic distinction of the rock layers. Fluvatile sandy deposits dominate at the basin rim, but can reach even far into its interior. Thick „Schilfsandstein“ (i.e. reed sandstone) formerly deposited in deep channels forms prominent mountain ranges in the Steigerwald today.



Gipskeuper (Keuper gessifero)

Durante il Gipskeuper, le trasgressioni marine e la successiva evaporazione dell'acqua salata determinarono la deposizione di gesso e anidride. Questi depositi evaporitici si trovano intercalati nella successione di argille e marne argillose bruno-rossastre. Successive trasgressioni marine crearono le condizioni per la deposizione di un sottile corpo dolomitico che costituisce il „Steinmergelbänke“, importante strato guida per le ricostruzioni stratigrafiche. I depositi di sabbie fluviali dominano il margine del bacino, ma si rinvergono anche nelle parti più interne. Lo spesso corpo sedimentario dello Schilfsandstein, anticamente depostosi in canali profondi, oggi forma i prominenti rilievi del „Steigerwald“.

Dünne Ton- und Gipsbänder wechsellagern in den Estherien-schichten.

Thin bands of clay and gypsum alternate within the Estherien layers.

Dans les couches à *Estherie*, alternent des lits d'argile et de gypse.

Un'alternanza sottile di lamine di argilla e gesso caratterizza lo strato di Estherien.

Los estratos de *Estherien* consisten en una alternancia de capas delgadas de arcillas y yesos.

Der mehrere Meter mächtige Grundgips wird von Tonen der Myophorienschichten überlagert.

Base gypsum, several meters thick, is often overlain by clays of the Myophoria layers.

Le gypse de base, épais de plusieurs mètres, est souvent recouvert d'argile des couches à *Myophoria*.

Il gesso di base („Grundgips“), mostra uno spessore di parecchi metri ed è generalmente ricoperto dalle argille del „Myophorienschichten“.

El yeso basal, de varios metros de espesor, está recubierto por las arcillitas de los estratos de *Myophoria*.



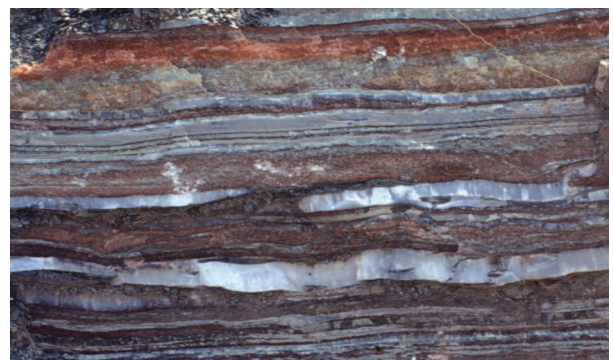
Gipskeuper (Keuper gypseux)

Les transgressions marines et les évaporations successives pendant le Gipskeuper amenèrent la précipitation de gypse et d'anhydrite. Ceux-ci sont intercalés en couches dans la principale séquence rouge-brune de mudstone et de marnes argileuses. D'additionnelles transgressions marines générèrent de fins „Steinmergelbänke“ (Bancs de marnes indurées) dolomitiques, qui permettent une distinction stratigraphique des couches. Des dépôts fluviatiles sableux dominent les marges du bassin, mais peuvent aussi atteindre l'intérieur du bassin. D'épais „Schilfsandstein“ (Grès roseau) autrefois déposés dans des chenaux profonds forment de nos jours des crêtes proéminentes dans le Steigerwald.



Gipskeuper (Keuper yesífero)

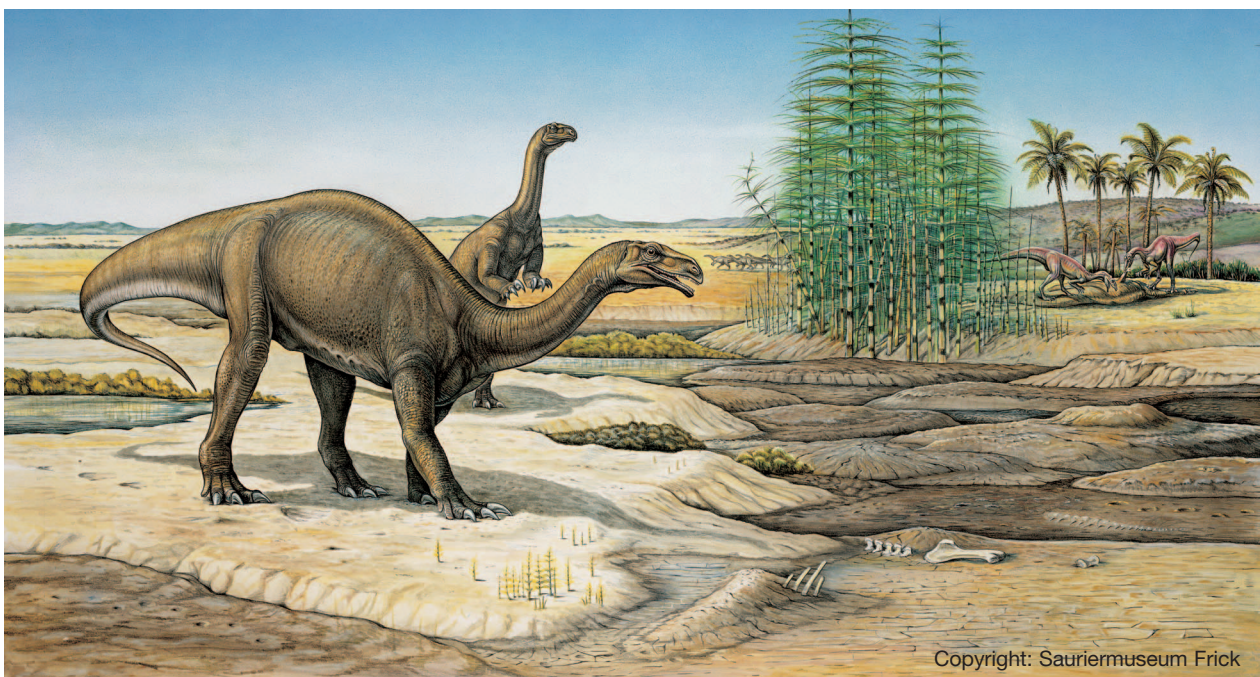
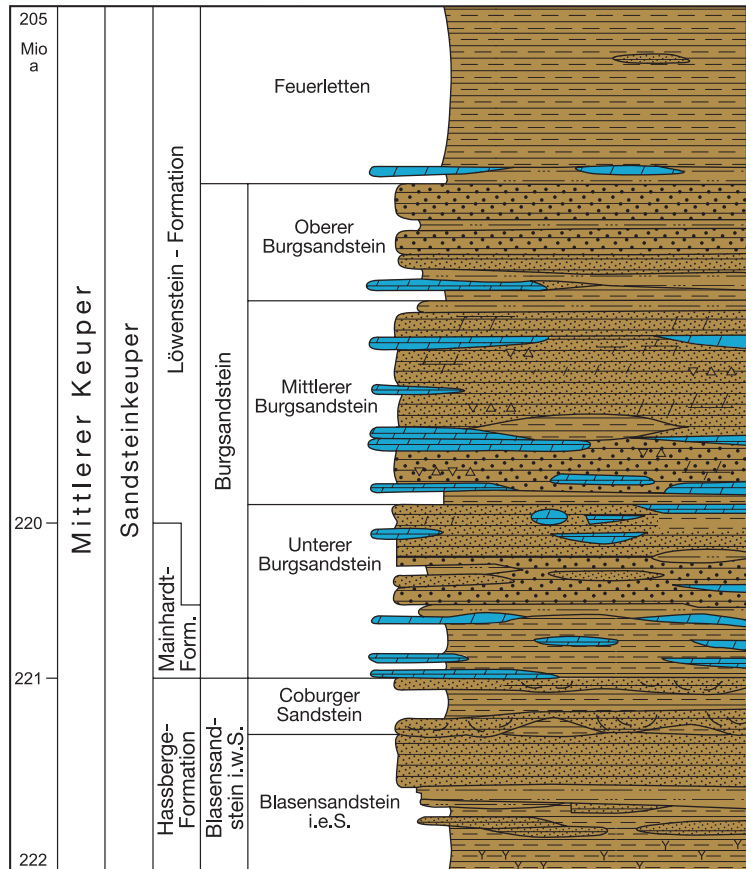
Los reiterados procesos de trasgresión marina y de subsiguiente evaporación provocaron durante el Keuper yesífero la precipitación de yeso y anhidrita en la cuenca. Estas rocas evaporíticas se encuentran intercaladas en secuencias, de coloraciones predominantemente rojas y pardas, de calizas y margas arcillosas. En posteriores trasgresiones marinas se depositaron capas delgadas de „Steinmergelbänke“ („bancos de marga dura“) dolomíticas, las cuales posibilitan determinar su posición estratigráfica. Los depósitos arenosos de origen fluvial fueron los sedimentos predominantes en los márgenes de la cuenca, alcanzando algunas veces, incluso, las zonas centrales de la misma. Potentes „Schilfsandstein“ („areniscas de junco“), anteriormente depositadas en canales profundos, forman hoy conspicuas cadenas montañosas en el Steigerwald.





Sandsteinkeuper

Die Bildung von Gipsmergel und Dolomitstein verlagerte sich im Laufe des Sandsteinkeupers immer weiter nach Nordwesten in das Beckeninnere. Im Süden dominierten festländische, meist schlecht sortierte, feldspathaltige Sandsteine aus dem Verwitterungsschutt der Vindelizischen Schwelle. Sie wechseln mit Tonsteinen ab und bilden heute die Schichtstufe von Steigerwald und Frankenhöhe. Nur vereinzelt findet man Dolomit-, Gips- und Chalcedon-Einschlüsse. Der brackisch-limnische Feuerletten schließt die Abfolge des Sandsteinkeupers ab. In der Kartendarstellung ist der überlagernde Obere Keuper (Rhaetium) mit dem Lias zusammengefaßt.



Copyright: Sauriermuseum Frick



Der Burgsandstein - hier an seiner Typlokalität - war früher als Baumaterial beliebt.

The Burg sandstone – here at its type locality – has been formerly used as building stone.

Le grès de Burg – ici dans sa localité type – était autrefois très utilisé en construction.

Le arenarie di Burg, qui nella loro località tipo, sono state in passato apprezzate come materiale da costruzione.

La areniscas de Burg – su localidad tipo - fueron en el pasado un apreciado material de construcción.

Sandsteinkeuper (Sandstonekeuper)

During the time of the Sandsteinkeuper the deposition of gypsum marls and dolomites shifted increasingly to the northwest into the interior of the basin. Continental, mostly poorly sorted feldspathic sandstones from the weathering debris of the Vindelician barrier dominated in the south. They are interbedded with mudstones and constitute the cuesta of today's Steigerwald and Frankenhöhe. Only occasionally intercalations of dolomite, gypsum and chalcedony occur. The brackish-limnic „Feuerletten“ (i.e. fire argil) marks the end of the Sandstonekeuper. In the sketch map, the overlying upper Keuper (Rhaetian) is combined with the Liassic.

Sandsteinkeuper (Keuper gréseux)

Au cours du Sandsteinkeuper les dépôts de marnes gypseuses et de dolomites se déplacèrent continuellement vers le nord-ouest dans l'intérieur du bassin. Dans le sud, dominaient des grès continentaux feldspathiques, le plus souvent mal classés, provenant des débris d'altération de la barrière Vindelicienne. Ils alternent avec des „mudstones“ et constituent aujourd'hui les cuestas de Steigerwald et de Frankenhöhe. Des intercalations de dolomite, gypse et calcédoine ne sont présentes qu'occasionnellement. Les „Feuerletten“ (Argiles de feu), de milieu limnique saumâtre marquent la fin du Sandsteinkeuper. Dans la représentation cartographique, le Keuper Supérieur (Rhétien), situé au-dessus, est associé au Lias.

Sandsteinkeuper (Keuper arenaceo)

Durante il Sandsteinkeuper la deposizione delle marne gessose e delle dolomite si sposta progressivamente da nord-est verso il centro del bacino. A sud la sedimentazione è dominata dalle arenarie feldspatiche, debolmente sortite, che provengono dall'erosione della barriera Vindeliciana. Queste sono intercalate ad argilliti e costituiscono oggi le aree a cuesta dello „Steigerwald“ e dello „Frankenhöhe“. Solo occasionalmente si rinvencono intercalazioni di dolomie, gesso e calcedonio. I depositi salmastro-lacustri del „Feuerletten“ segnano la fine del Sandsteinkeuper. In carta, il Keuper superiore (Retico) è associato al Lias.

Sandsteinkeuper (Keuper arenoso)

Durante el período del Keuper arenoso, la sedimentación de margas con yeso y dolomías se desplazó hacia el noroeste, en dirección a las zonas centrales de la cuenca. En el sur predominaba la sedimentación de areniscas feldespáticas de origen continental, pobremente seleccionadas, provenientes de la meteorización de los clastos de la Tierra Vindelicica. Las areniscas contienen intercalaciones de arcillitas y actualmente constituyen la cuesta del Steigerwald y de la Frankenhöhe. Ocasionalmente se presentan intercalaciones de dolomita, yeso y calcedonia. El nivel de origen lacustre salobre „Feuerletten“ („brasa de arcillita“) marca el fin del Keuper arenoso. En el mapa adjunto figurarán unidas la secuencia sobreyacente, el Keuper Superior (Rético) y el Jurásico Inferior.

Wabenverwitterung im Burgsandstein der Schwarzachschlucht.

Honeycomb weathering in the Burg sandstone in the Schwarzach gorge.

Altération en nid d'abeille dans le grès de Burg dans les gorges de Schwarzach.

Alterazione meteorica a forma di nido d'ape (favo) che si osserva nelle arenarie del Burg nella gola di Schwarzach.

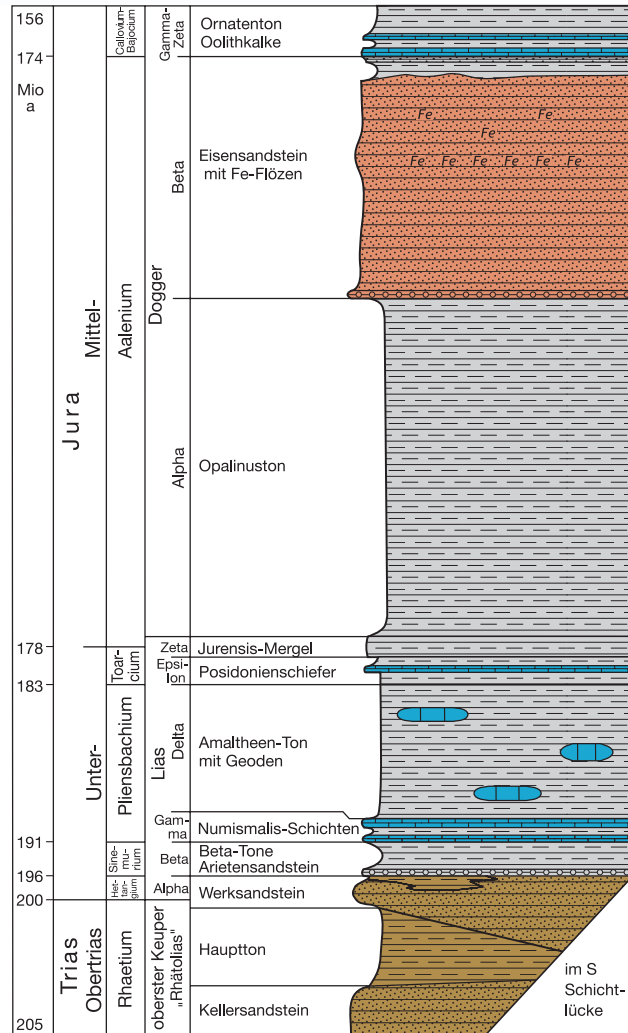
Estructuras de meteorización en forma de panal, en las areniscas de Burg, en la garganta de Schwarzach.





Lias, Dogger

Große Teile Nordbayerns waren im Oberen Keuper (Rhaetium) eine sandige Deltalandschaft, die im Unteren Lias von Norden her vom Meer überflutet wurde. Bis in den tiefsten Dogger kamen in sauerstoffarmem Wasser dunkle Ton- und Mergelsteine, teils auch fossilreiche bituminöse „Ölschiefer“ und Kalksteine zum Absatz. Weiche Gesteine des Lias und untersten Dogger prägen das flache Vorland der Fränkischen Alb. Deren erste Schichtstufe bildet der darüber folgende braune Eisensandstein mit Eisenerzlagern. Variable und fossilreiche aber geringmächtige Kalksandsteine, Oolithkalksteine und Mergel kennzeichnen die Zeit des Mittleren und Oberen Dogger.





Die Schichtstufe des Eisensandsteins wird vielerorts durch Hohlwege geschnitten.

In many places, the cuesta of the iron sandstone is cut by defiles.

Dans beaucoup d'endroit, la cuesta du grès ferrugineux est incisée de vieux chemins.

In molte zone le arenarie ferruginose della Regione delle cuestas sono esposte da profondi tagli stradali.

En muchos lugares las areniscas ferruginosas de la Región de Cuestas están cortadas por desfiladeros.

Lias, Dogger

Already in the uppermost Triassic (Rhaetian), large areas of northern Bavaria were a sandy delta landscape, which was flooded by sea water from the north during Lower Liassic times. Before earliest Dogger times, mudstones and marls, partially also fossil-rich bituminous oil schists and limestones were deposited in waters depleted of oxygen. Rocks of the Liassic and the earliest Dogger characterize the flat foreland of the Franconian Alb. They are overlain by brown iron sandstones with layers of iron ore, which constitute its first cuesta. The middle and upper Dogger consist of variable and fossil-rich, but thin limestones, oolitic limestones and marls.

Lias, Dogger

Durant le Keuper Supérieur, une grande partie de la Bavière du nord était formée par un paysage deltaïque sableux, recouvert plus tard, lors du Lias Inférieur, par la mer venant du nord. Au commencement du Dogger, des mudstones et des marnes, parfois aussi des schistes bitumineux riches en fossiles et des calcaires se déposèrent dans des eaux pauvres en oxygène. Les roches du Lias et du Dogger Inférieur caractérisent l'avant-pays de l'Alb Franconien. Elles sont recouvertes par un grès brun fer-rugineux accompagné de couches de minerai de fer, qui constitue la première cuesta. Le Dogger Moyen et Supérieur sont constitués de calcaires gréseux, de calcaires oolithiques et de marnes riches en fossiles mais d'épaisseur faible.

Giurassico medio e inferiore

Nel Keuper superiore, grandi aree della Baviera settentrionale erano occupate da un paesaggio di delta sabbiosi che, durante il Lias inferiore, furono sommersi dal mare che si infiltrava da nord. Prima del Dogger inferiore furono deposte, in acque prive di ossigeno, argilliti, marne, scisti bituminosi parzialmente fossiliferi e calcari. Le rocce del Lias e del Dogger inferiore formano l'avampese pianeggiante del Alb Franconiane. Queste rocce sono sovrastate da arenarie brune e ferri-ferre (Eisensandstein) con strati di minerali di ferro che costituiscono la prima cuestas. Il Dogger medio e superiore sono rappresentati da calcari, calcari oolitici e marne ricchi in fossili e di esiguo spessore.

Jurásico Medio e Inferior

Durante el Keuper Superior (Rético) extensas áreas del norte de Baviera exhibían un paisaje arenoso de tipo deltaico, el cual fue inundado a principios del Jurásico Inferior por una transgresión marina procedente del norte. En un ambiente pobre en oxígeno se depositaron, hasta principios del Jurásico Medio, arcillitas y margas, y también, localmente, carbonatos y pizarras fosilíferas bituminosas. Las rocas del Jurásico Inferior a Medio temprano caracterizan el antepaís de la Fränkische Alb. Éstas están recubiertas por areniscas ferruginosas pardas con capas de mena de hierro y constituyen la primera cuesta. Las partes media y superior del Jurásico Medio están representadas por calizas fosilíferas de poco espesor, calizas oolíticas y margas.

Die *Dactyloceras*bank ist eine typische Fossilanreicherung im Lias Epsilon.

The *Dactyloceras* bank is a typical fossil accumulation in the Liassic epsilon.

Le banc de *Dactyloceras* est une accumulation typique de fossiles du Lias epsilon.

Lo strato a *Dactyloceras* è un'associazione fossile tipica del Giurassico inferiore.

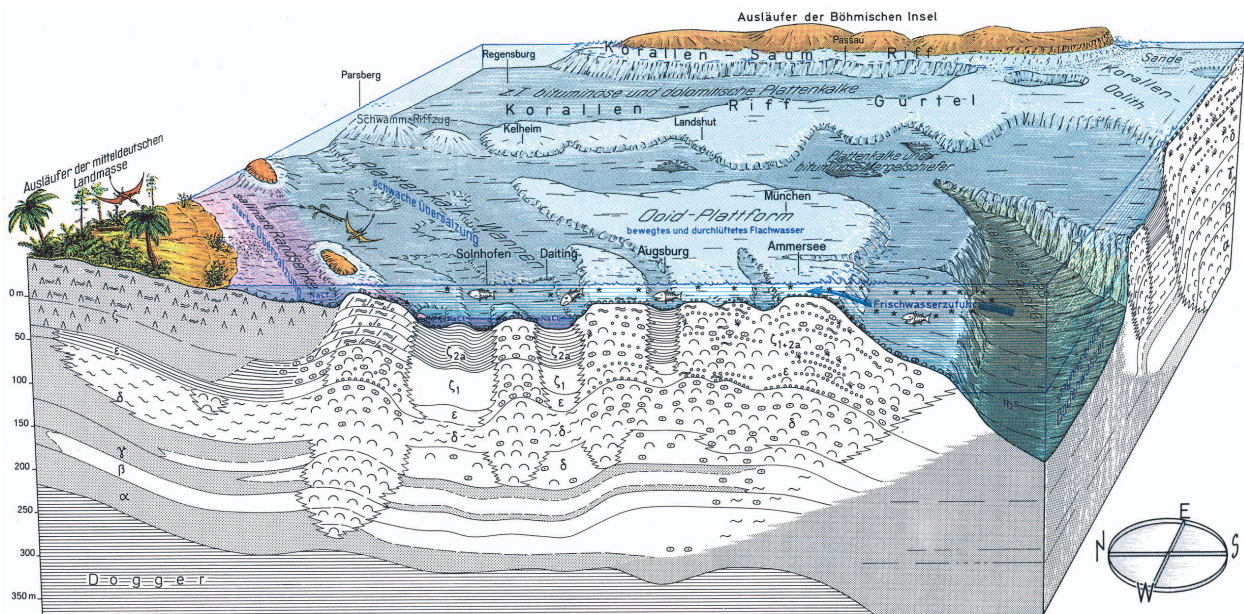
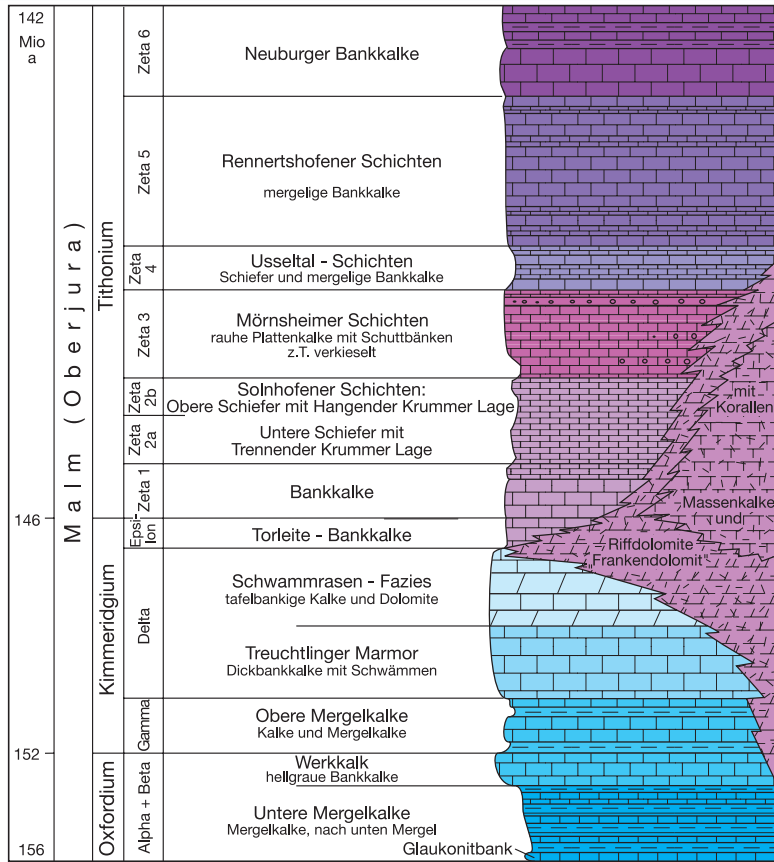
El banco de *Dactyloceras* es una acumulación fosilífera típica del Jurásico Inferior.





Malm

Zur Zeit des Malm (Oberjura) wurde auch die Festlandsschwelle „Vindelizisches Land“ im Süden des Germanischen Beckens endgültig überflutet. In dem flachen Schelfmeer entstanden bei tropischem Klima Kalk-, Mergel- und Dolomitsteine. Diese prägen heute die Fränkische Alb mit ihren hoch aufragenden Felsbildungen aus Riffdolomiten und Massenkalken. Berühmt sind hervorragend erhaltene Fossilien aus den zwischen den Riffzügen in Lagunen abgesetzten Plattenkalken des Oberen Malmes wie beispielsweise der Urvogel *Archaeopteryx*. Die verkarsteten Malmgesteine sind bedeutende Grundwasserleiter und wichtige Massenrohstoffe.



Entwurf: R. MEYER 1980
Graphische Darstellung: A. MÄRTEL 1980



Markante Dolomittfelsen begleiten viele Täler der Alb.

Prominent dolomite rocks accompany many Alb valleys.

De remarquables formations rocheuses dolomitiques accompagnent beaucoup de vallées de l'Alb.

Imponenti formazioni dolomitiche spiccano nel paesaggio di numerose valli dell'Alb.

Prominentes peñascos de dolomitas dominan muchos valles del Alb.



Malm

During the Upper Jurassic (Malm), also the Vindelician land mass, which had acted as a continental barrier in the South of the German Basin so far, was finally flooded. In the shallow shelf sea, limestones, marls and dolomites developed in a tropical climate. Their characteristic rock formations of reef dolomites and massive limestones are impressive landmarks in the Franconian Alb. Famous are excellently preserved fossils, which were found especially in platy limestones from interreef lagoons of Uppermost Jurassic age (e.g. the „archaic“ bird *Archaeopteryx*). The karstified Malm rocks are important groundwater formations and mass raw materials.



Malm

Lors du Jurassique Supérieur (Malm) la Province Vindelicienne, qui jusque là jouait un rôle de barrière continentale dans le sud du Bassin Germanique, fut finalement inondée. Dans cette mer peu profonde de marge continentale et sous un climat tropical, se développèrent des calcaires, des marnes et des dolomites. Ils marquent l'Alb Franconien avec leurs formations rocheuses caractéristiques de dolomites récifale et de calcaires massifs. Célèbres sont les fossiles très bien préservés, qui sont particulièrement présents dans les calcaires en bancs des lagunes intrarécifales du Jurassique Supérieur (par ex. l'oiseau préhistorique *Archaeopteryx*). Les roches karstifiées du Malm sont des formations importantes en ce qui concerne les eaux souterraines et les matières premières.



Giurassico superiore

Durante il Giurassico superiore (Malm) anche le terre emerse Vindeliciane, che avevano agito come una barriera continentale nella porzione meridionale del Bacino Germanico, furono alla fine sommerse. Nelle aree di mare poco profondo e in condizioni di clima tropicale, si deposero calcari, marne e dolomiti. Le caratteristiche formazioni rocciose delle barriere dolomitiche e dei calcari massivi segnano il paesaggio delle Alb franconiane. Molto famosi sono i fossili, eccezionalmente preservati, del Giurassico terminale (come per esempio, l'uccello arcaico *Archaeopteryx*) che si rinvencono soprattutto nei banchi di calcari di ambiente lagunare (aree interne alla barriera corallina). Le rocce del Malm carsificate costituiscono importanti acquiferi e ingenti volumi di materie prime.



Jurásico Superior

Durante el Jurásico Superior (Malm) la Tierra Vindelílica, que hasta ese momento había actuado como una barrera continental en el extremo sur de la Cuenca Germana, fue definitivamente inundada. En un ambiente de plataforma marina somera, bajo un clima tropical, se depositaron calizas, margas y dolomías. Sus características formaciones de arrecifes dolomíticos y de calizas masivas modelan el espectacular paisaje de la Fränkische Alb. Los fósiles encontrados, especialmente en las calizas hojosas del Jurásico Superior tardío, depositadas en ambientes entre arrecife y laguna, son famosos por su excelente estado de conservación, (por ejemplo el pájaro prehistórico *Archaeopteryx*). Las rocas del Jurásico Superior se encuentran karstificadas y constituyen una importante fuente de agua subterránea y de materia prima.

Die acht bekannten Exemplare des Urvogels *Archaeopteryx* stammen aus Solnhofener Schichten.

The eight known specimen of the ancestral bird *Archaeopteryx* are derived from Solnhofen layers.

Les huit spécimens connus de l'oiseau préhistorique *Archaeopteryx* proviennent des couches de Solnhofen.

Gli otto esemplari conosciuti dell'uccello primitivo *Archaeopteryx* provengono dagli strati di Solnhofen.

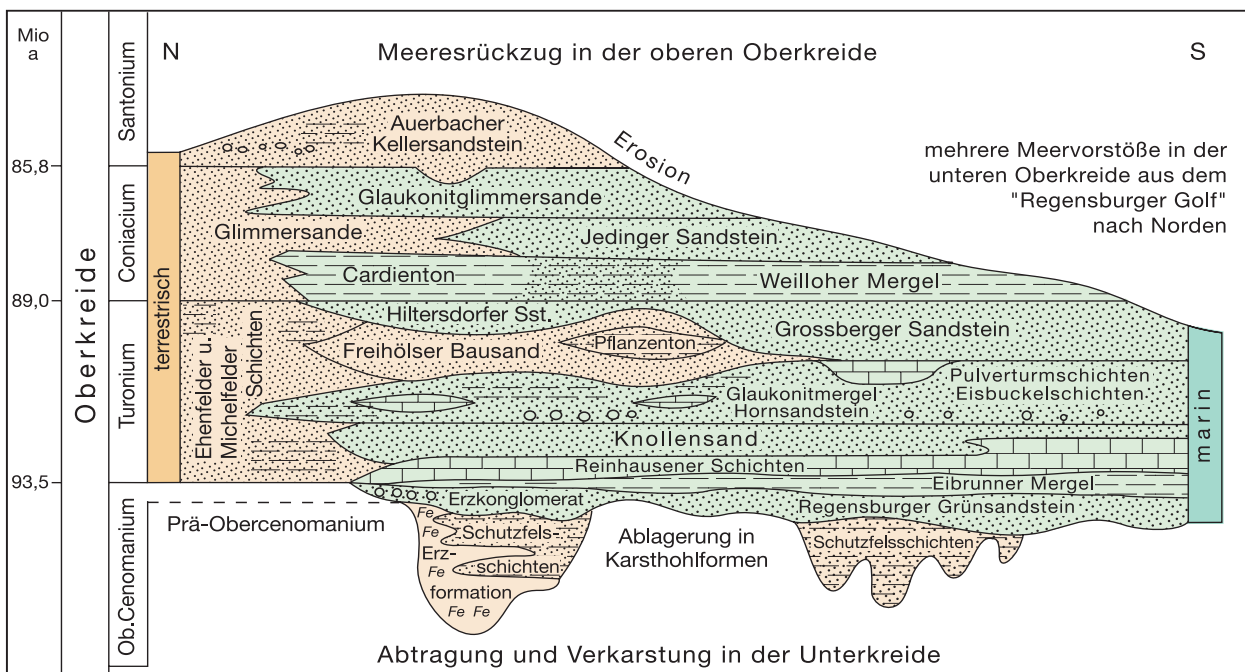
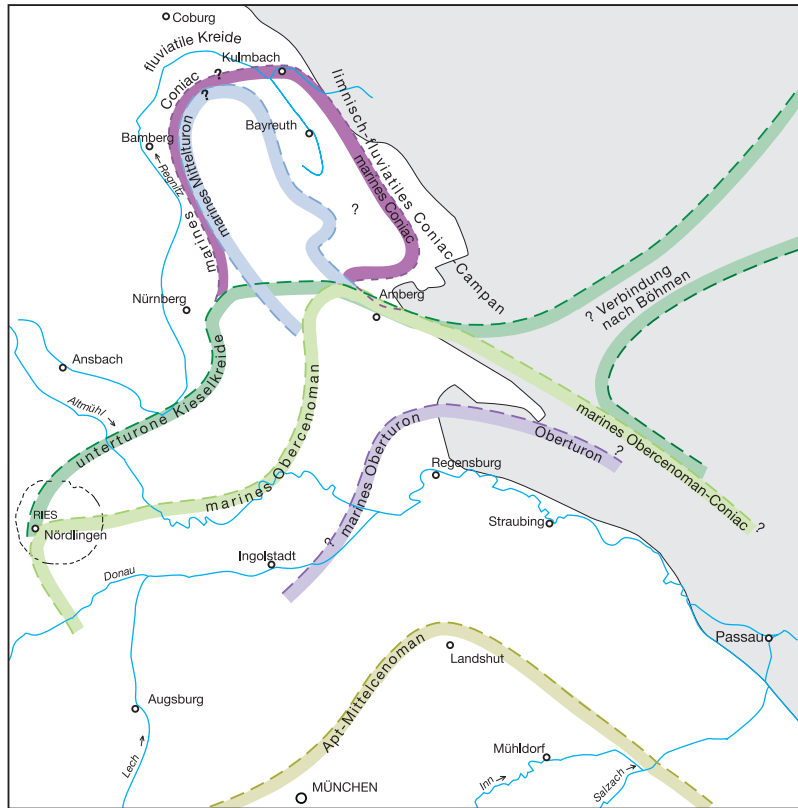
Los ocho ejemplares conocidos del pajarito prehistórico *Archaeopteryx* provienen de los estratos de Solnhofen.





Oberkreide

Zu Zeiten der Unter- und tiefsten Oberkreide war ganz Nordbayern Festland und unterlag damit der Verwitterung und Abtragung. In Karsthohlformen setzten sich Sande und Tone, stellenweise auch Farberden sowie Eisenerze ab. Im Obercenoman drang das Meer von Süden gegen die Fränkische Alb vor. Nahezu während der gesamten Oberkreide wurden deshalb im „Golf von Regensburg“ Sand- und Mergelsteine mit Ton-, Kalk- und Konglomeratlagen abgesetzt. Nördlich davon überwog festländische Sedimentation mit geröllführenden Sand- und Tonsteinen. Kreidesedimente blieben in Nordbayern hauptsächlich in tektonischen Senken und Karsthohlformen erhalten.





Regensburger Grünsandstein überlagert Schutzfelsschichten in einer Doline im Malmkalk.

Schutzfels layers in a doline in the Upper Jurassic are overlain by Regensburg Green Sandstone.

Le grès vert de Regensburg est situé au-dessus des couches de Schutzfels dans une doline du calcaire Malmien.

Gli strati dello Schutzfels in una dolina del Giurassico superiore sono ricoperti dalle arenarie verdi del Regensburg.

En una garganta excavada en materiales del Jurásico Superior, las areniscas verdes de Regensburg se superponen a los estratos de Schutzfels.

Upper Cretaceous

During the Lower and earliest Upper Cretaceous times northern Bavaria was entirely emerged land and therefore exposed to weathering and erosion. Only in karst cavities, sands, clays (occasionally colored clays) and iron ores were deposited. In the upper Cenomanian, sea water from the South encroached towards the Franconian Alb. This led in the „Gulf of Regensburg“ to the deposition of sandstones and marls, which were intercalated with layers of clay, lime and conglomerate, almost through the whole Upper Cretaceous time. More to the north, continental sedimentation with detrital sand- and mudstones predominated. Sediments of cretaceous age in northern Bavaria were mainly conserved in tectonic depressions and karst cavities.

Cretaceo superiore

Durante il Cretaceo inferiore e l'inizio del Cretaceo superiore, la Baviera settentrionale era una terra completamente emersa e pertanto esposta all'erosione e all'alterazione da parte degli agenti esogeni. Solo nelle cavità carsiche si depositarono sabbie, argille (localmente argille variegata) e depositi di ferro. Nel Cenomaniano superiore, il mare guadagnò spazio entrando da sud verso l'Alb Franconiano. Questo evento portò alla deposizione, durante tutto il Cretaceo superiore, di arenarie e marne intercalate con argille, limi e conglomerati nel Golfo di Regensburg. Verso nord la sedimentazione in ambiente continentale era dominata da arenarie e argilliti. I sedimenti del Cretaceo nella Baviera settentrionale sono principalmente conservati nelle depressioni tettoniche e nelle cavità carsiche.

Bryozoenkolonien zeugen vom Meeresvorstoß in der Oberkreide.

Bryozoan colonies document a marine transgression in the Upper Cretaceous.

Les colonies de bryozoaires sont les témoins d'une transgression marine du Crétacé Supérieur.

Questa colonia di bryozoa documenta la trasgressione marina avvenuta nel Cretaceo superiore.

Estas colonias de briozoos evidencian una trasgresión marina del Cretácico Superior.

Crétacé supérieur

Pendant le Crétacé Inférieur et le début du Crétacé Supérieur, la Bavière septentrionale était une province entièrement émergée et donc soumise à l'altération et à l'érosion. Dans les cavités karstiques se déposent des sables, des argiles (parfois colorés) et du minerai de fer. Au cours du Cénomanién Supérieur, la mer gagne du terrain par le sud vers l'Alb Franconien. Ceci conduisit dans le "Golf de Regensburg" à des dépôts de grès et de marnes en intercalation avec des couches d'argiles, de calcaires et de conglomérats, pendant la période entière du Crétacé Supérieur. Plus au nord, une sédimentation continentale de grès et mudstones contenant des galets prédominait. Les sédiments d'âge crétacé de Bavière septentrionale sont principalement conservés dans des dépressions tectoniques et des cavités karstiques.

Cretácico Superior

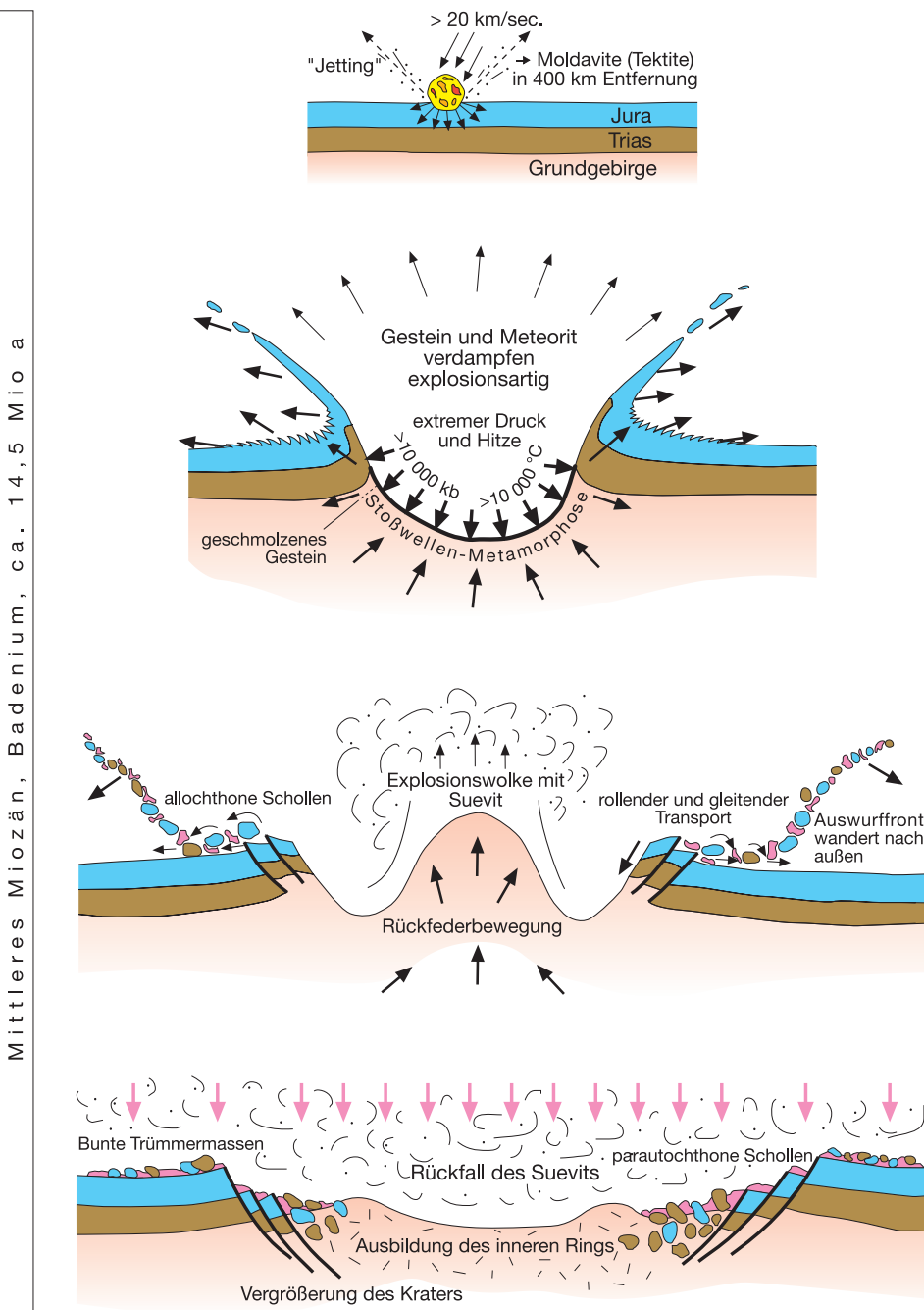
Entre el Cretácico Inferior y el inicio del Cretácico Superior, el norte de Baviera se encontraba emergido y sometido a meteorización y erosión. En algunas cavidades kársticas se depositaron arenas, arcillas (ocasionalmente rojizas) y menas de hierro. En el Cenomaniano Superior, una transgresión marina procedente del sur, avanzó hacia la Fränkische Alb. Ello provocó que, en el „Golfo de Regensburg“, durante la mayor parte del Cretácico Superior, se depositaran arenas y margas con intercalaciones de arcillas, calizas y conglomerados. La zona septentrional siguió sometida a la dinámica continental, de manera que los sedimentos cretácicos se han conservado principalmente en depresiones tectónicas y cavidades kársticas.



Ries-Auswurfmassen

Der Einschlag eines Asteroiden mit circa 1 km Durchmesser vor etwa 14,5 Millionen Jahren im Bereich der heutigen Alb schuf einen 750 m tiefen und 25 km weiten Krater. Stoßwellenmetamorphose und Aufschmelzung erfassten die umgebenden Gesteine. Bunte Trümmermassen wurden aus dem Krater geschleudert oder mehrere 10er-Kilometer auf das Umland überschoben. Sie bilden heute eine chaotische Decke aus

Gesteinsfragmenten unterschiedlichen Alters und Größen vom Staubkorn bis zu riesigen Gesteinschollen. Rückfedern des Kraterbodens nach dem Impact legte das kristalline Grundgebirge frei. Als Fallout der Explosionswolke überdeckte anschließend eine graue Breccie mit hohem Kristallin- und Glasanteil, der sogenannte „Suevit“, die Landschaft.





Grauer Suevit überlagert das starke Relief der Bunten Trümmernmassen.

The distinct relief of the colored debris of the Ries ejecta is overlain by grey „Suevit“.

La „Suevite“ grise recouvre le relief marqué, formé par les débris d'éjecta du Ries.

Il rilievo formato dal detrito varicolore eiettato dal Ries è ricoperto dal grigio „Suevit“.

Los relieves abruptos que forman los detritos del material de eyección del Ries están recubiertos por „Suevit“ gris.



Ejecta of Ries impact

Approximately 14.5 Million years ago the impact of an asteroid about 1 km in diameter formed a crater 750 m deep and 25 km wide in today's Alb. Shock-wave metamorphism and melting afflicted the surrounding rocks. Colored debris was ejected from the crater or overthrust upon the surrounding areas for several 10 km. The ejecta constitute a chaotic nappe containing rock fragments of all ages and sizes (up to 0.1 km³). The elastic rebound of the crater bottom exposed the crystalline basement. A grey fallout breccia with high crystalline and glass content („Suevit“) redeposited in and around the crater.



Ejecta de l'impact du Ries

Il y a environ 14.5 millions d'années, l'impact d'un astéroïde d'à peu près 1 km de diamètre créa un cratère profond de 750 m et 25 km de largeur dans l'Alb d'aujourd'hui. Métamorphisme dû à l'onde de choc, et fusion affectèrent les roches environnantes. Des débris colorés furent éjectés du cratère ou bien furent repoussés de plusieurs dizaines de kilomètres sur les régions environnantes. Ils forment une couverture chaotique de fragments rocheux de tout âge et de toute taille (jusqu'à 0,1 km³). Le rebond élastique du fond du cratère exposa le socle cristallin. Une brèche grise, provenant des retombées du nuage d'explosion (fall-out) contenant beaucoup de fragments cristallins et vitreux („Suevite“) recouvrit le paysage.



Proiezioni del cratere „Ries“

Circa 14,5 milioni di anni fa l'impatto di un asteroide, di circa 1 km di diametro, causò la formazione, nell'attuale regione del Alb, di un cratere profondo 750 m e largo 25 km. Le rocce circostanti furono interessate da metamorfismo da impatto e da fusione. Il detrito variamente colorato fu scagliato fuori dal cratere o trasportato per decine di chilometri nelle aree circostanti. Questo materiale costituisce una coltre caotica che comprende frammenti di roccia di ogni età e dimensione (fino a 0,1 km³). Il ritorno elastico del fondo del cratere fece emergere il basamento cristallino. Lungo il bordo del cratere si ridepositò una breccia di caduta grigiastro contenente alte percentuali di basamento cristallino e di vetro (Suevit).



Material de eyección del impacto del Ries

Hace aproximadamente 14,5 millones de años, un asteroide de cerca de un km de diámetro impactó en la actual área de la Alb, generando un cráter de 750 m de profundidad y 25 km de diámetro. Las rocas de la zona de impacto se fundieron y las circundantes se vieron afectadas por un metamorfismo producido por las ondas de choque. Detritos de diversos colores fueron proyectados a decenas de kilómetros de distancia del cráter. Este material constituye un nivel caótico de fragmentos de rocas de diferentes edades y tamaños (hasta 0,1 km³). El rebote elástico en la base del cráter provocó el afloramiento del basamento cristallino. El cráter y sus alrededores quedaron recubiertos por una brecha gris con alto contenido en cristales y vidrio („Suevit“).

Dunkle Glasfetzen und Gesteinsfragmente liegen in der grauen Grundmasse des Suevits.

Dark glass scraps and rock fragments are embedded in the grey matrix of the „Suevit“.

Des fragments de roches et de verre sombre sont présents dans la matrice de la "Suevite".

Nella matrice del „Suevit“ si trovano mescolati pezzetti di vetro scuro e frammenti di roccia.

Restos de vidrio oscuro y fragmentos de roca están embebidos en la matriz gris de „Suevit“.

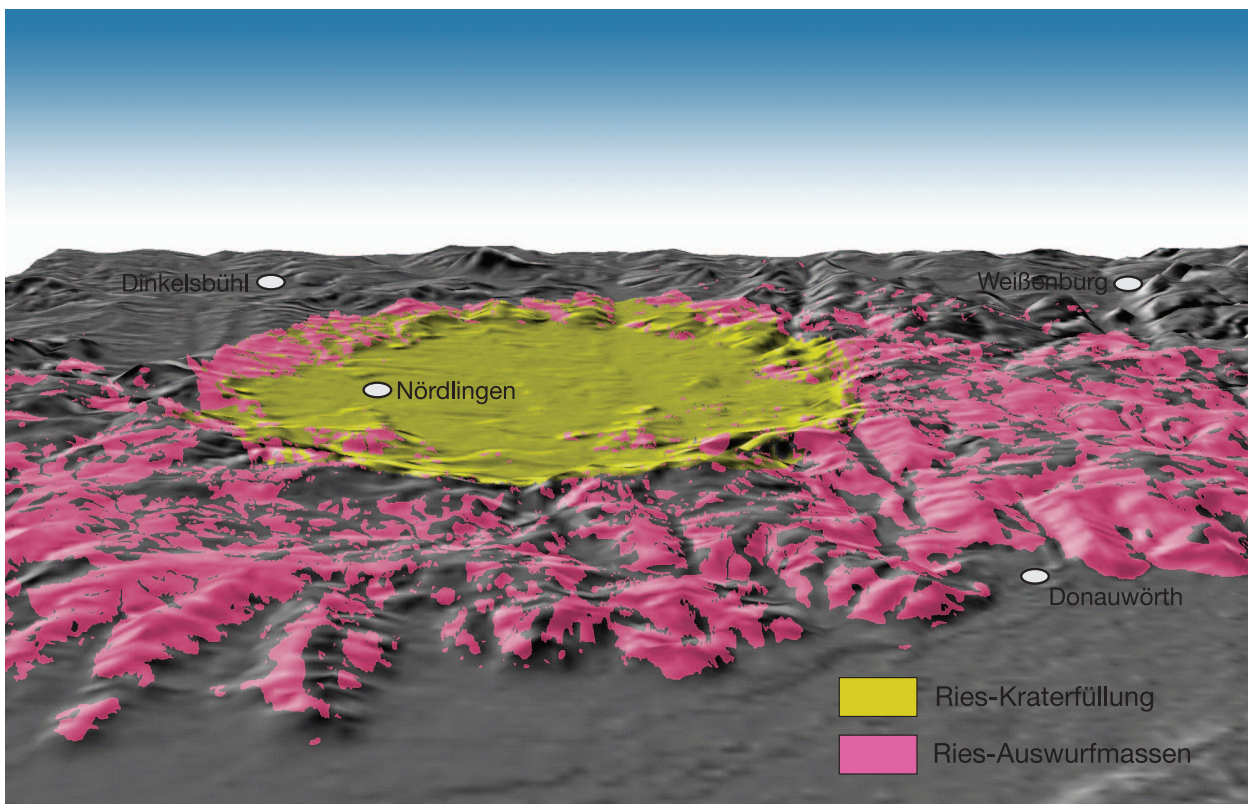
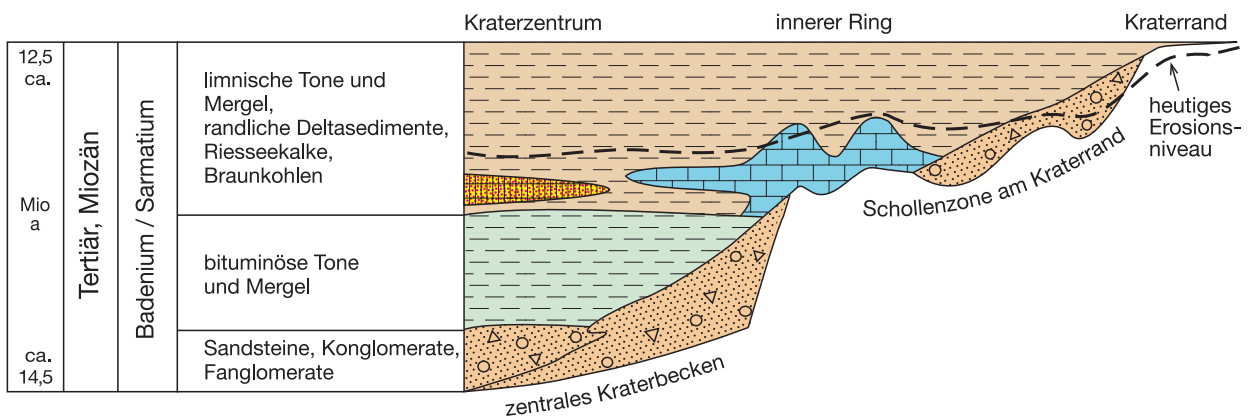




Ries-Kraterfüllung

Nach dem Meteoriten-Einschlag entstand ein abflussloser, meist flacher Brackwassersees. Schlammströme und Bäche schwemmten Gesteinsschutt in den Krater, am Kraterrand bildeten sich Deltaschüttungen. In dem sauerstoffarmen Milieu lagerte sich eine mächtige Abfolge von bituminösen Tonen und Mergeln ab. Mit der Zeit sank der Salzgehalt im Wasser, am Rand des

Sees wuchsen Kalkalgenriffe und Travertin setzte sich ab. Braunkohleflöze gehen auf moorige Verlandungsbereiche zurück. Nach etwa 2 Millionen Jahren war der Krater bis zu seiner Oberkante aufgefüllt. Erst seit dem Pliozän legte die Erosion den Kraterrand wieder frei.



Quelle der schattierten Reliefkarte:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., © DLR 2004



Ries basin deposits

After the asteroid impact, a mostly shallow brackish water lake without outlet was formed. Mud flows and creeks deposited debris at the crater bottom and as deltaic bedding at its rim. In an oxygen-depleted environment, a thick sequence of bituminous clays and marls developed. Gradually, the salt content of the water decreased. The marginal regions of the lake were characterized by algal reefs and travertine. Peaty areas developed into lignitic seams. After about 2 million years, the crater was filled up to its rim. Erosion did not expose the crater rim before the Pliocene.



Rempimento del cratere „Ries“

Dopo l'impatto del meteorite, colate di fango e smottamenti depositarono detrito nel fondo del cratere. Lungo il suo bordo si instaurò una sedimentazione di tipo deltizio che portò alla formazione di un lago poco profondo e salmastro privo di emissari. In questo ambiente poco ossigenato si depositò una sequenza di argille e marne bituminose. La salinità dell'acqua diminuì gradualmente con il passare del tempo. Lungo la riva del lago si formarono scogliere algali e travertino, mentre nelle torbiere aveva luogo la deposizione di strati di lignite. Dopo circa 2 milioni di anni il cratere fu completamente riempito dai sedimenti. L'erosione mise a nudo il cratere solo durante il Pliocene.

Die Wasserschnecke *Hydrobia trochulus* lebte massenhaft im Riessee.

The freshwater snail *Hydrobia trochulus* inhabited the Ries lake in masses.

Le gastéropode dulçaquicole *Hydrobia trochulus* vivait en masse dans le lac du Ries.

Il gasteropode dulciocoloro *Hydrobia trochulus* viveva in massa nel lago di Ries.

El gasterópodo de agua dulce *Hydrobia trochulus* vivió en grandes masas en el lago del Ries.

Am Rand des Riessees wuchsen Kalkalgenriffe.

At the margins of the Ries lake grew algal reefs.

Des constructions récifales algaires se développèrent sur les marges du lac du Ries.

Lungo il margine del lago di Ries si svilupparono scogliere di alghe calcaree.

En los márgenes del lago del Ries crecieron arrecifes de algas calcáreas.



Remplissage de cratère du Ries

Après l'impact météoritique, des torrents de boue et des ruisseaux déposèrent des débris dans le fond du cratère ainsi que des remblais deltaïques sur ses bords et formèrent un lac clos à eaux saumâtres peu profondes. Dans cet environnement appauvri en oxygène, une séquence épaisse d'argiles et de marnes bitumineuses se développa. La salinité de l'eau baissa graduellement. Des récifs algaires et du travertin se développèrent en bord de lac. De la lignite se développa dans les zones tourbeuses. Deux millions d'années plus tard, le cratère était complètement rempli. L'érosion n'exposa à nouveau les bords du cratère qu'au début du Pliocène.



Relleno del cráter de impacto del Ries

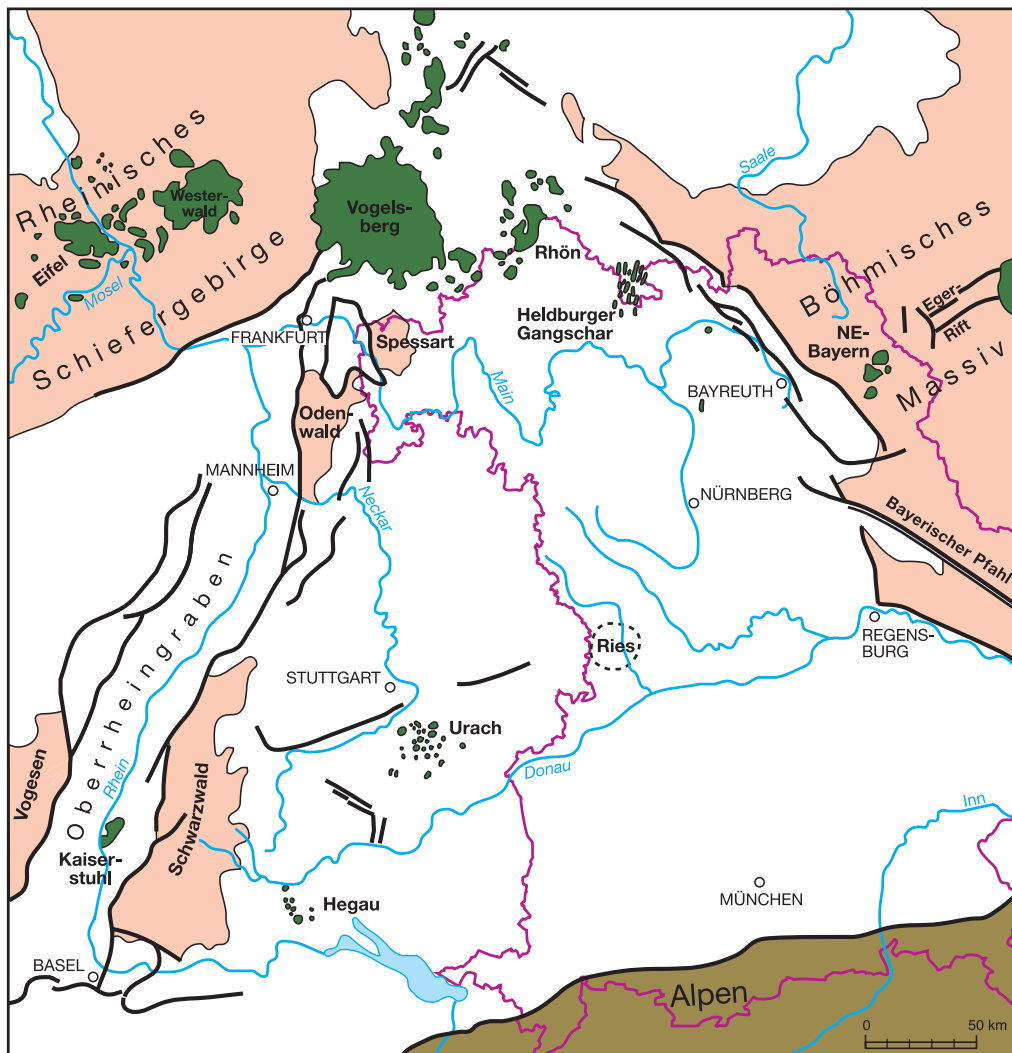
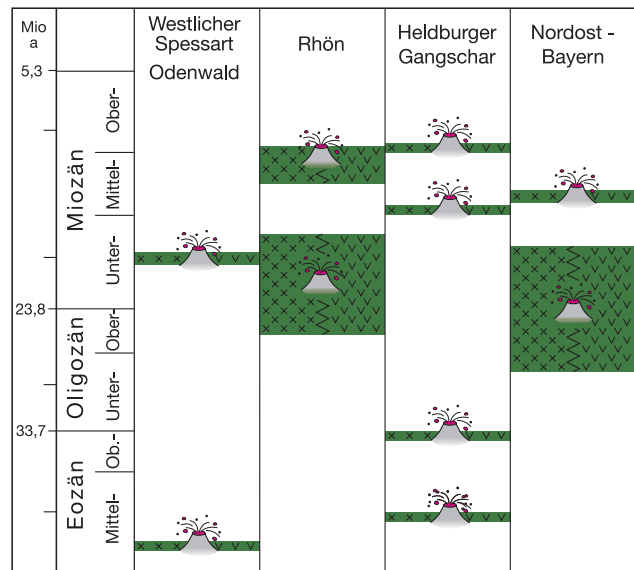
Después del impacto del asteroide, en el cráter se formó un lago somero, salobre, de régimen endorreico. En él se depositaron materiales detríticos y en sus márgenes se formaron pequeños deltas. En un ambiente reductor se depositó luego una potente secuencia de arcillas bituminosas y margas. Una disminución gradual de la salinidad desde las zonas centrales del lago a su periferia, permitió el desarrollo de arrecifes de algas calcáreas y travertinos. Esas áreas evolucionaron luego a zonas pantanosas, formándose yacimientos de lignito. Dos millones de años más tarde, el cráter se había colmatado por completo. A partir del Plioceno los procesos erosivos dejaron el borde definitivamente al descubierto.





Basalt

Die Vulkanite der Rhön, der Heldburger Gangschar und in Nordost-Bayern sind Zeugen des känozoischen Intraplattenvulkanismus in Mitteleuropa. Hauptsächlich im Oligozän und Miozän drangen an tiefreichenden Bruchsystemen alkali-basaltische Magmen an die Oberfläche. Die zahlreichen Eruptionszentren in Nordost-Bayern stehen in engem Zusammenhang mit einem kontinentalen Rifting: der Entwicklung des Egergrabens, eines ostnordost-verlaufenden tektonischen Grabensystems. Als Dokumente des Vulkanismus sind oft Reste von Tuff- und Lavadecken erhalten, letztere mit schön ausgebildeten Basaltsäulen. Gänge und Füllungen von Förder-schlotten formen markante erosionsresistente Bergkegel und andere Hürtlingsstrukturen.





Basaltic volcanics

The volcanic rocks from the Rhön, the Heldburg dyke swarm and Northeast-Bavaria originate from the Cenozoic intraplate volcanism in Middle Europe. Mainly during Oligocene and Miocene, alkali-basaltic magmas ascended to the surface through deep reaching fault systems. Various eruption centers in Northeast-Bavaria are related to the continental rifting of the east-north-east-striking Eger trench. Conserved are mostly relicts of tuff and lava layers, the latter often with beautifully shaped basalt pillars. Dykes and pipe fillings form prominent cones and other relict-mountains.



Basalto

Le rocce vulcaniche del Rhön, del sistema di dicchi di Heldburg e di tutta la Baviera nord-orientale si sono originate dal vulcanismo intraplacca verificatosi nell'Europa centrale durante il Cenozoico. Soprattutto durante l'Oligocene e il Miocene, si ebbe la risalita in superficie, lungo sistemi di faglie profonde, di magmi alcalino-basaltici. I numerosi centri eruttivi della Baviera nord-orientale sono associati al rifting continentale associato al graben di Eger, orientato in direzione est-nord-est. Si rinvencono frequentemente preservati gli strati di tufo e di lava, quest'ultimi presentano spesso meravigliosi esempi di basalto colonnare. I dicchi ed i filoni di riempimento dei condotti vulcanici formano prominenti coni e altre strutture montuose relitte.

Polygonale Säulen sind typische Abkühlungsstrukturen in Basalten.

Polygonal columns are typical cooling structures in basalts.

Les colonnes polygonales sont des structures typiques du refroidissement des basaltes.

Le colonne poligonali sono una struttura di raffreddamento tipica del basalto.

Las columnas poligonales son estructuras típicas de enfriamiento de los basalts.

Tertiär-Basalte bilden als Härtlinge markante Kuppen.

Tertiary basalts form prominent hilltops (monadnocks).

Les basaltes tertiaires forment des collines marquantes, appelés monadnocks.

I basalti terziari formano le sommità di marcati rilievi collinari.

Los basalts terciarios forman farallones con cumbres prominentes.



Basalte

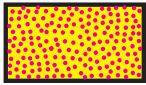
Les vulcanites du Rhön, de dykes d'Heldburg et le nord-est de la Bavière proviennent du volcanisme intraplaque du Cénozoïque d'Europe Centrale. Principalement durant l'Oligocène et le Miocène, les magmas alkalibasaltiques se frayèrent un chemin jusqu'en surface à travers des systèmes de failles profonds. Les nombreux centres d'éruption du nord-est de la Bavière sont en relation avec le rifting continental du graben d'Eger, orienté ENE. Fréquemment conservées, sont des reliques de couvertures de tuff et de lave, ces dernières le plus souvent avec des prismes basaltiques déjà formés. Les dykes et les remplissages de cheminées volcaniques forment des cônes saillants et autres structures reliques.



Basalto

Las rocas volcánicas del Rhön, del noreste de Baviera y de enjambre de diques de Heldburg, se originaron por un vulcanismo intraplaca que se desarrolló en el centro de Europa durante el Cenozoico. Principalmente durante el Oligoceno y el Mioceno, magmas basálticos alcalinos ascendieron hasta la superficie a través de sistemas de fallas profundas. Varios de los centros de erupción del noreste de Baviera se relacionan con la apertura continental y formación de la fosa Eger, de rumbo estnoreste. De este vulcanismo se preservan relictos de tobas y coladas de lava, las cuales usualmente exhiben hermosas columnatas de basalto. Diques y chimeneas basálticas forman conos prominentes y otras estructuras en forma de barra.

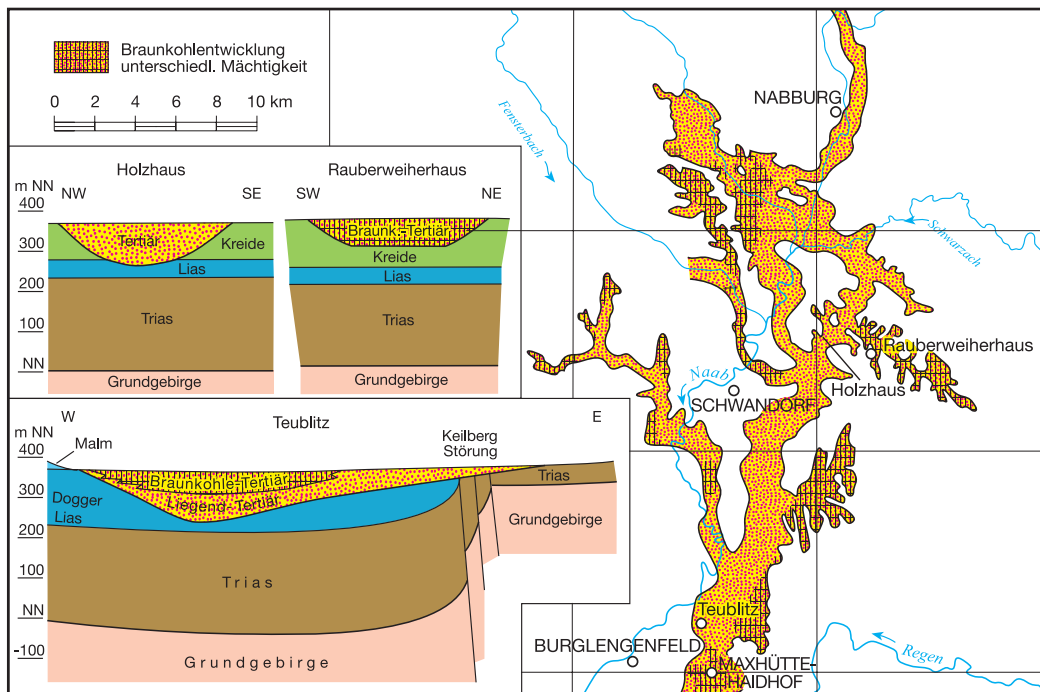
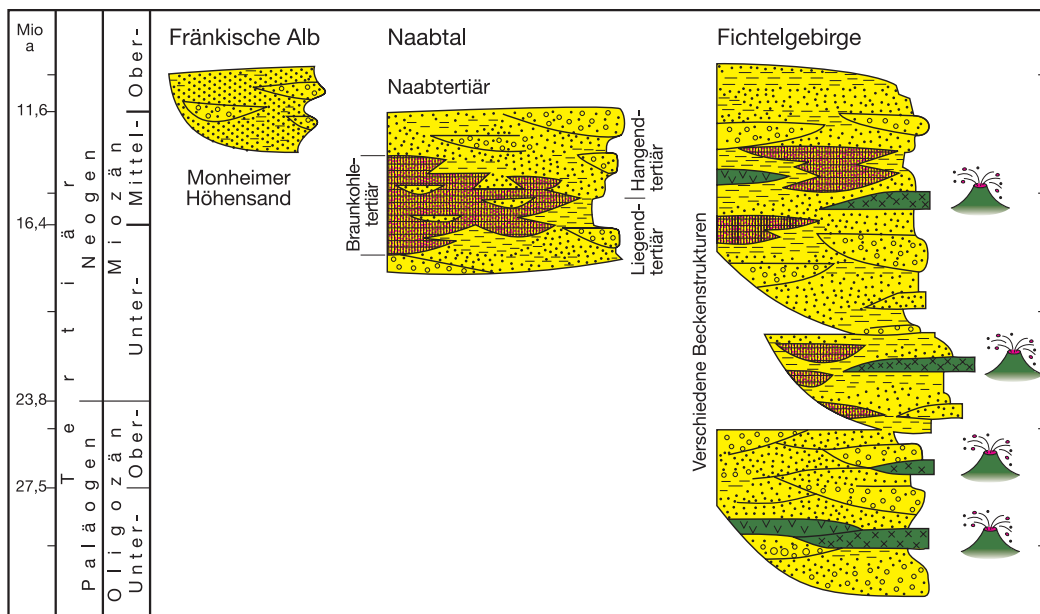




Tertiär, ungegliedert

In Becken- und Tallagen nördlich der Donau blieben Abtragungsprodukte des nordostbayerischen Grundgebirges von miozänem und teils oligozänem Alter erhalten: quarzreiche, oft feldspat- oder kaolinführende Kiese, Sande und Feinsedimente. Einige Vorkommen mit Vulkanit-Einschaltungen im Fichtelgebirge östlich von Bayreuth stehen in Zusammenhang mit dem Egergraben-Rifting. Das Naabtertiär nördlich von Regensburg und Tertiär-

Vorkommen entlang des Grundgebirgsrandes zwischen Regensburg und Passau stellen Füllungen von Flusstälern dar. Bei steigendem Grundwasserspiegel entstanden aus der reichen Vegetation mächtige Braunkohlenschichten, die früher im Tagebau gewonnen wurden. Die Monheimer Höhensande östlich des Rieses sind Ablagerungen des nach Süden abgeflossenen „Ur-Mains“.





Tertiär-Braunkohle wurde als Energierohstoff abgebaut.

Tertiary lignite has been mined for energy purposes.

La lignite Tertiaire était exploitée en tant que source d'énergie.

La lignite terziaria è stata estratta come materiale per uso energetico.

Los lignitos terciarios fueron explotados como material energético.

Tertiary undifferentiated

North of the Danube river within basins and valleys, Miocene and some Oligocene degradation sediments are conserved: quartz-rich, often feldspar- or kaolin-bearing gravel, sands and fine sediments. Deposits with volcanic intercalations in the Fichtelgebirge east of Bayreuth are related to the rifting of the Eger trench. The Naab Tertiary north of Regensburg and similar deposits along the basement margin to Passau represent valley fillings. Their thick brown-coal deposits were mined in former times. East of the Ries crater, the Monheim sands were deposited by a south-oriented predecessor of the Main river.

Tertiaire indifférentié

Au nord du Danube, dans les bassins et vallées, sont conservés des produits d'altération du socle nord-est bavarois du Miocène et pour partie de l'Oligocène: graviers, sables et fins sédiments riche en quartz, souvent à prépondérance en feldspathes et kaolin. Les dépôts avec intercalations de vulcanites dans le Fichtelgebirge, à l'est de Bayreuth, sont à mettre en relation avec le rifting du graben d'Eger. Le Tertiaire de Naab, au nord de Regensburg, et les dépôts en bord de socle s'étirant jusqu'à Passau représentent des remplissages de vallées. Leurs dépôts épais de lignite furent autrefois exploités. Les sables de Monheim, à l'est du cratère du Ries, furent déposés par un prédécesseur de la rivière Main, d'orientation sud.

Terziario indifferenziato

A nord del fiume Danubio i sedimenti alterati del Miocene e di parte dell'Oligocene sono preservati nei bacini e nelle valli. Si tratta di ghiaie, sabbie e sedimenti fini con quarzo, e spesso contenenti feldspati o caolino. I depositi con inclusioni di vulcaniti nel „Fichtelgebirge“, ad est di Bayreuth, sono associati al rifting del graben di Eger. Il Terziario de Naab, a nord di Regensburg, e i depositi simili lungo il margine del basamento fino a Passau costituiscono il riempimento di valli. In questi bacini si trovano spessi depositi di lignite bruna, in passato estratti in miniere a cielo aperto. Ad est del cratere di Ries, le sabbie di Monheim, sono state deposte da un fiume che scorreva verso sud, predecessore dell'attuale Main.

Terciario no diferenciado

Al norte del río Danubio se conservan sedimentos miocenos y oligocenos producto de la degradación del basamento cristalino del noreste de Baviera. Son gravas con cuarzo, feldespato o caolín, arenas y detríticos finos. Unos depósitos con intercalaciones volcánicas en el Fichtelgebirge, al este de Bayreuth, se relacionan con el rifting de la depresión de Eger. El Terciario de Naab, al norte de Regensburg, y acumulaciones similares a lo largo del margen del basamento hasta Passau, representan rellenos de valles, incluyendo potentes depósitos de lignito que en el pasado fueron explotados en minas a cielo abierto. Al este del Ries, las arenas de Monheim fueron depositadas por un antecesor del Río Main que fluía en dirección sur.

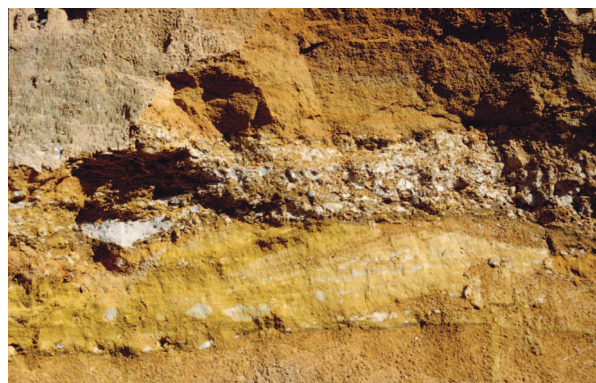
Der Monheimer Höhensand belegt einen nördlichen Zufluß zum Molassebecken.

The Monheim sands document a northern inflow into the molasse basin.

Le sable de Monheim amène la preuve d'un écoulement venant du nord dans le bassin molassique.

Le sabbie di Monheim documentano un apporto sedimentario proveniente da nord verso il bacino della molassa.

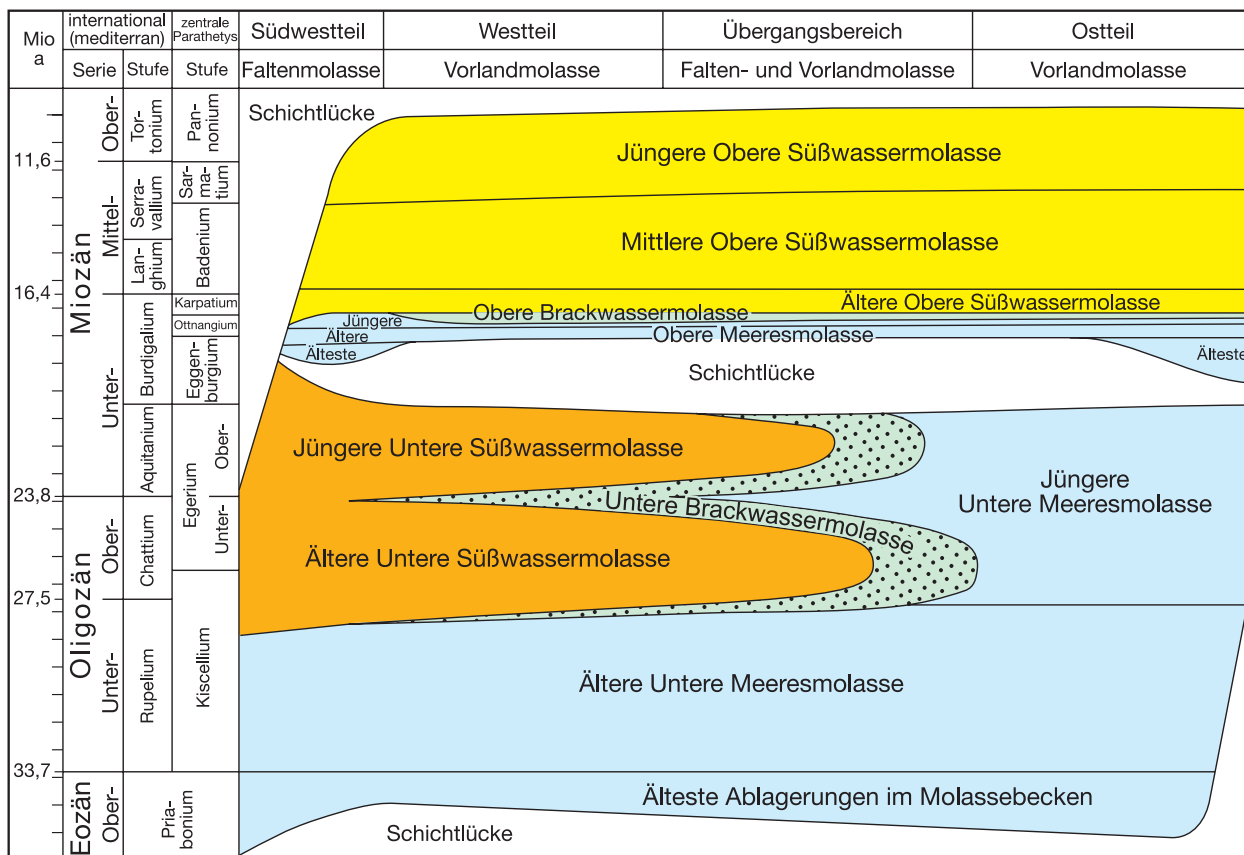
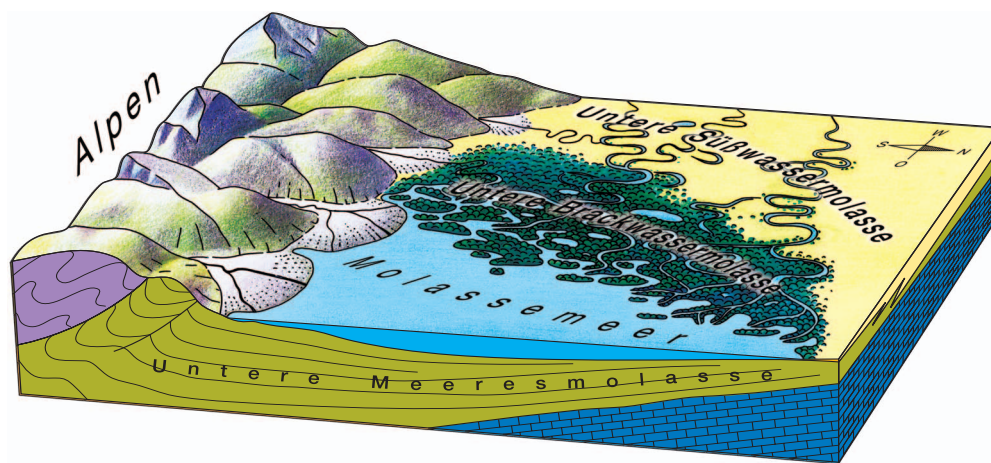
Las Arenas de Monheim reflejan el aporte de sedimentos desde el norte hacia la cuenca de molasa.



Molasse

Als die Alpen zu einem Hochgebirge aufstiegen, bildete sich in ihrem nördlichen Vorland eine langgezogene Senke, das „Molassebecken“. In diesen Trog wurde der Abtragungsschutt (Feinsedimente, Sande und Kiese) aus den Bergen geschüttet, der heute zum Teil verfestigt ist. Im Zusammenspiel von Sedimentanlieferung, Einsinken

des Beckens und Meeresspiegelschwankungen wurde in zwei großen Zyklen jeweils das ursprüngliche Meer („Meeresmolasse“) von Festland („Süßwassermolasse“) abgelöst. Der Südteil der Molasse am Alpenrand, die „Faltenmolasse“, ist im Gegensatz zur „Vorlandmolasse“ noch in den alpinen Deckenbau einbezogen.





Molasse

With the Alps emerging as an orogen, their northern foreland developed an elongated depression. This molasse basin received all the mountain debris: fine sediments, sands and gravel, some of which were consolidated since. The interaction of sediment supply, basin subsidence and sea-level fluctuations led to shifts between a marine („Marine Molasse“) and a continental environment („Freshwater Molasse“) in two great cycles. In contrast to the „Foreland Molasse“, the „Folded Molasse“ of the northern margin of the Alps is part of the alpine nappe structures.



Molassa

Il sollevamento delle Alpi determinò la formazione di fronte all'orogeno (nord), di una depressione allungata (avanfossa). Questo bacino di molassa accoglieva il detrito proveniente dall'erosione delle montagne costituiti da sedimenti fini, sabbia e ghiaia, in parte già consolidati. L'interazione tra l'apporto sedimentario, la subsidenza del bacino e le fluttuazioni del livello del mare portarono al progressivo riempimento del bacino e al passaggio da depositi di ambiente marino („Molassa marina“) a depositi di ambiente continentale („Molassa di acqua dolce“), che costituiscono due grandi cicli deposizionali. A differenza della Molassa di avanfossa, la Molassa deformata, che rappresenta il margine settentrionale delle Alpi, fa parte di una coltre alpina di ricoprimento.

Haifisch- und Mastodonzahn symbolisieren den mehrfachen Fazieswechsel in der Molasse.

Shark and mastodon teeth symbolize repeated facies changes in the molasses.

Les dents de requin et de mastodonte symbolisent les changements répétés de faciès dans la molasse.

Denti di squalo e di mastodonte documentano i rapidi cambiamenti di facies che si osservano nei depositi della molassa.

Dientes de tiburón y de mastodonte representan los reiterados cambios de facies en la molasa.

Die Alpenfaltung hat auch Molasse-Konglomerate erfasst.

The Alpine orogeny included also molasse conglomerates.

Les conglomérats molassiques furent aussi inclus dans l'orogène alpine.

I conglomerati della molassa sono stati coinvolti nell'orogenesi alpina.

Los conglomerados de la molasa también se vieron involucrados en la orogénesis Alpina.



Molasse

Alors que les Alpes s'élevèrent pour former une chaîne de montagne, une dépression allongée se forma à leur front. Ce bassin molassique reçut les débris du démantèlement de la chaîne: sédiments fins, sables et graviers qui depuis lors se consolidèrent en partie. Les interactions entre l'alimentation en sédiments, la subsidence du bassin et les fluctuations du niveau marin conduisirent à deux grands cycles de changements environnementaux marins ("molasse marine") à continentaux ("molasse d'eau douce"). Contrairement à la "molasse d'avant-pays", la "molasse plissée" au front nord des Alpes fait partie des structures de nappes de charriage alpines.



Molasa

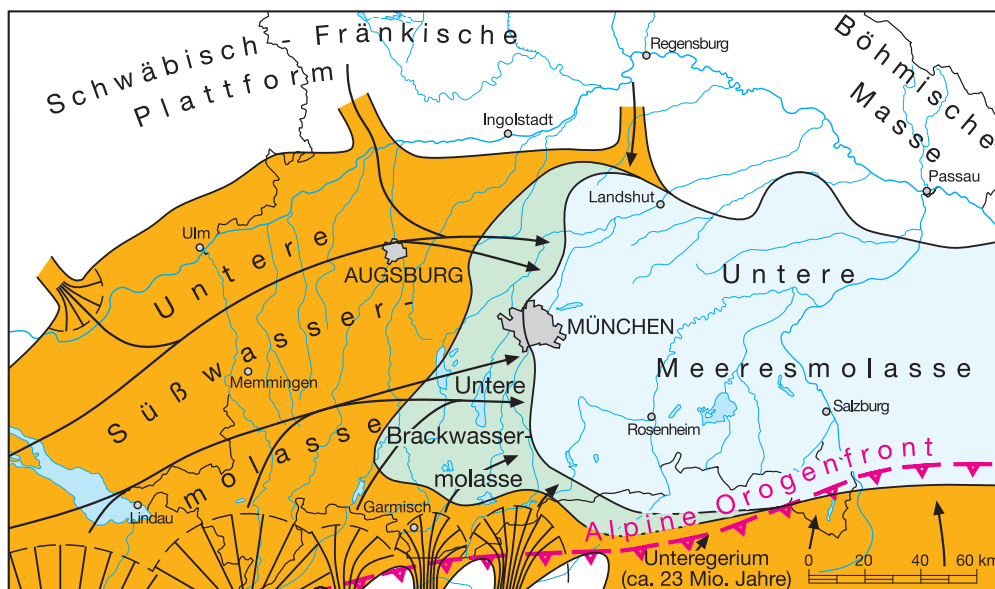
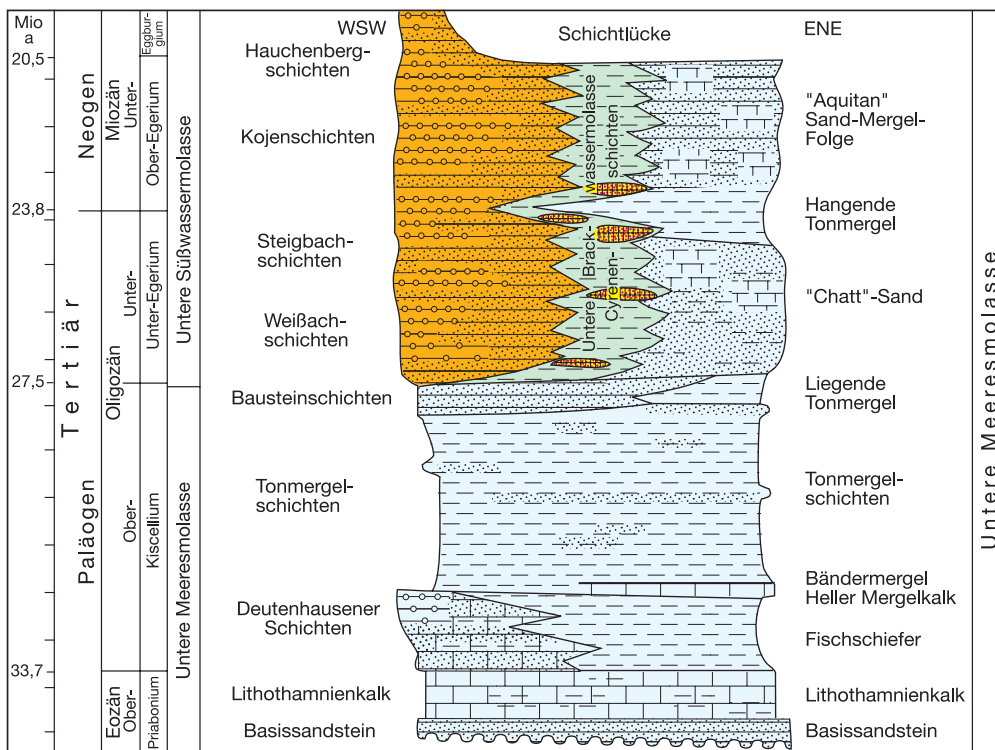
Con el ascenso del orógeno de los Alpes, se desarrolló hacia el norte, en el antepaís alpino, una depresión elongada. En esta cuenca molásica se acumularon todos los detritos provenientes de las montañas: sedimentos finos, arenas y gravas, los cuales actualmente están parcialmente consolidados. La interacción entre suministro de sedimento, subsidencia de la cuenca y fluctuaciones del nivel del mar, permite distinguir dos ciclos mayores: ambas de ambiente marino („molasa marina“) y continental („molasa de agua dulce“). A diferencia de la „molasa de antepaís“, en el margen norte de los Alpes la „molasa plegada“ quedó incorporada a las estructuras alpinas.



Untere Meeresmolasse, Untere Süßwassermolasse

Im östlichen Alpenvorland hielt die Ablagerung von überwiegend Feinsedimenten und Sanden der Unteren Meeresmolasse bis ins Untermiozän an. Im westlichen Teil des Beckens dagegen wurde das Meer bereits ab dem Oberoligozän von riesigen Schuttfächern aus Kies, Sand und – zum Beckeninnern zunehmend – von Feinsedimenten verdrängt. Diese Untere Süßwassermolasse bildet

im Allgäu die morphologisch auffälligen „Nagelfluhketten“. Im Küstenbereich des Molassemeeres entstanden aus den Sumpfwäldern der Unteren Brackwassermolasse die späteren Pechkohlevorkommen der Faltenmolasse, die bis in die jüngere Vergangenheit abgebaut wurden.





Lower Marine Molasse, Lower Fresh-water Molasse

In the eastern alpine foreland, the deposition of predominantly fine sediments and sands of the Lower Marine Molasse lasted until Lower Miocene time. In the western part of the basin, giant debris fans of gravel, sand and fine sediments towards the basin replaced the ocean as from the Upper Oligocene. This Lower Fresh-water Molasse constitutes the morphological prominent „Nagelfluh“ chains in the Allgäu. In the brackish water of coastal areas, the Lower Brackish-water Molasse facies developed. From its swamp forests resulted the pitch-coal deposits of the Folded Molasse, which have been quarried until the year 1972.

Molassa marina inferiore, Molassa dell'acqua dolce inferiore

Nella porzione orientale dell'avampaese alpino la deposizione della Molassa Marina Inferiore, costituita da sedimenti prevalentemente fini e da sabbie, durò fino al Miocene inferiore. A partire dall'Oligocene superiore la parte occidentale del bacino era stata riempita da giganteschi coni di deiezione formati da ghiaie, sabbie e sedimenti fini. Questa Molassa di acqua dolce costituisce le catene di Nagelfluh, morfologicamente rilevanti nell'Allgäu. Nelle acque salmastre sviluppate lungo l'area costiera si svilupparono le facies relative alla Molassa di acqua salmastra. Dalle foreste annegate si sono formate i giacimenti di carbone („Pechkohle“) che si rinvengono nella molassa piegata e che sono stati sfruttati sino a tempi recenti.

Die Pechkohleflöze der Unteren Brackwassermolasse waren Ziel intensiven Bergbaus.

The pitch-coal seams of the Lower Brackish-water Molasse were the target of intense mining.

Les filons de jais de la Molasse d'Eau Saumâtre Inférieure furent la cible d'une intense exploitation.

Gli strati di carbone della molassa inferiore di acqua salmastra sono stati sfruttati intensamente.

Los niveles de carbón de la molasa inferior de agua salobre fueron un apetecido objetivo minero.

Konglomerate, Sand- und Mergelsteine sind in der Faltenmolasse steil aufgerichtet oder überkippt.

In the folded molasse, conglomerates, sandstones and marls are steeply erected or inverted.

Dans la molasse plissée, les conglomérats, les grès et les marnes sont fortement redressés ou bien inversés.

Nella „molassa piegata“ gli strati di conglomerati, arenarie e marne si presentano verticalizzati o rovesciati.

En la molasa plegada, las capas de conglomerados, areniscas y margas se encuentran muy inclinadas o están invertidas.

Molasse marine inférieure, Molasse d'eau douce inférieure

Dans l'est de l'avant-pays alpin, les dépôts dominants de sédiments fins et de sables de la Molasse Marine Inférieure durèrent jusqu'au Miocène Inférieure. Dans la partie occidentale du bassin et à partir de l'Oligocène Supérieur, d'énormes cônes de déjection formés de graviers, de sables et de sédiments fins repoussèrent l'océan. Cette Molasse d'Eau Douce constitue les chaînes de „Nagelfluh“, à morphologie marquante, de l'Allgäu. Dans les eaux saumâtres des zones côtières, se développa le faciès de la Molasse d'Eau Saumâtre. De ses forêts marécageuses se sont formés les futurs gisements de jais de la Molasse Plissée, qui furent exploités jusqu'à peu.

Molasa de agua dulce inferior, Molasa marina inferior

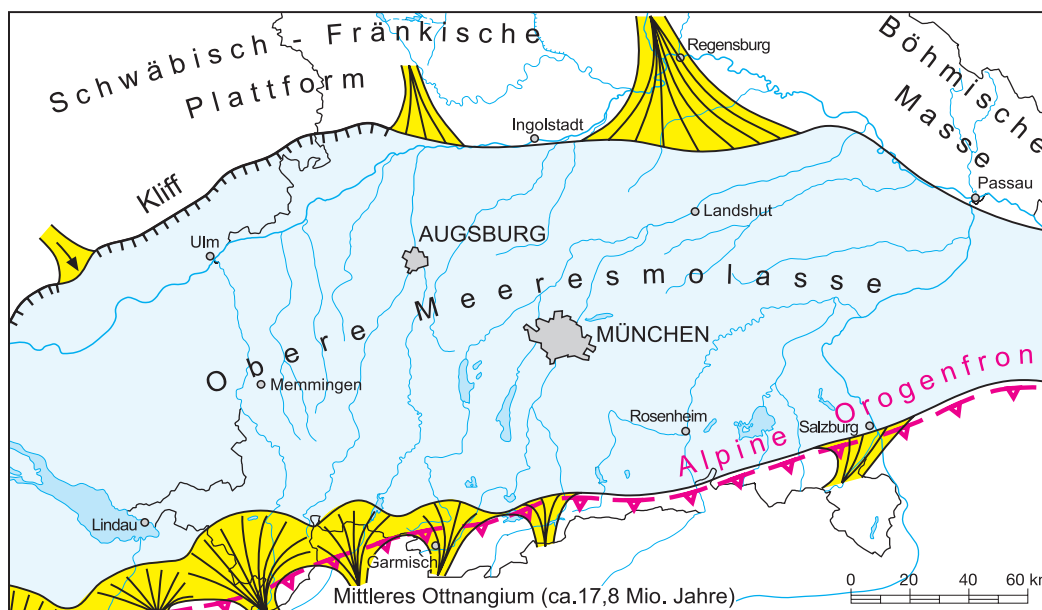
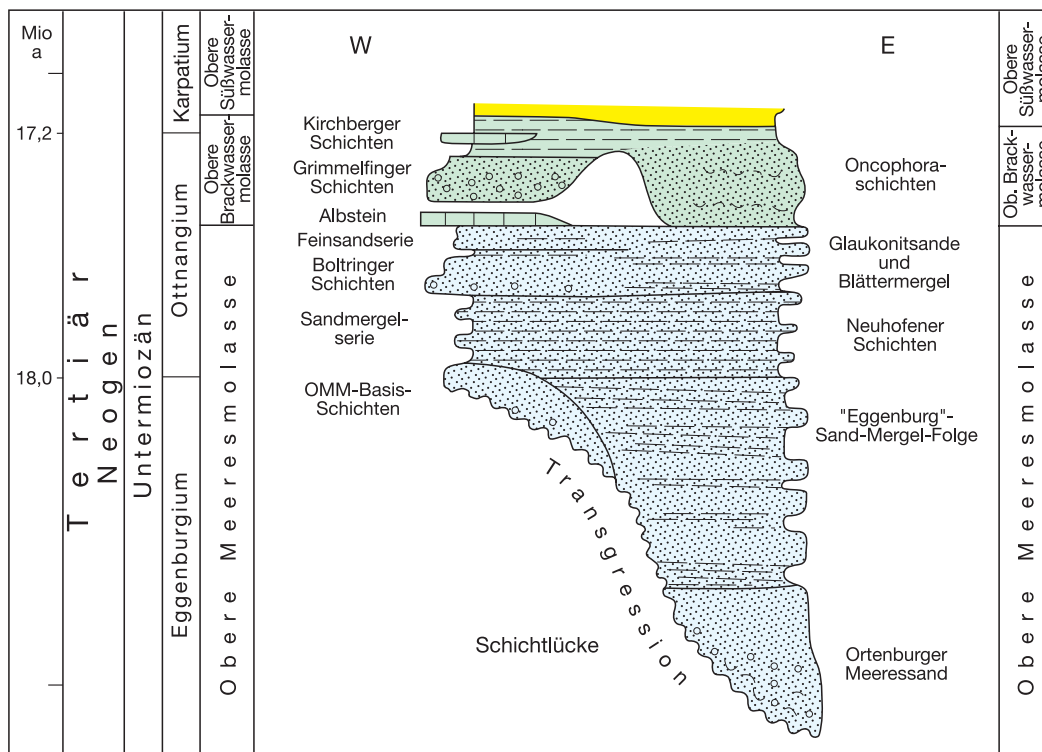
En la zona oriental del antepaís alpino predominó, hasta el Mioceno Medio, la deposición de sedimentos finos y arenas, características de la molasa marina inferior. A partir del Oligoceno Superior, en el sector occidental de la cuenca, el mar fue desplazado por grandes abanicos sedimentarios de gravas, arenas y detritos finos. Esta molasa de agua dulce inferior constituye en el Allgäu las conspicuas cadenas morfológicas „Nagelfluh“. En las aguas salobres de las áreas costeras se desarrollaron facies de molasa inferior de agua salobre y selvas pantanosas. Los restos de aquellas selvas generaron los depósitos de carbón („Pechkohle“) de la molasa plegada, los cuales estuvieron en explotación hasta tiempos recientes.



Obere Meeresmolasse

Während des Untermiozäns überflutete das Meer ein letztes Mal das gesamte Alpenvorland. Die Feinsedimente und Sande dieser „Oberen Meeresmolasse“ sind durch das Mineral Glaukonit teilweise intensiv grün gefärbt. In den Kalksteinen des Jura westlich von Ingolstadt finden sich be- reichsweise Reste einer Kliffküste am ehemaligen

Nordrand des Meeres. Brandungshohlkehle und Bohrmuschellöcher sind stellenweise bis heute erhalten. Die Obere Brackwassermolasse, eine teilweise fossilreiche Abfolge aus Sanden, Feinsedimenten und Süßwasserkalken, belegt den faziellen Übergang zur Oberen Süßwassermolasse.





Muschelschill der Oberen Brackwassermolasse wurde zeitweise als Hühnerfutter gewonnen.

Temporarily bivalve shells of the Upper Brackish-Water Molasse have been quarried for chicken feed.

Les coquilles de bivalves de la Molasse Saumâtre Supérieure furent utilisées de temps en temps comme nourriture pour la volaille.

Raramente, per produrre mangime per volatili sono state utilizzate le conchiglie dei bivalvi fossili estratte dai depositi della molassa salmastra superiore.

Esporádicamente se extrajeron conchas de bivalvos fósiles de la molasa superior salobre para fabricar alimento para aves.

Upper Marine Molasse

During the Lower Miocene, the ocean flooded the whole alpine foreland for the last time. Some of the deposited fine sediments and sands are intensively greenish colored by mineral glauconite. West of Ingolstadt, in limestones of the Franconian Jura, locally relicts of a cliffed coast representing the northern margin of the former ocean can be found. In places, wave-cut notches and rock-borer holes are still preserved. The Upper Brackish-water Molasse, a partially fossil-rich sequence of sands, fine sediments and freshwater limestones, documents the facies change to the Upper Freshwater Molasse.

Molasse marine supérieure

Durant le Miocène Inférieur, l'océan inonda entièrement une dernière fois l'avant-pays alpin. Les fins sédiments et les sables déposés sont en partie intensément coloré en vert par la glauconite. Dans le calcaire jurassique à l'ouest d'Ingolstadt se trouve localement des reliques d'une falaise côtière, représentante de la marge septentrional de l'océan de l'époque. Des marques de ressac ainsi que des empreintes d'animaux perforateurs sont encore préservées. La Molasse Supérieure d'Eau Saumâtre, une séquence de sables, de sédiments fins et de calcaires d'eau douce, documente le changement de faciès vers la Molasse d'Eau douce Supérieure.

Molassa marina superiore

Durante il Miocene inferiore, il mare invade per l'ultima volta l'avampaese alpino. Alcuni dei sedimenti fini e delle sabbie deposte appaiono colorate di verde a causa della diffusa presenza del minerale glauconite. Nei calcari giurassici che affiorano a ovest di Ingolstadt si trovano i resti di una costa a falesia che rappresenta il margine settentrionale dell'antico oceano. Localmente, sono preservati i solchi di battente dell'onda e le cavità prodotte dagli organismi litofagi (bivalvi). La Molassa di acqua salmastra superiore è costituita da una successione ricca in fossili di sabbie, sedimenti fini e calcari di acqua dolce che documenta il passaggio di facies ai depositi della Molassa di acqua dolce superiore.

Molasa marina superior

Durante el Mioceno Inferior el mar inundó totalmente, y por última vez, el antepaís alpino. Algunos de sus depósitos son sedimentos finos y arenas, con un intenso color verde, causado por la presencia del mineral glauconita. En algunos sectores al oeste de Ingolstadt, en las calizas jurásicas, se encuentran relictos de acantilados costeros, que representan el límite norte del océano mioceno. En algunos lugares aun se preservan cavidades de rompiente de olas y perforaciones efectuadas por moluscos. El cambio de facies entre la Molasa superior de agua salobre y la Molasa superior de agua dulce queda evidenciado por una secuencia fosilífera de arenas, sedimentos finos y calizas de agua dulce.

Die Kammuschel *Pecten gigas* zeugt vom letzten Meeresvorstoß nach Süddeutschland.

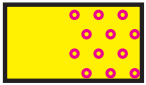
The scallop *Pecten gigas* gives evidence for the last marine invasion into southern Germany.

Le bivalve de type coquille St. Jacques *Pecten gigas* donne la preuve de la dernière invasion marine en Allemagne du sud.

I molluschi *Pecten gigas* documentano l'ultima trasgressione marina avvenuta nella Germania del sud.

El ostrón *Pecten gigas* confirma la última trasgresión marina hacia el sur de Alemania.

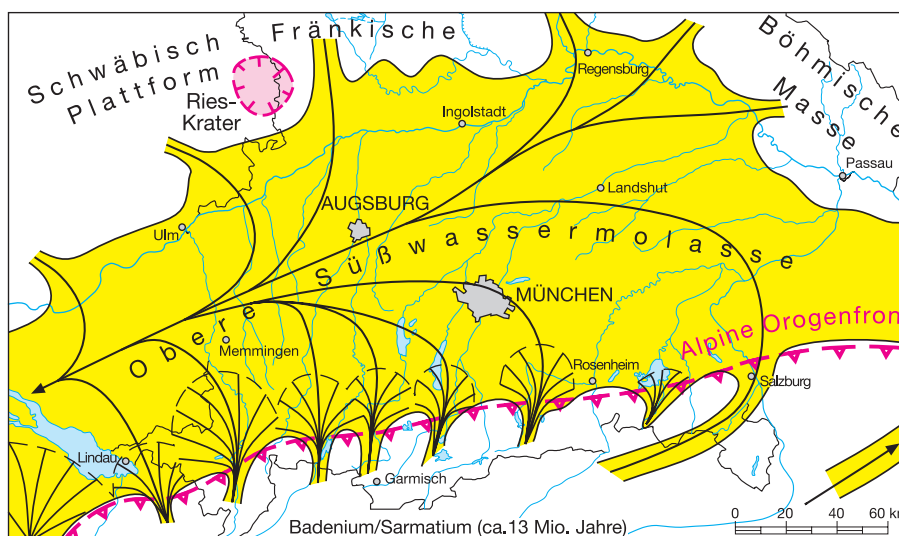
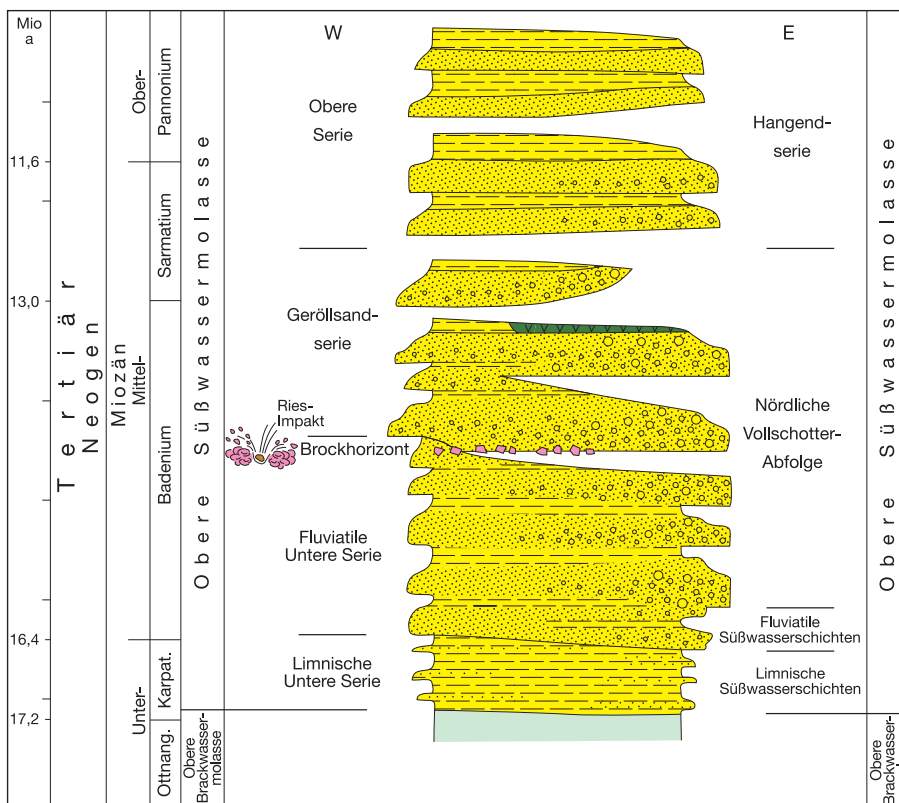




Obere Süßwassermolasse

Mit der Oberen Süßwassermolasse setzten sich im gesamten bayerischen Alpenvorland festländische Verhältnisse durch. Über riesige Schwemmfächer gelangte Schutt aus den Alpen in ein nach Westen gerichtetes Flusssystem. Je nach Transportkraft der Gewässer kamen Kies, Sand oder Feinsedimente zum Absatz, die heute vor allem das „Tertiärhügelland“ zwischen Augsburg und

Passau prägen. Als Besonderheit ist der „Brockhorizont“ zu erwähnen, eine Schicht mit Kalkstein-Auswürflingen, die vom Meteoriteneinschlag im Nördlinger Ries stammen. Lokale Lagen aus quellfähigen Tonmineralen, sogenannter „Bentonit“, weisen auf die Einwehung vulkanischer Aschen hin.





Upper Freshwater Molasse

With the beginning of the Upper Fresh-water Molasse continental conditions prevailed in the alpine foreland. By giant alluvial fans alpine debris was transported into a west-oriented river system. Depending on the transportation capacity of the rivers, gravel, sands or fine sediments were deposited, forming especially the „Tertiärhügelland“ (i.e. Tertiary hilly country) between Augsburg and Passau. A peculiarity represents the „Brockhorizont“ with limestone material ejected by the meteorite impact in the Nördlinger Ries. Locally, layers of swelling clay minerals (bentonite) indicate the transport and deposition of volcanic ashes by air.

Molassa dell'acqua dolce superiore

La Molassa d'acqua dolce superiore documenta la stabilizzazione delle condizioni continentali nell'intero avampaese alpino. Il sedimento veniva trasportato da un sistema fluviale orientato verso ovest e veniva depositato in giganteschi conoidi alluvionali. In funzione della capacità di trasporto dei fiumi vennero depositate le ghiaie, le sabbie e i sedimenti fini che oggi formano le „colline terziarie“ (Tertiärhügelland) tra Augsburg e Passau. Una particolarità è rappresentata dal „Brockhorizont“ costituito da calcari eiettati dall'impatto del meteorite nel „Nördlinger Ries“. Localmente, la presenza di strati di argille bentonitiche indica il trasporto e la deposizione eolica di ceneri vulcaniche.

Kies-Sand-Feinsediment-Wechselfolgen prägen die Obere Süßwassermolasse.

Alternations of gravel, sands and fine sediments mark the Upper Freshwater Molasse.

Des alternances de graviers, de sables et de sédiments fins caractérisent la Molasse d'eau douce supérieure.

Le alternanze di ghiaie, sabbie e sedimenti fini caratterizzano i depositi della Molassa d'acqua dolce superiore.

La alternancia de gravas, arenas y sedimentos finos es característica de la Molasa de agua dulce superior.

Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse bilden die Hügel der durch Hopfenanbau bekannten Hallertau.

Upper Fresh-water Molasse deposits form the hills of the Hallertau, a region well-known for hop growing.

La Molasse d'Eau Douce Supérieure forme les collines de l'Hallertau, connues pour la culture du houblon.

I depositi della Molassa d'acqua dolce superiore formano le colline del Hallertau intensamente coltivate a luppolo.

La Molasa de agua dulce superior forma las colinas de Hallertau, región conocida por sus cultivos de lúpulo.

Molasse d'eau douce supérieure

Avec la Molasse d'eau douce supérieure, des conditions continentales s'établissent dans l'avant-pays alpin entier. Les débris alpins parvenaient, au travers d'éventails alluviaux de taille géants, dans un système fluvial s'orientant vers l'ouest. Dépendant de la capacité de transport des rivières, les graviers, sables et sédiments fins se déposèrent, formant en particulier le „Tertiärhügelland“ (Pays Vallonné Tertiaire) entre Augsburg et Passau. Le „Brockhorizont“ (horizon Brock) présente une particularité avec du matériel calcaire provenant de l'éjecta de l'impact météoritique du Nördlinger Ries. Des couches locales d'argiles gonflantes (bentonite) indiquent un transport aérien et le dépôt de cendres volcaniques.

Molasa de agua dulce superior

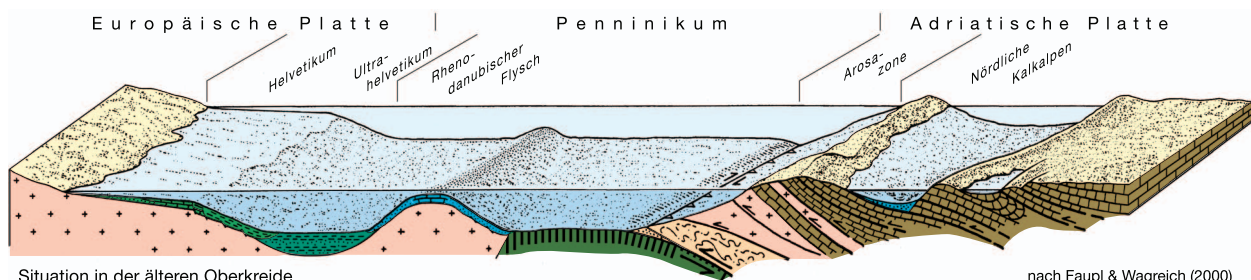
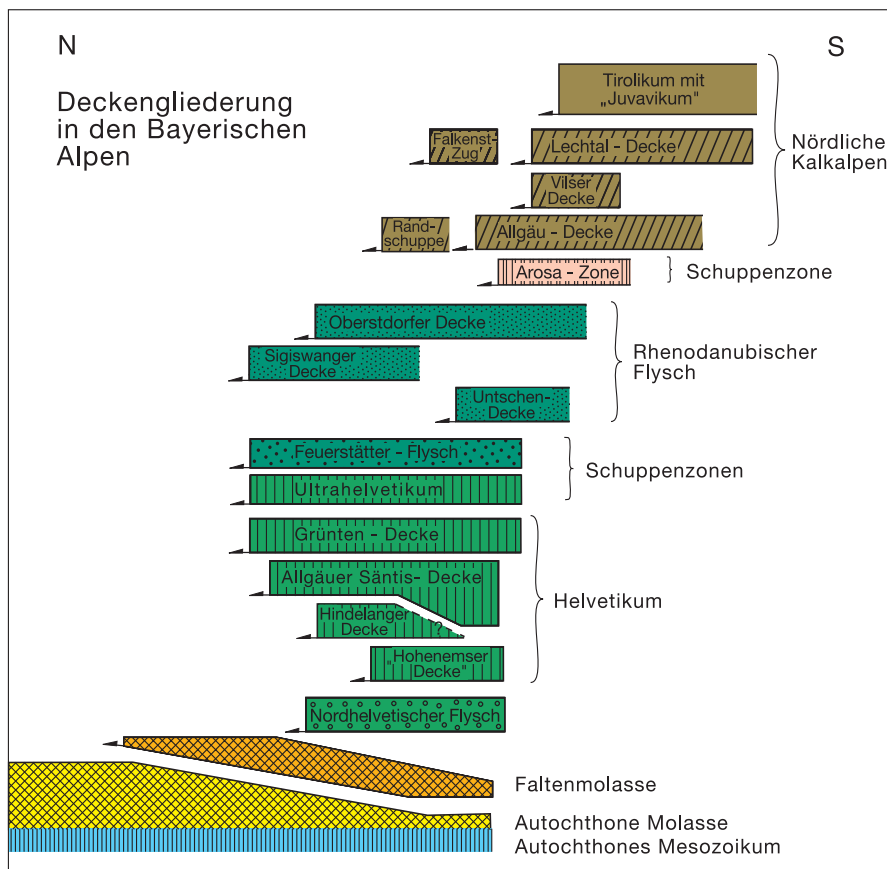
Con el comienzo de las condiciones continentales, la molasa de agua dulce superior evolucionó y prevaleció en el antepaís alpino. A través de grandes zonas aluviales se transportaban los detritos alpinos hacia un sistema de ríos de orientación este-oeste. Dependiendo de la capacidad de transporte de los ríos, se depositaron las gravas, las arenas o los sedimentos finos que actualmente caracterizan el „Tertiärhügelland“ (país de colinas terciarias) entre Augsburg y Passau. Una singularidad es el „Brockhorizont“ (horizonte de fragmentos), compuesto por material calcáreo eyeccionado por el impacto del meteorito en el Nördlinger Ries. Localmente, capas de arcillas expansivas (bentonita) evidencian un transporte aéreo y la consecuente deposición en forma de ceniza volcánica.



Alpen

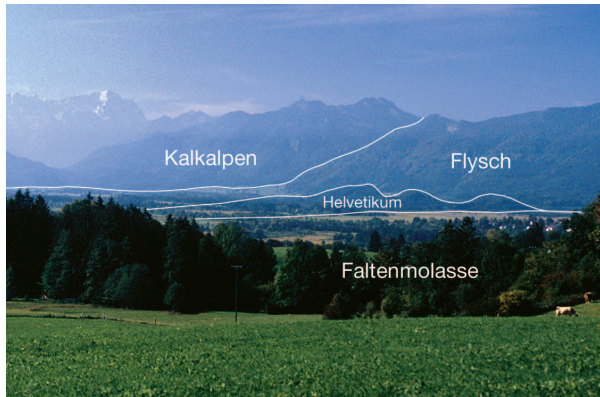
Die Alpen sind ein erdgeschichtlich junges „tektonisches“ Gebirge. Es entstand, als die adriatische Platte in der Kreide nach Norden driftete und sich im Tertiär über den Südrand Europas schob. Die starke Einengung faltete und zerbrach die vorhandenen Gesteinsschichten und ließ Gesteinspakete als „Decken“ großräumig übereinander gleiten. So stammen die Decken der Nördlichen Kalkalpen strukturell vom Nordrand der adriati-

schen Platte, sie wurden bei der Kollision nach Norden verfrachtet. In einem Tiefseeraum zwischen adriatischer und europäischer Platte, dem „Penninikum“, entstanden unter unruhigen Bedingungen die Turbidite des Rhenodanubischen Flyschs. Am südlichen Schelf des europäischen Kontinents wurden die Gesteine des Helvetikums abgelagert. Zwischen den großen Deckensystemen liegen schmale Schuppenzonen.



Situation in der älteren Oberkreide

nach Faupl & Wagreich (2000)



Alps

Representing overthrust mountains the Alps developed when lithospheric plates drifted on each other in the Cretaceous and collided in Tertiary times. By this the northern margin of the Adriatic plate thrust over the southern margin of Europe. The nappes of the Northern Calcareous Alps belonging structurally to the northern margin of the Adriatic plate were transported to the North. In the deep sea between Adriatic and European plate, turbidites of the Rhenodanubian Flysch developed. The rocks of the Helvetic Zone were deposited on the southern shelf of Europe. Between the large nappe systems narrow units are wedged in.



Alpi

Le alpi sono una catena montuosa, con struttura a falde di ricoprimento, che si è formata dalla collisione durante il terziario tra due placche continentali. Il margine settentrionale della placca adriatica è sovrascorso sul margine meridionale della placca europea. Le falde di ricoprimento delle alpi calcaree bavaresi appartengono strutturalmente al margine settentrionale della placca adriatica. In un bacino di mare profondo tra la placca adriatica e europea si sono deposte le torbiditi del flysch reno-danubico (Penninikum). Le rocce della Zona Elvetica si sono deposte lungo il margine continentale meridionale della placca europea. Tra i grandi sistemi di ricoprimento si trovano incuneate sottili unità.

Mächtige, teilweise verfaltete Kalk- und Dolomitfolgen prägen die bayerischen Kalkalpen.

Thick, partially folded limestones and dolomites mark the Bavarian Calcareous Alps.

Les Alpes calcaires bavaroises sont caractérisées par de puissantes formations calcaires et dolomitiques en partie plissées.

Le Alpi Calcaree bavaresi sono caratterizzate da calcari e dolomiti parzialmente piegate.

Potentes capas de caliza y dolomía, parcialmente plegadas, caracterizan los Alpes Calcáreos de Baviera.

Der Deckenbau der Alpen zeichnet sich auch in der Landschaft ab.

The nappe structure of the Alps becomes also apparent in the scenery.

La structure de nappe des Alpes se dessine aussi dans le paysage.

La struttura a falde di ricoprimento delle Alpi si può osservare facilmente guardando il paesaggio.

El edificio estructural de los Alpes se perfila en el paisaje.



Les Alpes

Les Alpes sont des montagnes à structure de nappes de charriage, qui se sont formées lorsque des plaques lithosphériques dérivèrent l'une vers l'autre et entrèrent en collision au Tertiaire. La marge nord de la plaque Adriatique se trouva charriée sur la marge sud de l'Europe. Les nappes de charriage des Alpes Calcaires Septentrionales appartiennent structurellement à la marge nord de la plaque Adriatique. Dans les profondeurs de la mer entre la plaque Adriatique et Européenne, les turbidites du Flysch Rhénodanubien se développèrent. Les roches de la Zone Helvétique se déposèrent sur la marge continentale australe de l'Europe. Entre les grands systèmes de recouvrement existent d'étroites écaïlles.



Alpes

Los Alpes son unas montañas formadas por el apilamiento de mantos de corrimiento, desarrolladas a partir de la deriva de placas litosféricas que acabaron colisionando entre sí en el Terciario. El margen norte de la placa Adriática fue empujado contra el margen sur de la placa Europa. Los mantos de corrimiento de los Alpes Calcáreos Septentrionales representan el margen norte de la placa Adriática. En una región de mar profundo, entre las placas Adriática y Europea, se originaron las turbiditas del Flysch Rhenodanubico. Las rocas de la zona Helvética se depositaron en el sector sur de la plataforma de la placa Europa. Los sistemas de mantos de corrimiento incluyen láminas cabalgantes de orden menor.





Nördliche Kalkalpen: Perm bis Obertrias

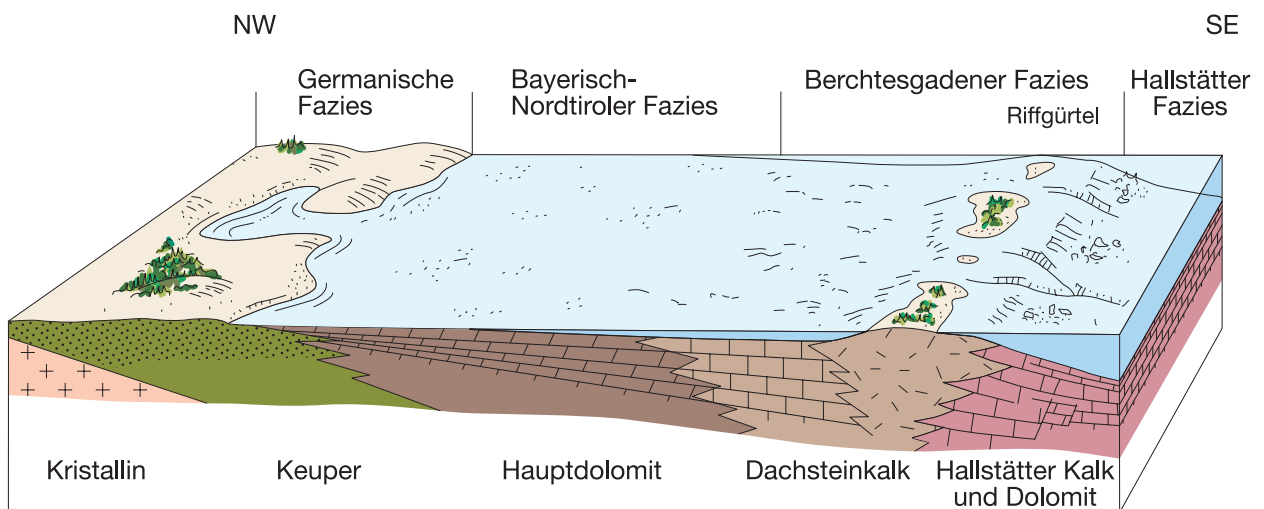
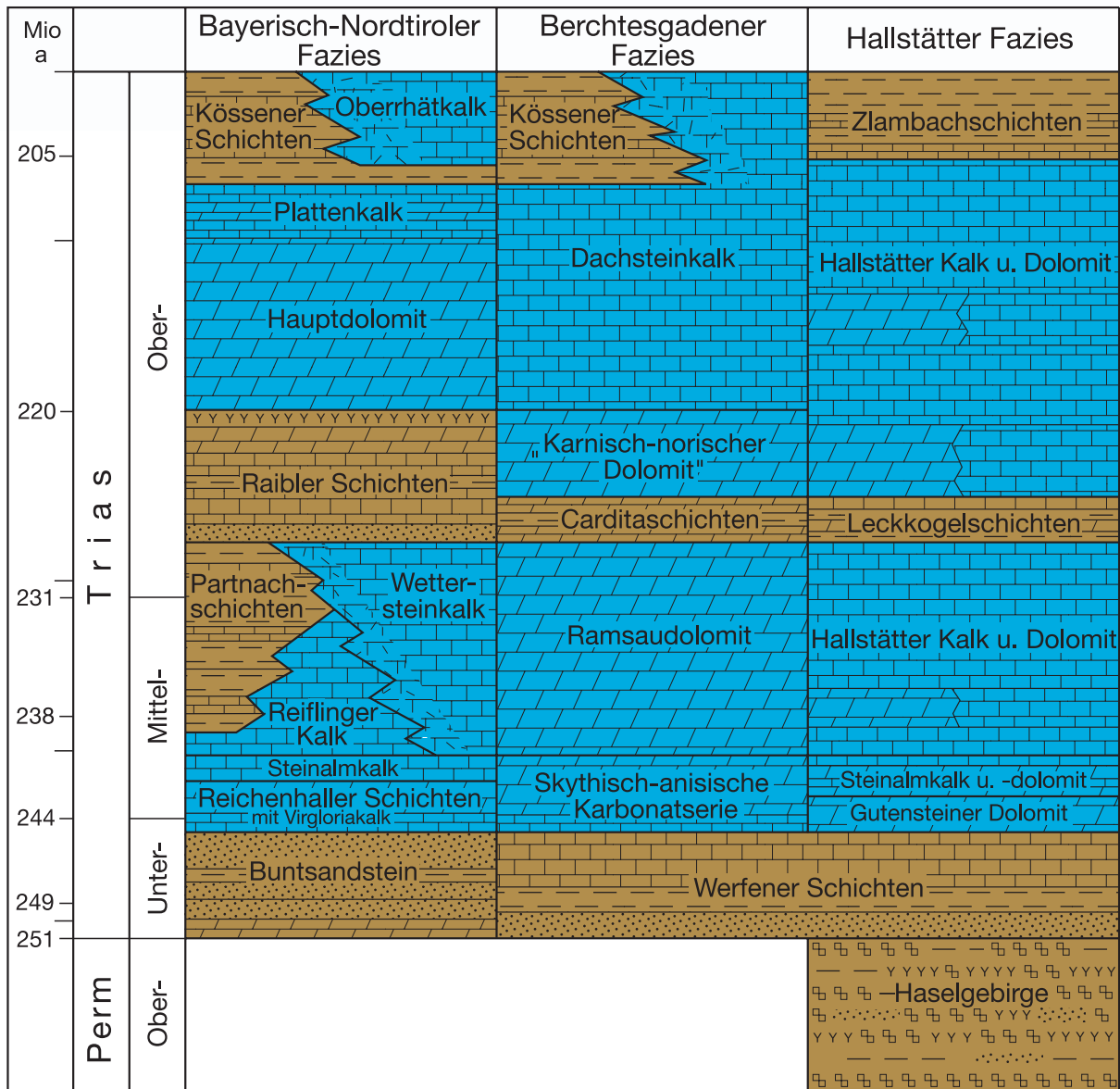


Nördliche Kalkalpen: Jüngere Obertrias

Mächtige Karbonatgesteine der Trias prägen die Landschaften der Nördlichen Kalkalpen. Ihre Schichtfolge beginnt im Oberperm mit salinaren Ablagerungen, die jedoch nur im Osten Bayerns erhalten sind. In der Untertrias folgen im Westen Sandsteine, im Osten auch kalkreichere Sedimente. Starkes Wachstum kalkbildender Organismen in einem tropischen Schelfmeer der Mitteltrias führte zur Entwicklung mächtiger Riff- und Lagunensedimente, die beispielsweise die Zugspitze aufbauen; zeitgleich entstanden geringermächtige Beckenfüllungen. Nach Einschüttung von klastischem Material in der Älteren Obertrias (Carnium) bildeten sich in der Mittleren Obertrias (Norium) erneut mächtige Karbonatgesteine in einer von Riffen gesäumten, ausgedehnten Lagune. Diese Kalk- und Dolomitsteine prägen heute die Allgäuer und Berchtesgadener Alpen. Im jüngeren



Norium wandelte sich das seichte Schelfmeer, in das nun verstärkt festländisches Material eingetragen wurde, großenteils in ein flaches Becken mit raschem Wechsel von klastischen und kalkigen Sedimenten. In der Jüngeren Obertrias (Rhaetium) folgten über diesen Serien wieder Riffriffe. Bereits seit der Mitteltrias grenzte im Süden an dieses Schelfmeer („Bayerisch-Nordtiroler Fazies“ und „Berchtesgadener Fazies“) ein tieferes Meer mit teils kondensierten, karbonatischen Gesteinen („Hallstätter Fazies“).



nach Scholz (1981)



Northern Calcareous Alps: Permian – Upper Triassic, Younger Upper Triassic

Thick layers of Triassic carbonate rocks characterize the landscape of the Northern Calcareous Alps. The sequence begins in Upper Permian time with saliniferous deposits. In the Lower Triassic, sandstones follow in the west, in the east also sediments richer in carbonate. Strong growth of calcite-forming organisms in a tropical shelf sea during the Middle Triassic led to the development of thick reef and lagoon sediments (e.g. Zugspitze). Contemporaneously, thin basin fillings developed. After the influx of clastic material in the Older Upper Triassic (Carnian), again thick carbonate rocks were deposited in an extensive reef-bordered lagoon in the Middle Upper Triassic (Norian). These limestones and dolomites characterize the present-day Allgäu and Berchtesgaden Alps. In the younger Norian, the shallow shelf sea, with increased influx of terrestrial material, changed to a mainly shallow basin with repeated interbedding of clastic and calcareous sediments. In the Younger Upper Triassic (Rhaetian), reef limestones prevailed. To the south of this predominantly shallow shelf sea (Bavarian/North-Tyrolean facies), a deeper ocean with partially condensed carbonate rock series (Hallstatt facies) was situated already since Middle Triassic times.

Verkarsteter Dachsteinkalk prägt die Hochplateaus der Berchtesgadener Alpen.

Karstified Dachstein limestone marks the plateaus of the Berchtesgaden Alps.

Les calcaires karstifiés du Dachstein marquent les hauts-plateaux des Alpes de Berchtesgaden.

I calcari carsificati del „Dachstein“ segnano l’altopiano delle Alpi del „Berchtesgaden“.

Las calizas karstificadas del Dachstein caracterizan las mesetas de los Alpes de Berchtesgaden.

Bayerns höchster Berg zeigt Wettersteinkalk über gebankten Kalken der Mitteltrias.

Bavaria's highest mountain displays Wetterstein limestone above bedded limestones of Middle Triassic age.

Le plus haut sommet bavarois expose le calcaire massif du Wetterstein, au-dessus des calcaires lités du Trias Moyen.

La montagna più alta della Baviera mostra i calcari massicci del „Wetterstein“ al di sopra de calcari stratificati de Triassico medio.

La montaña más alta de Baviera presenta calizas masivas del Wetterstein sobre bancos de calizas del Triásico medio.

Alpes calcaires septentrionales: Permien-Trias supérieur, Trias sommital

D'épaisses formations carbonatées d'âge Trias caractérisent le paysage des Alpes Calcaires Septentrionales. La séquence commence au Permien Supérieur avec des dépôts salifères, exclusivement conservés dans l'est. Au Trias Inférieur, à l'ouest succédèrent des grès, à l'est des sédiments plus riches en carbonate. La forte croissance des organismes constructeurs à l'intérieur d'une mer de marge continentale conduisit au développement de puissantes formations récifales et lagunaires (par ex. Zugspitze). Au même moment un remplissage moins important du bassin se poursuivit. Après un flux de matériel clastique au Trias supérieur ancien (Carnien), la sédimentation revint à des dépôts carbonatés importants dans une lagune bordée de récifs. Ces calcaires et dolomites caractérisent aujourd'hui les Alpes de l'Allgäu et de Berchtesgaden. A la fin du Trias supérieur mayien (Norien), dû à un flux intensifié de matériel terrestre, la mer de marge continentale se transforma en un bassin peu profond avec des intercalations répétées de sédiments clastiques et calcaires. Au Trias supérieur sommital (Rhétien), les calcaires récifaux dominent. Un océan profond avec des séries carbonatées condensées (Faciès d'Hallstatt) bordait déjà cette marge au Trias Moyen (faciès Bavarois/Nord-Tirolien).





Gebankte Kössener Schichten sind tektonisch gegen massigen Oberrätkalk versetzt.

Bedded Kössener layers are structurally displaced against massive limestones of the Upper Rhaetian.

Les couches litées du Kössen sont tectoniquement décalées contre les Calcaires du Rhétien Supérieur.

I banchi che formano gli strati di Kössen sono strutturalmente dislocati contro gli strati di calcare massiccio del Retico superiore.

Los bancos de los estratos de Kössen están estructuralmente dislocados contra las calizas masivas del Rético Superior.

Alpi calcaree Bavaresi: Permiano – Triassico superiore, Triassico superiore giovane

Il paesaggio delle Alpi calcaree settentrionali è caratterizzato da spessi strati di rocce carbonatiche triassiche. La successione inizia nel Permiano superiore con depositi evaporitici (sali). Nel Triassico inferiore, si depositano a ovest delle sabbie mentre, ad est dei sedimenti ricchi in carbonati. Nel Triassico medio si assiste ad un grande sviluppo di organismi costruttori, in condizioni di mare poco profondo e di clima tropicale, che determinò lo sviluppo di una estesa scogliera e la deposizione di sedimenti lagunari (p.e. Zugspitze). Contemporaneamente, sedimentavano sottili depositi di riempimento di bacino. Durante il Triassico superiore antico (Carnico), si registra un aumento degli apporti detritici in contrasto con la deposizione, avvenuta nel Triassico superiore medio (Norico), di rocce carbonatiche tipiche dell'ambiente di scogliera-laguna. Questi calcari e dolomiti oggi formano le alpi del „Allgäu“ e de „Berchtesgaden“. Nel Norico superiore, l'aumento degli apporti detritici determinò il cambiamento delle condizioni nel bacino che, da mare di piattaforma, diventò un bacino poco profondo in cui si depositavano alternanze di sedimenti clastici e carbonatici. Il Triassico superiore giovane (Retico) è dominato dalla deposizione di calcari di scogliera. A sud di questo bacino di mare poco profondo (Bayerisch-Nordtiroler Fazies), si sviluppò già a partire dal Triassico medio un oceano profondo dove sedimentavano successioni carbonatiche parzialmente condensate (Hallstädter Fazies).

Verwitterung legt stellenweise große Korallenstöcke im Oberrätkalk frei.

Weathering exposes locally large coral heads in limestones of the Upper Rhaetian.

L'altération a localement mis à jour des bancs de coraux du Rhétien Supérieur.

Localmente l'alterazione mette a nudo le scogliere coralline del Retico superiore.

Localmente, debido a intemperismo afloran restos de corales en calizas del Rético Superior.

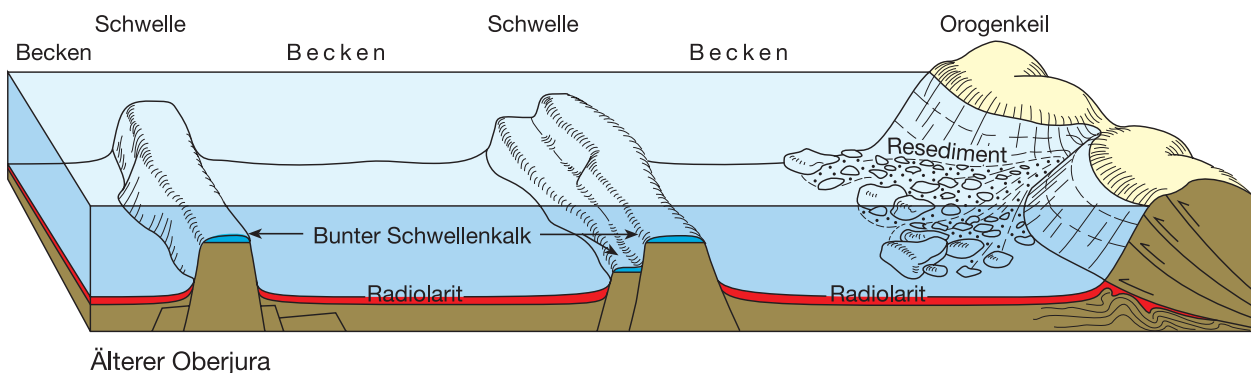
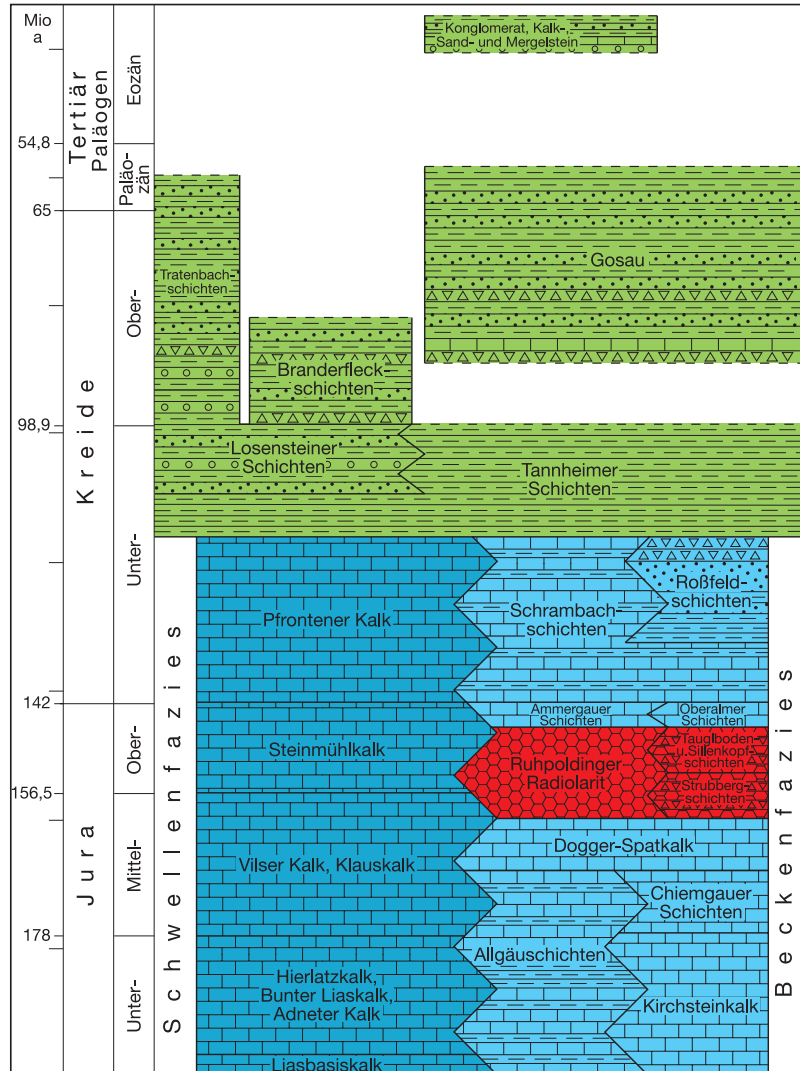
Alpes Calcaires Septentrionales: Pérmico – Triásico Superior; Triásico Superior tardío

Los Alpes Septentrionales se caracterizan por potentes capas de rocas carbonáticas triásicas que destacan en el paisaje. La secuencia estratigráfica comienza en el Pérmico Superior con depósitos salinos. Luego, en el Triásico Inferior, se depositaron areniscas en las áreas occidentales y sedimentos con alto contenido en carbonatos en las zonas orientales. Un fuerte incremento de la población de organismos bioconstructores, en un mar de plataforma tropical, provocó en el Triásico Medio el desarrollo de un potente arrecife y sedimentitas de laguna (por ejemplo: Zugspitze). Al mismo tiempo se formaron delgados rellenos de cuenca. Después del influjo detritico del Triásico Superior temprano (Carniense), se formaron en el Triásico Superior medio (Noriense) nuevas rocas carbonáticas de gran espesor, en un ambiente de laguna rodeado por un arrecife. Estas rocas caracterizan los Alpes de Allgäu y de Berchtesgaden. A principios del Noriense aumentaron los aportes terrígenos, pasándose rápidamente de sedimentos carbonáticos a clásticos y de unas condiciones de plataforma marina somera a unas de cuenca poco profunda. En el Triásico Superior tardío (Retiense) se restablecieron las condiciones ambientales que permitían el desarrollo de arrecifes calcáreos. A partir del Triásico Medio, el mar somero de plataforma (facies Bávaras/Tirol del norte) quedó conectado por el sur con un mar más profundo, en el cual se formaron unas rocas calcáreas que se encuentran parcialmente consolidadas (facies de Hallstatt).



Nördliche Kalkalpen: Jura, Kreide, Alttertiär

Zu Beginn der Jurazeit zerbrach der Schelf in Becken mit oft kieseligen Kalk- und Mergelsteinablagerungen. Auf langsam sinkenden Schwellen entstanden meist geringmächtige, bunte Kalksteine. In Tiefseebereichen bildete sich ab dem Jüngeren Mitteljura (Callovium) Radiolarit, darüber lagerten sich bis in die Jüngere Oberkreide (Aptium) mächtige, besonders feinkörnige Kalksteine ab, die heute manche Gipfel formen. Ab dem Mitteljura kam es im Raum Berchtesgaden zu Umlagerungen von feinem Material bis zu riesigen Schollen. Resedimentation begleitete auch in der älteren Oberkreide die Hauptanlage des gesamten Deckenbaues. Über das Deckengebäude transgredierte die Sedimente der Gosau.





Northern Calcareous Alps: Jurassic, Cretaceous, Paleogene

With the beginning of the Jurassic, the shelf fragmented into basins with often siliceous lime and marl sedimentation, as well as slower sinking sills with thin, colored limestones predominating. In deep-sea regions during Younger Middle Jurassic (post-Callovian) times, radiolarite was formed. Above that, until the Younger Upper Cretaceous (Aptian), thick, mainly fine-grained limestones were deposited that form many of today's mountain peaks. Since the Middle Jurassic fine material up to giant blocks were resedimented around today's Berchtesgaden accompanied by the main development of the entire nappe structure during the Older Upper Cretaceous. On top of this nappe construction, the sediments of the Gosau were deposited.

Alpi Calcaree bavaresi: Giurassico, Cretaceo, Terziario inferiore

All'inizio del Giurassico il margine continentale si frammenta in bacini dove si depositano sia calcari e marne silicee sia sottili strati di calcari varicolori. Nelle aree abissali, a partire dalla fine del Giurassico medio giovane (Calloviano), si depositano radiolariti. A partire da queste si ebbe la deposizione, fino all' Cretaceo superiore giovane (Aptiano), di calcari a grana fine che attualmente formano alcune delle vette montuose. A partire dal Giurassico medio si ha la risedimentazione di materiale differente per litologia e dimensioni, si passa dalle argille a immensi blocchi, cui si accompagna lo sviluppo delle principali falde di ricoprimento, processo che prosegue fino all'inizio del Cretaceo superiore. Al tetto di queste falde di ricoprimento si depositarono i sedimenti trasgressivi di „Gosau“.

Radiolarit wurde im Oberjura in der Tiefsee gebildet.

Radiolarite originated in the deep sea during the Upper Jurassic.

Au cours du Jurassique Supérieur la radiolarite s'est déposée dans les abysses.

Le radiolariti si sono deposte nelle profondità abissali durante il Giurassico superiore.

En el Jurásico Superior se depositaron radiolaritas en un mar profundo.

Ammergauer Schichten bilden auffällige Gipfel über den Wiesenhängen der Allgäuschichten.

Ammergau layers form prominent mountain peaks above the grassy slopes of the Allgäu layers.

Les couches de l'Ammergau construisent de marquants sommets, au-dessus des pentes herbeuses des formations de l'Allgäu.

Gli strati di Ammergau si ergono come picchi montuosi al di sopra dei versanti erbosi formati dagli strati di Allgäu.

„Estratos de Ammergau“ forman prominentes cumbres sobre las praderas de los „estratos de Allgäu“.

Alpes calcaires septentrionales: Jurassique, Crétacé, Paléogène

Au début du Jurassique, la marge continentale se fragmenta en plusieurs bassins, avec formation de calcaires et marnes siliceux, ainsi que des seuils subsidant lentement, accompagnés de calcaires colorés de moindre épaisseur. A partir du Callovien se forma de la radiolarite dans les zones de mer profonde. Pardessus, sédimentèrent jusqu'à l'Aptien des calcaires puissants et particulièrement fins, qui forment aujourd'hui quelques sommets. A partir du Jurassique Moyen, dans la région autour de Berchtesgaden, eut lieu une resédimentation de matériel fin allant jusqu'à des blocs géants, qui accompagnèrent le développement principal des structures de charriage durant le Crétacé Supérieur. Sur cette structure de charriage, les sédiments du Gosau transgressèrent.

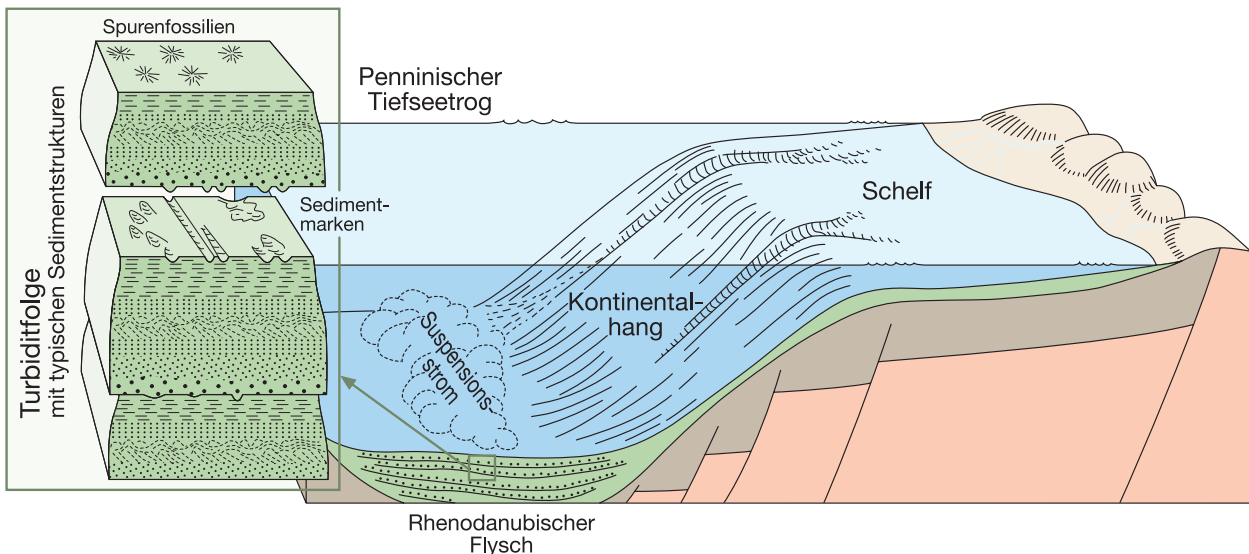
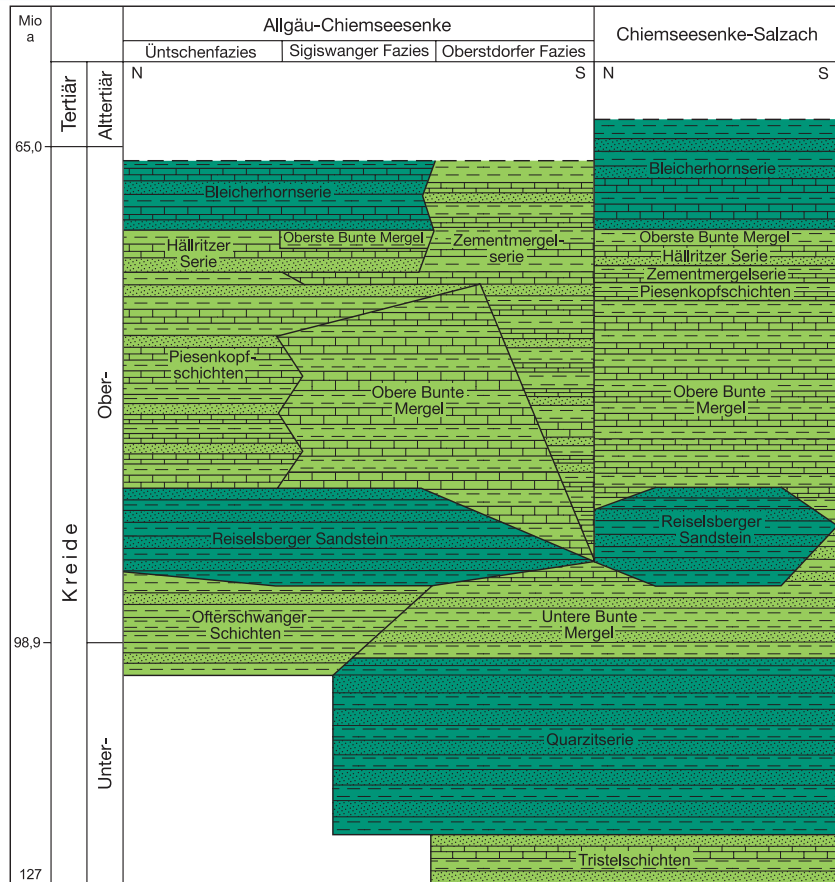
Alpes Calcáreos Septentrionales: Jurásico, Cretácico, Paleógeno

Al inicio del Jurásico, la plataforma se fragmentó en cuencas, en las cuales se depositaron principalmente limos silíceos y margas, y en umbrales, sobre los que se depositaron delgadas capas de calizas rojizas. En las áreas de mar profundo, durante el Jurásico Medio tardío (post-Calloviense), se formaron radiolaritas. Sobre ellas se depositaron, hasta el Cretácico Inferior tardío (Aptiense), potentes series de carbonatos, los cuales forman actualmente las cumbres de algunas montañas. A partir del Jurásico Medio se depositaron materiales clásticos de grano fino hasta muy grueso, los cuales acompañaron el desarrollo principal del edificio estructural alpino durante el Cretácico Superior tardío. El techo de este manto de corrimiento lo constituyen sedimentos del Gosau.



Flysch: Kreide

Den Hauptteil der Flysch-Zone nimmt der „Rhenodanubische Flysch“ ein, der die waldreichen Vorberge nördlich der Kalkalpen prägt. Seine Sedimente wurden in der Kreidezeit, im Osten lokal auch im Paläozän, abgelagert. Sie entstanden aus episodischen Suspensionströmen, die in einen Tiefseetrog des Penninikums abflossen. Charakteristisch für diese Gesteinsfolgen sind rhythmisch wiederholte, bis einige Meter mächtige Sedimentfolgen mit wechselndem Anteil an Sand- Silt-, Mergel- und Kalkstein, sogenannte Turbidite. Sie zeigen charakteristische Korngrößenentwicklung, Sedimentstrukturen und Spurfossilien. Nur in den Teildecken im Westen sind deutliche Faziesunterschiede zu erkennen.





Flysch Zone: Cretaceous

The main part of this zone is constituted by the Rhenodanubian Flysch, which characterizes the well wooded promontory north of the Calcareous Alps. Its sediments date from the Cretaceous period and in the east locally from the Paleocene. They developed in periodical suspension currents pouring into a Pennine deep-sea trough. Characteristic are rhythmically repeated, up to meter-thick sequences (turbidites) with changing contents of sand-, silt-, marl- and limestone. They display typical grain-size progressions, sedimentary structures and trace fossils. Only partial nappes in the west are marked by distinct facies differences.



Zona a Flysch: Cretaceo

La parte principale di questa unità è costituita dal Flysch „rheno-danubiano“, che caratterizza il promontorio forestato a nord delle Alpi Calcaree. Questi sedimenti di età cretacea (solo ad est sono stati attribuiti al Paleocene) furono depositi da periodiche correnti di sospensione che si scaricavano nel profondo bacino penninico. Caratteristica di questi depositi è la ripetizione ritmica della successione, con strati che arrivano sino ad un metro di spessore, in cui si osservano cambiamenti del contenuto di sabbia, silt, marne e calcari. Gli strati mostrano una tipica organizzazione verticale della granulometria, strutture sedimentarie e tracce fossili. Solo nelle coltri occidentali si riconoscono chiare differenze di facies.

Dünnsbankige Turbiditabfolgen des Flysches sind oft eng veraltet.

Thin-bedded turbidite sequences of the Flysch are often closely folded.

Les séquences turbidiques finement litées sont souvent étroitement plissées.

Le sequenze turbiditiche a stratificazione sottile sono spesso fittamente piegate.

Los bancos delgados de las secuencias turbidíticas del flysch presentan pliegues muy apretados.

Die rutschgefährdeten Flyschgesteine bilden bewaldete Vorberge der bayerischen Alpen.

Slide-endangered Flysch rocks form wooded foothills of the Bavarian Alps.

Les formations de Flysches instables forment les promontoires boisés des Alpes Bavaoises.

Le formazioni di Flysch formano le boschose montagne ai piedi delle Alpi bavaresi.

Rocas de flysch forman el boscoso piedemonte de los Alpes Bávaros.



Zone des Flyschs: Crétacé

La plus grande partie de cette unité est constituée par les Flysches Rhénodanubien, qui caractérisent les promontoires très boisés des Alpes Calcaires Septentrionales. Ses sédiments appartiennent au Crétacé et localement à l'est au Paléocène. Ils se formèrent à partir de courants de suspension épisodiques, qui dévalèrent dans une dépression abyssale pénnine. La répétition rythmique des séquences, allant jusqu'à un mètre d'épaisseur (turbidite), avec divers proportions de grès, siltstone, marnes et calcaires est typique. Ils montrent un granoclassement typique, des structures sédimentaires et des traces fossiles. Seules des écaillles de nappes à l'ouest montrent des différences distinctes de facies.



Flysch: Cretácico

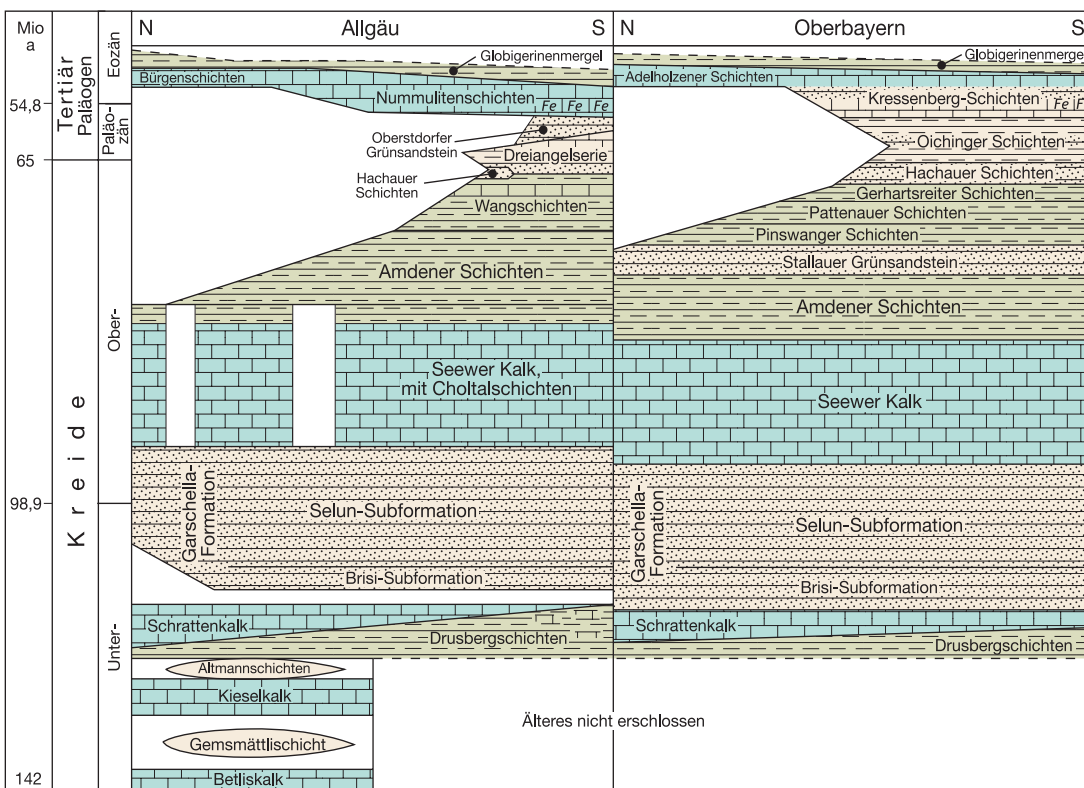
La mayor parte de esta unidad está constituida por el Flysch Rhenodanúbico, el cual caracteriza los promontorios boscosos de los Alpes Calcáreos Septentrionales. Estos sedimentos son de edad cretácica y localmente, en el este, paleocena. Se originaron mediante corrientes de turbidez episódicas que transportaron los sedimentos hacia la cuenca de mar profundo Pennínica. Típicamente exhiben secuencias sedimentarias rítmicas (turbiditas) de varios metros de espesor, formadas por alternancias de areniscas, limolitas, margas y calizas. Dichas secuencias presentan diversas texturas de progresión del tamaño de grano, estructuras sedimentarias y fósiles guías. Sólo en algunas zonas occidentales de los mantos de corrimiento se observan cambios de facies.



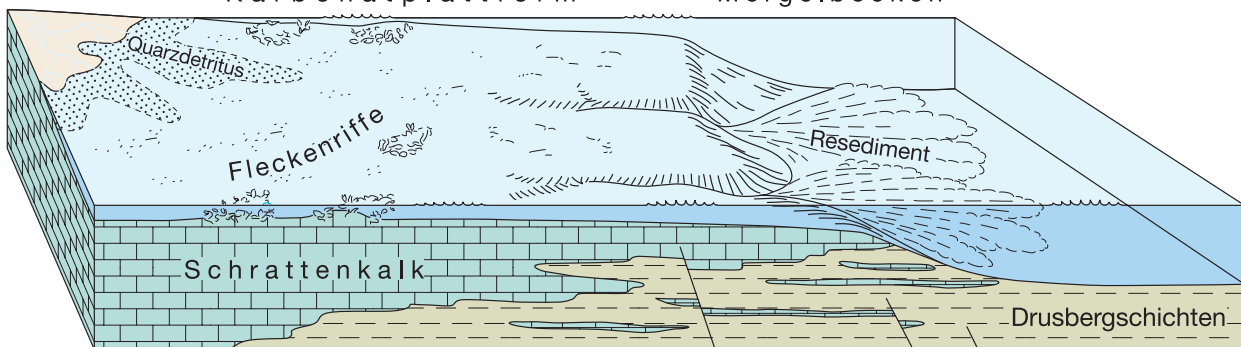
Helvetikum: Kreide, Alttertiär

Das - nach der alpidischen Gebirgsbildung - in Decken gegliederte, nur im Allgäu landschaftsbildende Helvetikum stammt paläogeographisch vom Schelf am Südrand des europäischen Kontinents. Auf einem langsam absinkenden Plattform-Becken-Relief entstanden dort in der Kreidezeit Kalk- und Mergelsteine sowie glaukonitische Sandsteine, die verbreitet mit bereits umgelager-

tem Material vermischt sind. Kondensationshorizonte, Phosphoritbildungen und Schichtlücken findet man hauptsächlich in Unterkreide-Ablagerungen. Typisch für die überwiegend transgressiven Kalk-, Mergel- und Sandsteine des Alttertiärs sind Eisenvererzungen sowie Massenvorkommen von großen, beschalteten Einzellern (Foraminiferen).



Küste Europäische Schelf
 Karbonatplattform Mergelbecken



Älteres Aptium



Auf Schrattekalk hat sich eine ausgeprägte Karstlandschaft entwickelt.

On top of Schratte limestones evolved a prominent karst scenery.

Un paysage karstique très marqué s'est développé sur les calcaires du Schratte.

Sui calcari del Schratte si può osservare un tipico esempio di paesaggio carsico.

En la calizas de Schratte se ha desarrollado un pronunciado paisaje tipo karst.

Helvetian Zone: Cretaceous, Paleogene

Separated in nappes and landscape-forming only in the Allgäu, the Helvetian Zone originates paleogeographically from the shelf at the southern margin of Europe. In Cretaceous times, lime- and marlstones as well as glauconitic sandstones, commonly with re-sedimented material, were formed in a submarine plateau environment above a slowly subsiding sea floor. Condensation horizons, phosphorites and stratigraphic gaps date especially from Lower Cretaceous times. Typical for the predominantly transgressive lime-, marl- and sandstones of the Paleogene are iron-ore minerals and mass occurrences of large foraminifera.

Zone Helvétique: Crétacé, Paléogène

La Zone Helvétique, divisé en nappes et plus-parement présenté dans le paysage de l'Allgäu, provient paléogéographiquement de la marge continentale du bord austral de l'Europe. Au Crétacé, des calcaires et des marnes ainsi que des grès glauconieux, communément associés à du matériel résédimenté, se forment dans un environnement de bassin de plate-forme sur un sous-sol lentement subsidant. Dans le Crétacé Inférieur particulièrement, des horizons condensés, de la phosphorite et des lacunes stratigraphiques apparaissent. Typique des calcaires, marnes et grès à dominance transgressive du Paléogène sont les minéralisations ferrifères et les grands gisements de grands foraminifères.

Zona Elvetica: Cretaceo, Terziario inferiore

La Zona Elvetica, divisa in coltri, e presente nel paesaggio del „Allgäu“, proviene paleogeograficamente dal margine meridionale della placca continentale europea. Durante il Cretaceo si depositarono in un bacino di piattaforma calcari, marne e anche arenarie glauconitiche, comunemente associate a materiale risedimentato. Orizzonti condensati, formazione di fosforite e lacune stratigrafiche caratterizzano soprattutto il Cretaceo inferiore. Le mineralizzazioni di ferro e gli importanti giacimenti di grandi foraminiferi caratterizzano i calcari, le marne e le sabbie trasgressive del Paleocene.

Helveticum: Cretácico, Paleógeno

Los mantos de corrimiento de la Zona Helvética, que se localizan en el área de Allgäu tienen su origen paleogeográfico en la plataforma marina del margen sur de la placa Europa. En aquel margen de placa, durante el Cretácico se depositaron calizas, margas y areniscas glauconíticas mezcladas con material re-trabajado. Estos depósitos se formaron en un ambiente de plataforma submarina sobre un suelo oceánico de lenta subsidencia. Especialmente en el Cretácico Inferior, se generaron horizontes de condensación, con formación de fosforitas y hiatus estratigráficos. El contenido en minerales de mena de hierro y las acumulaciones masivas de grandes foraminíferos, son una singularidad de las calizas, margas y areniscas transgresivas paleógenas.

Großforaminiferen treten in den Nummulitenschichten massenhaft auf.

Large foraminifera occur in the Nummulitenschichten in masses.

De grands foraminifères se rencontrent en masse dans les „Nummulitenschichten“.

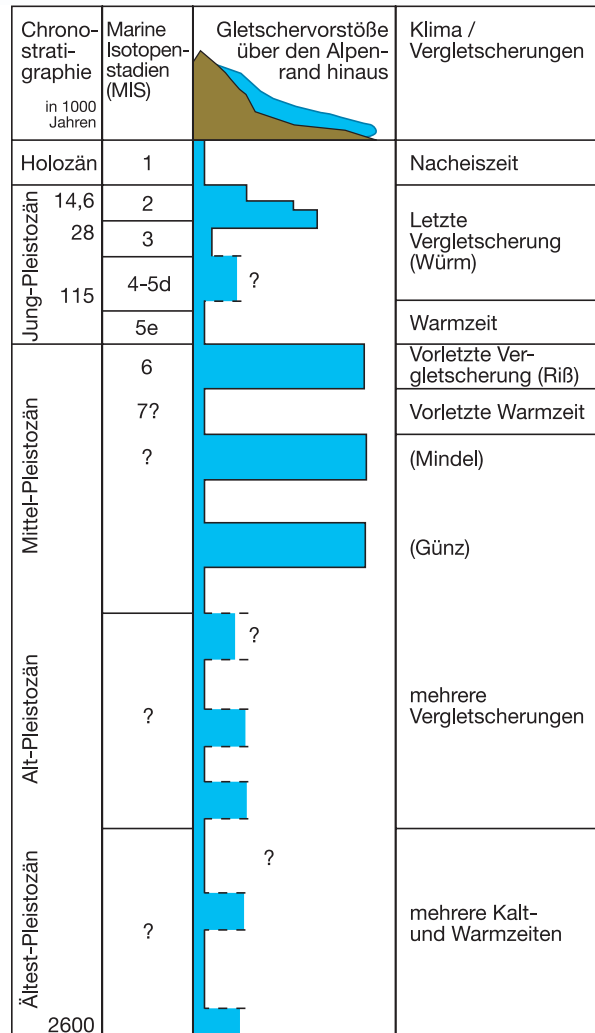
I grandi foraminiferi si incontrano in massa negli „Nummulitenschichten“.

Los grandes foraminíferos son muy abundantes en los „Nummulitenschichten“.

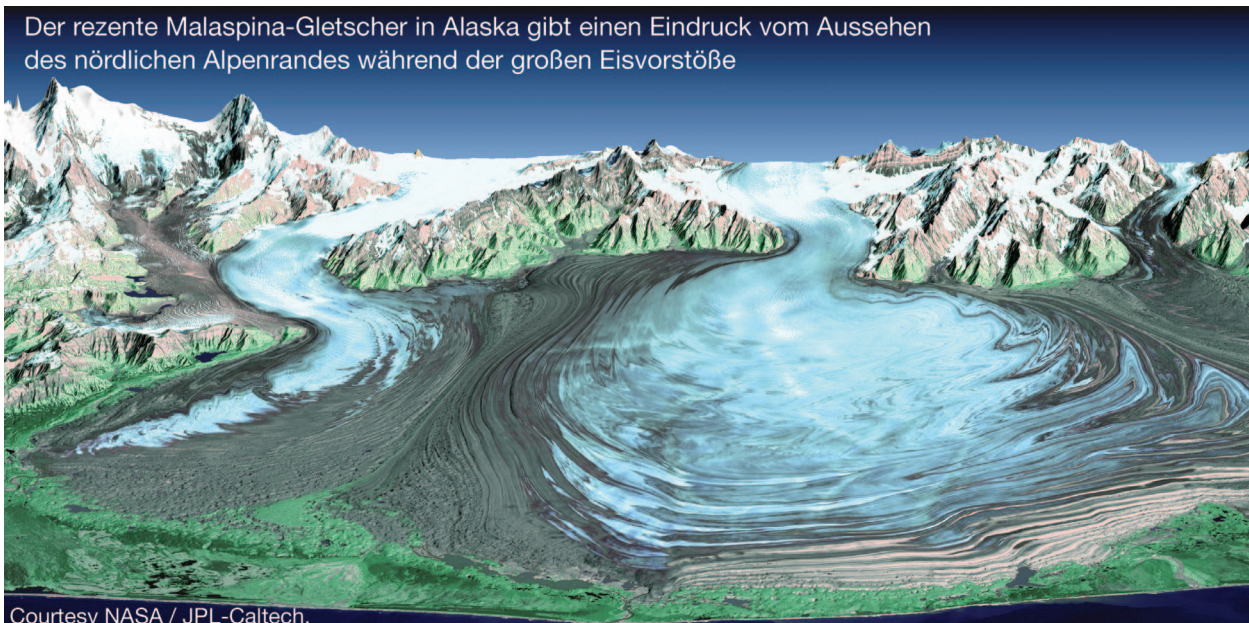


Quartäre Sedimente

Im Eiszeitalter wechselten mehrfach kalte und trockene Klimaphasen (Glaziale) mit wärmeren und feuchteren (Interglaziale) ab. Traditionell geht man von vier Hauptvereisungsperioden aus: Günz, Mindel, Riß und Würm. Die Korrelation mit der Gliederung in marine Isotopenstadien (MIS) ist erst teilweise möglich. Während der Glaziale strömten schuttbeladene Gletscher aus den Alpen ins Vorland, wo sie Moränen und Schmelzwasserschotter hinterließen. Im periglazialen Bereich außerhalb der Eismassen entstanden Frostschutt und Fließerden. Die durch spärliche Vegetation ermöglichte Winderosion führte zur Ablagerung von Flugsand und Löß. Zeugen der Interglaziale und der Nacheiszeit, des Holozäns, sind Fluss- und Seesedimente, Torfe sowie Verwitterungs- und Umlagerungsbildungen.



? muß noch erforscht werden





Eiszeitliche Gletscher schufen im Alpenvorland typisch hügelige Moränenlandschaften.

Ice-age glaciers created in the alpine foreland a typically hilly moraine scenery.

Les glaciers de l'ère glaciaire créèrent un paysage morainique typiquement vallonné.

I ghiacciai dell'era glaciale hanno creato un paesaggio tipico caratterizzato da colline moreniche.

Los glaciares modelaron el paisaje alomado, típico de las morrenas del antepaís alpino.



Quaternary

During the Quaternary, glacial stages with cold and dry climate alternated with warm and humid interglacial stages. So far the four major glacial stages of Günz, Mindel, Riss and Würm are known, but clear indications to even older glacial stages exist. Correlation with marine isotopic stages (MIS) is not completed yet. During the glacial stages, debris-bearing glaciers moved from the Alps into the foreland depositing moraines and gravel with their melt waters. In periglacial areas, frost-weathering soils and solifluction occurred. Due to the sparse vegetation wind eroded the landscape, transported and deposited aeolian sands and loess. Relicts of the interglacials and the Holocene are fluvial and lacustrine sediments, peats as well as weathering and redepositional accumulations.



Sédiments quaternaires

Durant l'ère glaciaire, des stades climatiques froids et secs (stade glaciaire) alternèrent avec des stades climatiques chauds et humides (stade interglaciaire). On accepte traditionnellement quatre périodes glaciaires majeures : Günz, Mindel, Riss et Würm. Une corrélation avec la division des stades isotopiques marins (MIS) n'est que partiellement possible. Durant les stades glaciaires, les glaciers transportant des débris se déplacèrent des Alpes vers l'avant-pays alpin, où ils y déposèrent des moraines et des nappes alluviales provenant des eaux de fonte. Dans les zones périglaciaires, la gélifraction et la solifluction régnèrent. La déflation, rendue possible grâce à une végétation éparse, mena à des dépôts de sable éoliens et de loess. Les reliques des stades interglaciaires et de l'Holocène sont présents dans les sédiments fluviaux et lacustres, les tourbes ainsi que les accumulations d'altération et de redépôt.



Formazioni Quaternarie

Durante il Quaternario si assiste all'alternanza di fasi glaciali, caratterizzate da un clima freddo e arido, e fasi interglaciali dominate da un clima caldo e umido. Le quattro principali glaciazioni sono comunemente note con i nomi di: Günz, Mindel, Riß e Würm. Queste glaciazioni sono state parzialmente correlate con la curva degli stadi isotopici marini (MIS); esistono comunque chiare indicazioni relative ad eventi glaciali più antichi. Durante le fasi glaciali, i ghiacciai trasportavano con le loro acque di fusione il detrito eroso dalle Alpi verso l'avampese depositando le morene e le ghiaie. Le aree periglaciali erano invece dominate da processi di crioclastismo e di soliflusso. L'esigua vegetazione permise l'erosione eolica e la deposizione di sabbie eoliche e di loess. Le fasi interglaciali e l'Olocene (ultimo e attuale interglaciale) sono registrate dai sedimenti fluviali, lacustri, dalle torbe e dall'intensità dei processi di alterazione e rideposizione.



Sedimentos cuaternarios

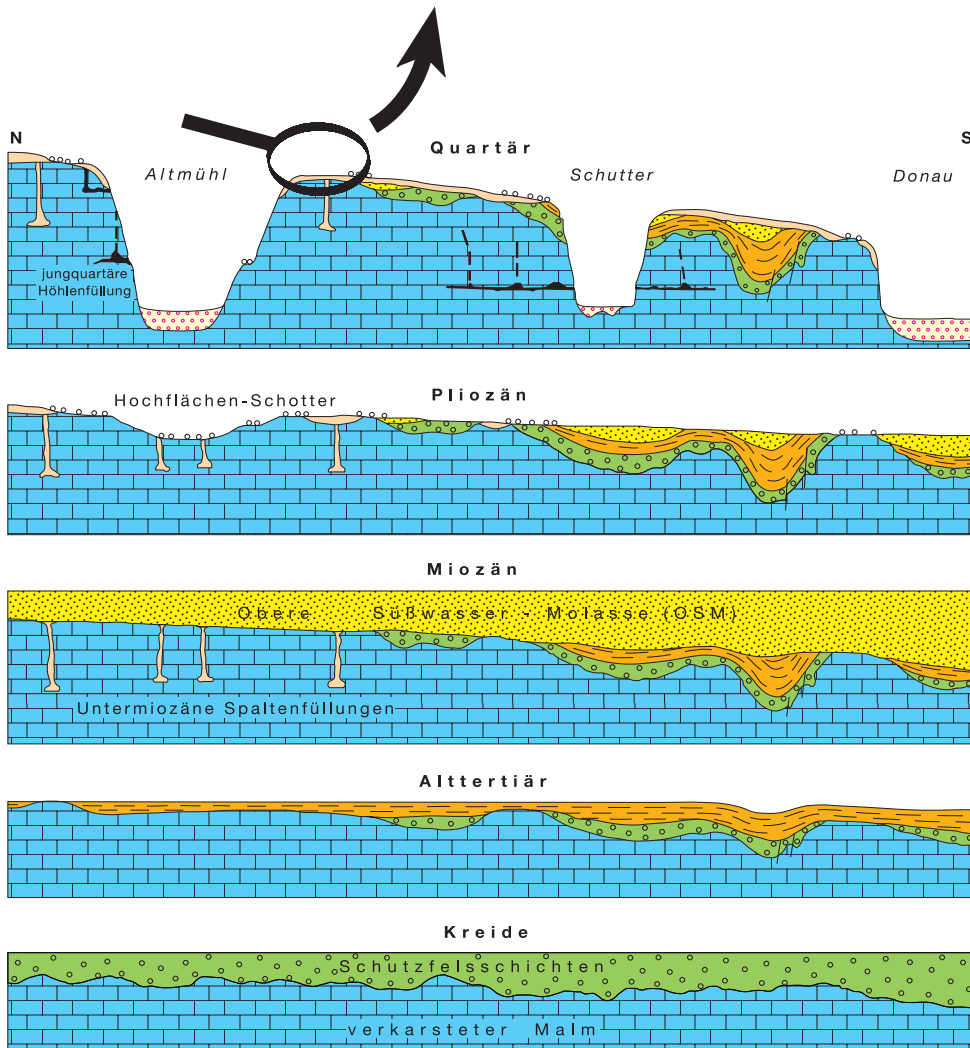
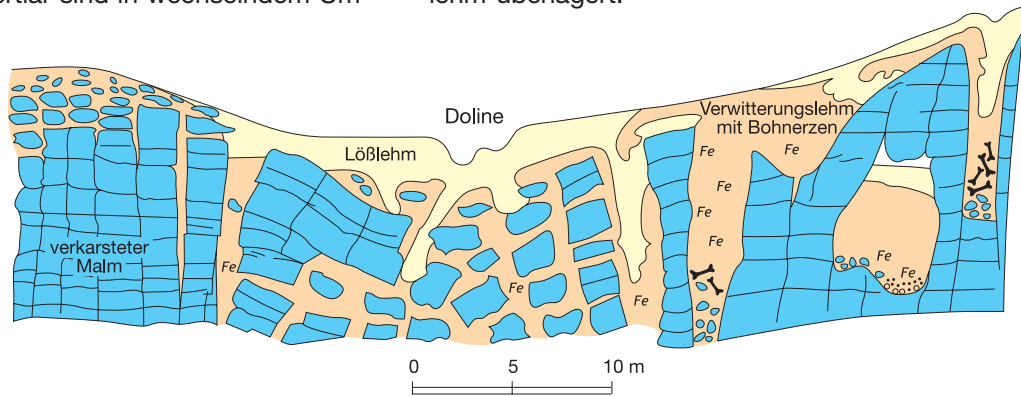
Durante la época glacial se alternaron reiteradamente estados climáticos fríos y secos (glaciales) con cálidos y húmedos (interglaciales). Tradicionalmente se han aceptado cuatro periodos mayores de glaciación: Günz, Mindel, Riss y Würm, los cuales solo pueden ser parcialmente correlacionados con la subdivisión de estadios isotópicos marinos (MIS). Durante las glaciaciones fluyeron glaciares que arrastraron material fragmentado desde los Alpes hacia el antepaís. En este último, la fusión del hielo depositó morrenas, las cuales están compuestas principalmente por gravas. En las áreas periglaciales se produjo una meteorización gobernada por los procesos de hielo-deshielo, así como coladas de soliflución. La exigua vegetación permitió la erosión y la acumulación tanto de arenas eólicas, como de loess. Evidencia de los periodos interglaciales y del Holoceno son los sedimentos fluviales y lacustres, turbas, acumulaciones de derrubios de pendiente y redeposición.



Ablehm

Ablehm findet man vielerorts auf der Fränkischen Alb als teils mehrere Meter mächtige Deckschicht und als Füllung in Karsthohlformen. Tonig-lehmige Rückstandsbildungen der Karbonatverwitterung unter tropischen bis subtropischen Klimabedingungen im Tertiär sind in wechselndem Umfang vermischt mit Soliflukti- und Lößlehm des Eiszeitalters. Ablehm enthält daneben Relikte jura- und krei-

dezeitlicher Festgesteine sowie tertiärer Lockergesteine und Verwitterungsbildungen wie beispielsweise Bohnerze. In Karstspalten finden sich außerdem oft Reste von Landwirbeltieren der Erdneuzeit. Der Ablehm wird häufig auch von Lößlehm überlagert.



nach Meyer & Schmidt-Kaler (1991)



Alb loam

Alb loam occurs in the Franconian Alb as a surface formation occasionally several meters thick and as filling of karst cavities. These residual deposits are the result of the tropical to subtropical carbonate weathering during the Tertiary and are often mixed with solifluction and loess loams of the Pleistocene. Additionally, alb loams contain relicts of Jurassic and Cretaceous rocks as well as Tertiary unconsolidated rocks and weathering products, e.g. bean ores. In karst cavities, relicts of land vertebrates of Tertiary or Quaternary age can be found. The Alb loam is often overlain by loess loam.



Alblehm (suolo limoso del „Alb“)

L'Alblehm si trova nell'Alb Franconiano e costituisce una formazione superficiale, occasionalmente spesso diversi metri, che riempie le cavità carsiche. Questi depositi residuali derivano dall'alterazione dei carbonati, avvenuta durante il Terziario, in condizioni climatiche da tropicali a sub-tropicali. Questi depositi si rinvencono spesso mescolati con suoli limosi di soliflussi e di loess del Pleistocene. L'Alblehm contiene inoltre frammenti di rocce giurassiche e cretacee, rocce non consolidate terziarie e prodotti d'alterazione, come per esempio la limonite pisolitica. Nelle cavità carsiche sono state trovate inoltre resti di fauna continentale a vertebrati. L'Alblehm è frequentemente sovrastata da un suolo limoso di loess.

Karstfüllungen enthalten oft Fossilien wie diese ausgeschlammten Wirbeltierreste.

Karst fillings often contain fossils such as these elutriated vertebrate remnants.

Les remplissages karstiques contiennent souvent des fossiles comme ces restes de vertébrés.

Il riempimento delle cavità carsiche contiene spesso fossili come questo resto di vertebrato.

El relleno de las cavidades kársticas contiene fósiles y restos de animales vertebrados.

Alblehm findet sich nicht nur auf den Hochflächen, sondern auch in Karsthohlformen.

Alb loam not only exists on the plateaus, but also in karst cavities.

Le limon de l'Alb ne se trouve pas seulement sur les plateaux, mais aussi dans les cavités karstiques.

Il limo dell'Alb non si trova solo sugli altipiani, ma anche all'interno delle cavità carsiche.

Lodo tipo Alb no existe solamente sobre las mesetas, sino también en cavidades kársticas.



Limon de l'Alb

Le limon de l'Alb est présent dans l'Alb Franco-nien comme formation de surface, pouvant aller jusqu'à plusieurs mètres d'épaisseur, ou bien comme remplissage de cavités karstiques. Les dépôts résiduels, résultant de l'altération carbonatée en milieu tropical à subtropical du Tertiaire, sont mélangés en des proportions diverses avec des limons de solifluction et des limons loessiques d'âge Pléistocène. Outre cela, le limon de l'Alb contient des reliques de roches du Jurassique et du Crétacé ainsi que des roches non-consolidées d'âge Tertiaire et des produits d'altération, comme par ex. du minerai de fer sidérolithique. Dans les cavités karstiques on trouve, en outre, des restes de vertébrés terrestres d'âge Tertiaire ou Quaternaire. Le limon de l'Alb est souvent recouvert de limon loessique.



Lodo tipo „Alb“

El lodo tipo „Alb“ se encuentra en la Fränkische Alb. Esta formación superficial ocasionalmente puede alcanzar varios metros de espesor. Asimismo, puede encontrarse también como relleno de cavidades kársticas. Durante el Terciario, la meteorización de carbonatos, en un clima tropical a subtropical, provocó la formación de depósitos residuales, los cuales, durante el Pleistoceno, se mezclaron con lodos de soliflución y de loess. Los lodos tipo Alb contienen también restos de rocas jurásicas y cretácicas, así como rocas terciarias no consolidadas y productos de meteorización, como concreciones de óxido hierro („Bohnerze“). Además, en cavidades kársticas pueden encontrarse restos de vertebrados terrestres del Terciario o Cuaternario. El lodo tipo Alb está usualmente sobreyacido por depósitos de loess.





Altmoräne



Jungmoräne mit Wallform

Jungmoränen im Alpenvorland unterscheiden sich von den Altmoränen durch Relief, Verwitterungserscheinungen und ihre Deckschichten. Das im letzten Glazial geprägte Jungmoränengebiet zeigt eine typisch hügelige Moränenlandschaft mit markanten Wallformen und Drumlins. Toteiskessel und Kames sind Zeugen des Eiszerfalls beim Rückschmelzen der Gletscher. Die weiter nach Norden reichende Altmoränenlandschaft dagegen ist durch ein deutlich sanfteres Relief und periglaziale Deckschichten gekennzeichnet. Alt- wie Jungmoränen bestehen aus meist ungeschichteten, unsortierten Gemengen von Ton, Schluff, Sand, Kies und Steinen sowie bis mehrere Meter großen Blöcken.



Marine Isotopenstadien	Bayerische Moränenstratigraphie	Bohrung Samerberg
2	Jungmoränensediment / Würmmoräne	
2 - 4	(Flussschotter)	
5	(Seesedimente)	
6	Altmoränensediment / Ribmoräne	
7 - 10	(Seesedimente)	
11 ?	(Seesedimente)	
12 ?	Altmoränensediment / Mindelmoräne	
	(Kalkalpines Festgestein)	



aus v.Husen (1987)



Old moraine, young moraine with ridge

In the alpine foreland, young and old moraines differ in relief, weathering effects and their surficial covering. The young moraine terrain, shaped during the last glacial, displays a typical hilly morainic topography with prominent ridges and drumlins. Kettle holes and kames document the disintegration of the ice during the remelting of the glaciers. Old moraine terrain farther north is marked by a distinctly smoother relief and periglacial surficial depositions. Old and young moraines consist of mostly unstratified, unsorted aggregates of clay, silt, sand, gravel, stones as well as of blocks up to several meters in size.



Morena vecchia, morena giovane a forma di vallo

Le morene recenti e quelle antiche si distinguono nel paesaggio dell'avampaese alpino per le differenze nel rilievo, nell'alterazione e nella copertura sedimentaria. I depositi relativi alle morene recenti, modellati durante l'ultimo glaciale, mostrano una tipica topografia collinare morenica con crinali pronunciati e drumlin (colline moreniche). I circhi glaciali e i piccoli promontori rivelano la disintegrazione provocata dal ghiaccio durante il ritiro dei ghiacciai. I depositi delle morene più antiche, che si trovano verso nord, sono caratterizzati da un rilievo chiaramente più blando e da una copertura sedimentaria periglaciale. Sia le morene antiche che quelle recenti sono costituite da un miscuglio, non cernito e non stratificato di argille, silt, sabbia, ghiaia e di blocchi di diversi metri.

Große Findlingsblöcke aus alpinen Gesteinen wurden von Gletschern ins Vorland transportiert.

Large erratic blocks of alpine rocks were transported into the foreland by glaciers.

De grands blocs erratiques de roches d'origine alpine furent transportés par les glaciers jusque dans l'avant-pays.

Grande blocchi erratici di rocce di origine alpina sono stati trasportati dai ghiacciai nella zona prealpina.

Grandes bloques erráticos de rocas alpinas fueron transportados por los glaciares hacia el antepaís.

Die eiszeitlichen Gletscher hinterließen markante Endmoränenzüge.

Ice-age glaciers left behind prominent end-moraine chains.

Les glaciers de l'ère glaciaire ont laissé derrière eux des trains de moraines terminales marquants.

I ghiacciai dell'era glaciale hanno lasciato al loro ritiro morene terminali molto marcante.

Los glaciares del período glacial nos legaron prominentes cadenas de morrenas finales.



Moraine ancienne, moraine récente avec vallums

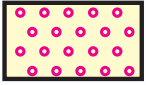
Les moraines récentes et anciennes de l'avant-pays alpin diffèrent par leur relief, leur altération et leur couverture. Les régions morainiques récentes, formées lors du dernier stade glaciaire, montrent un paysage morainique vallonné typique avec des crêtes saillantes et des drumlins. Les kettles et les kames documentent la désagrégation des glaces lors de la fonte des glaciers. Le paysage de moraines anciennes, situé plus au nord, est marqué par un relief distinctement plus doux et des dépôts périglaciaires de surface. Les moraines anciennes et récentes consistent en un mélange non-stratifié et non-classé d'argiles, silts, sables, graviers, cailloux et blocs d'une taille allant jusqu'à plusieurs mètres.



Morrena pre-Wuerm, morrena terminal de la glaciación Wuerm

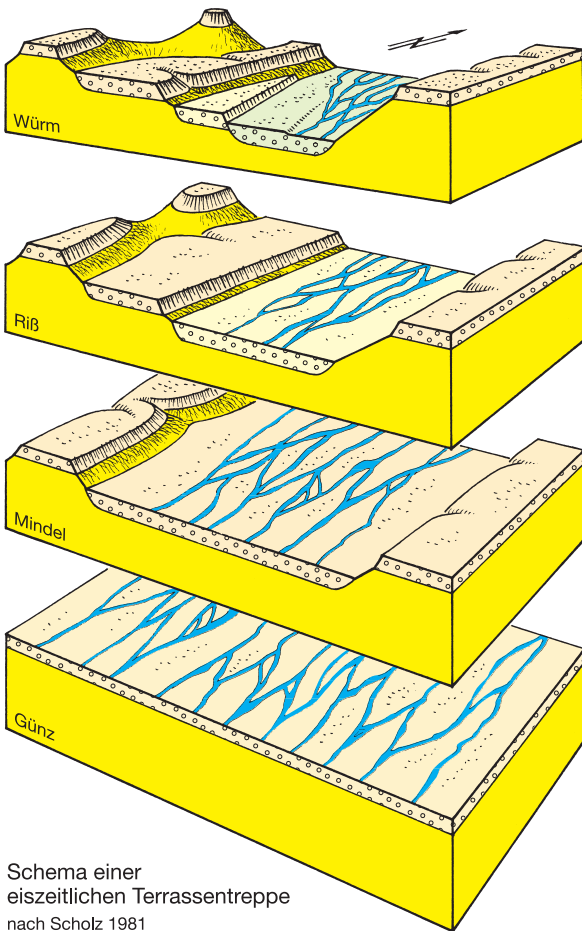
Atendiendo a las características de relieve, grado de meteorización y cubierta superficial, en el antepaís alpino se han diferenciado las morrenas pre-Wuerm de las morrenas terminales de la glaciación Wuerm. La morrena terminal del Wuerm, formada durante el último período glacial, describe una típica topografía de lomas y sierras conspicuas y drumlins. „Toteiskessel“ y kames documentan la fusión del hielo. En la regiones septentrionales, los paisajes de morrenas pre-Wuerm presentan relieves suaves y superficies de deposición periglaciares. Las morrenas pre-Wuerm y las morrenas terminales están formadas por agregados no estratificados y mal seleccionados de arcillas, limos, arenas, gravas, rocas y bloques de varios metros cúbicos de tamaño.





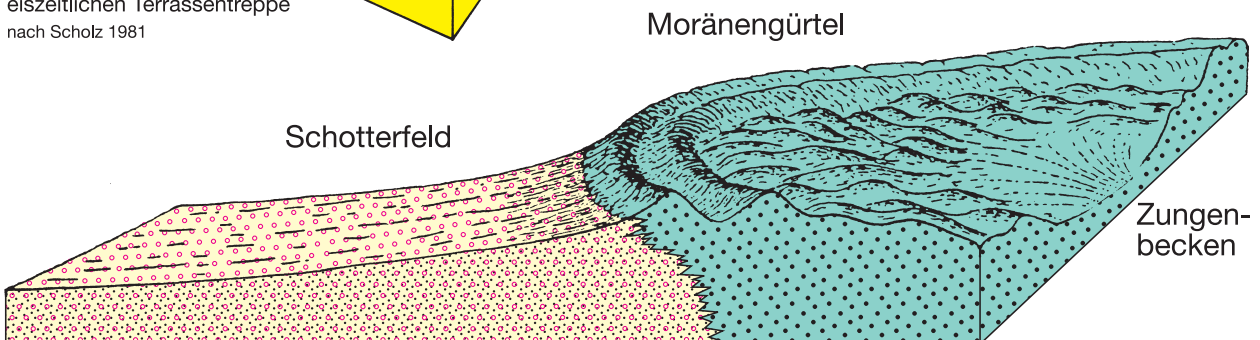
Pleistozäner Flussschotter und -sand

Terrassenkörper aus Schottern und Sanden begleiten in unterschiedlichen Höhenlagen die Flusstäler in Bayern. Die Schotterablagerungen des Alpenvorlands sind vielfach zurückzuführen auf die verstärkte Sedimentzufuhr durch die Gletscherschmelzwässer der kalten Klimaphasen. Von einer sogenannten Terrassentreppe im Illertal wurde die klassische Viergliederung des Pleisto-



Schema einer eiszeitlichen Terrassentreppe nach Scholz 1981

zäns in Bayern abgeleitet. Am ehemaligen Gletscherrand verzahnen sich Schotterterrassen auch mit Eisrandablagerungen, wie beispielsweise am Südrand der Münchner Schotterebene, die während der letzten Eiszeit aufgeschüttet wurde. Flussschotter und -sande sind bedeutende Grundwasserleiter und wichtige Massenrohstoffe.





Pleistocene fluvial gravel and sand

Terrace complexes composed of gravel and sand accompany the river valleys in Bavaria at various altitudes. Gravel deposits in the alpine foreland are often caused by an increased sediment supply of glacial melting waters. The conventional classification of the Pleistocene in Bavaria in four glacial periods was derived from a terrace sequence in the Iller valley. Gravel terraces interfinger with deposits from the ice margin, e.g. within the southern borderland of the Munich alluvial plain, which was deposited during the last glacial period. Fluvial gravel and sands are important mass raw materials.

Ghiaia e sabbia fluviale del Pleistocene

Le unità terrazzate composte da ghiaia e sabbia si rinvengono, a varie quote, nelle valli fluviali della Baviera. I depositi di ghiaie nell'avampese alpino sono generalmente associati ad un aumento dell'apporto sedimentario, dovuto all'elevata capacità di trasporto dell'acqua derivata dalla fusione dei ghiacciai. In Baviera, il Pleistocene è, per convenzione, suddiviso in quattro periodi glaciali che derivano dalla successione delle unità terrazzate nella valle del fiume Iller. I depositi ghiaiosi sono interdigitati con i depositi marginali dei ghiacciai, come per esempio il margine meridionale della pianura alluvionale di Monaco depositatosi durante l'ultima fase glaciale. Le ghiaie e le sabbie fluviali costituiscono importanti volumi di materie prime.

Eiszeitliche Konglomerate sind hier durch Reste von Paläoböden und geologischen Orgeln gegliedert.

Here, ice-age conglomerates are interlayered by remnants of paleosols and sand pipes.

Les conglomérats de l'ère glaciaire montrent quelquefois des restes de paléosols et d'orgues géologiques.

I conglomerati di epoca glaciale sono interstratificati con i resti di paleosuoli e da „organo geologico“.

Los conglomerados del período glacial están interstratificados con restos de paleo-suelos y „flautas de arena“.

Die Schmelzwasserschotter des Alpenvorlands erreichen oft große Mächtigkeiten.

The melt-water gravel of the alpine foreland often gained a large thickness.

Les alluvions de l'avant-pays alpin atteignent de grandes épaisseurs.

Il detrito trasportato dall'acqua di fusione dei ghiacciai nella zona prealpina spesso presenta spessori di grande potenza.

Las gravas depositadas por la fusión de los glaciares en el antepais alpino alcanzan usualmente grandes potencias.

Gravieres et sables fluviaux du Pléistocène

Des complexes de terrasses, composées de graviers et de sables, accompagnent à des altitudes variées les vallées fluviales de Bavière. La classification conventionnelle du Pléistocène en Bavière fut dérivée d'une séquence de terrasses de la vallée d'Iller. Les dépôts de graviers dans l'avant-pays alpin sont souvent causés par l'augmentation de l'approvisionnement en sédiment, dû à une capacité de transport accrue par les eaux de fonte des glaciers. Les terrasses alluviales s'imbriquent dans les dépôts de la marge glaciaire, comme par exemple en bordure sud de la plaine alluviale munichoise, formée lors de la dernière ère glaciaire.

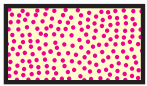
Grava y arena fluvial pleistocena

Complejos de terrazas fluviales, formadas por gravas y arenas acompañan, situadas a diferentes altitudes, a los valles de los ríos de Baviera. La clasificación convencional del Pleistoceno en Baviera en cuatro periodos glaciales se deriva de la secuencia de terrazas del Valle del Iller. Los depósitos de gravas del antepais alpino se generaron por un aumento de los aportes sedimentarios, debido a la elevada capacidad de transporte de las aguas derivada de la fusión de los glaciares. Las terrazas de gravas se interdigitan con los depósitos de origen glacial marginales, como puede observarse por ejemplo en la periferia sur de la planicie aluvial de Munich, edificada durante el último período glacial. Las gravas fluviales y las arenas constituyen volúmenes importantes de materia prima.





Löss, Lehm



Flugsand

Während der Glaziale wurde aus den vegetationsarmen Flächen feines Gesteinsmaterial ausgeblasen und als Flugsand oder Löss wieder abgelagert. Vor allem westlich der großen Schichtstufen Nordbayerns findet man ausgedehnte Dünenfelder aus Flugsand. Bei fehlender Vegetation wurden Dünen selbst in geschichtlicher Zeit wieder aktiviert.

Weit verbreitet ist der grobschluffige, meist feinsandführende und karbonatische Löss, der die fruchtbaren „Gäulandschaften“ prägt. In niederschlagsreicheren Gebieten ist er durch Weglösung von Kalk in Lösslehm umgewandelt. Neben diesen Vorkommen findet sich auch durch Abschwemmung oder Solifluktion verlagertes Lehm.



Tongrube Attenfeld

Marine Isotopenstadien	Lössstratigraphie	Bohrung Attenfeld
1 - 5	Löss und Lösslehm (letzte Eiszeit)	
≥ 5	Löss und Lösslehm (vorletzte Eiszeit)	
	Lösslehm	
	Fließerden (Bachablagerungen)	
Tertiär	Tertiärsand	



Loess, loess-loam, aeolian sand

In areas poor in vegetation, fine material was blown out during the glacial stages and redeposited as aeolian sand or loess. Especially west of the extensive cuesta region of Northern Bavaria, aeolian sands formed widespread dune fields. When vegetation was sparse these dunes were reactivated even in historical times. Common is the coarse-silty, mostly fine sand-bearing calcareous loess, which characterizes fertile „Gäu“-landscapes. In areas with higher precipitation loess was altered to loess-loam by decalcification. Additionally, loam redeposited by rainwash or solifluction is found in many areas.

Loess, suolo limoso, sabbia eolica

Durante le fasi glaciali, nelle aree prive di vegetazione i sedimenti fini furono trasportati dal vento e ridepositi come sabbie eoliche o loess. Soprattutto ad ovest della regione delle cuestas (Baviera settentrionale) le sabbie eoliche formarono un'ampia distesa di dune. Queste dune furono riattivate anche in tempi storici nei periodi in cui la vegetazione era rada. Molto diffusi sono i loess calcarei composti prevalentemente da silt grossolano e da sabbia che caratterizzano il fertile paesaggio del „Gäu“. Nelle zone caratterizzate da abbondanti precipitazioni, il loess è stato alterato in un loess limoso a causa della decalcificazione. E' inoltre presente un suolo limoso ridepositato dal dilavamento delle piogge o da processi di soliflusso.

Häufig finden sich im Löß typische fossile Schnecken.

Often typical fossil snails can be found in the loess.

On trouve souvent dans les loess des gastéropodes fossiles typiques.

Nel loess si trovano frequentemente tipici fossili di lumache.

Usualmente, se encuentran en el loess fósiles de caracoles.

Auf Flugsandfeldern und Dünen gedeihen meist nur karge Kiefernwälder.

On aeolian-sand fields and dunes mostly only meager pine woods flourish.

Seules des forêts éparses de pins peuvent croître sur les champs de sables éoliens et les dunes.

Sui campi di sabbia eolica e sulle dune si sviluppano esclusivamente dei boschi di pino.

En los campos de arenas eólicas y dunas se desarrollan sólo insignificantes bosques de pinos.

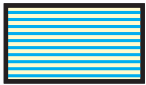
Loess, limon loessique, sable éolien

Durant les stades glaciaires dans les zones pauvres en végétation, du matériel fin fut entraîné par déflation et redéposé comme sable éolien ou loess. Avant tout à l'ouest des grandes cuestas de Bavière du nord, il existe des champs étendus de dunes composées de sables éolien. Même dans des temps historiques, les dunes furent réactivées à cause du manque de végétation. Le loess carbonaté à sables grossièrement silteux à fins, très répandu, caractérise les paysages très fertiles du „Gäu“. Dans les zones à précipitations plus importantes, à cause de la décalcification, celui-ci est altéré en limon. En outre, des limons redéposés après érosion de ruissellement ou solifluction sont présents dans beaucoup de zones.

Loess, lodo tipo loess, arena eólica

Durante los períodos glaciales, en las áreas de escasa vegetación, el material fino fue aventado y re-depositado luego como arenas eólicas o loess. Especialmente en la zona occidental de la extensa región de cuestas, en el norte de Baviera, existen extensos campos de dunas compuestas por arenas eólicas. Incluso se tienen antecedentes históricos que las dunas han sido reactivadas debido a la merma de vegetación. El limo grueso, principalmente en forma de loess con arenas finas y loess calcáreo caracteriza el fértil paisaje de „Gäu“. En áreas con alta precipitación, este sedimento es alterado mediante su descarbonatización a lodo de loess. Allende a lo anterior, el lodo puede ser re-trabajado por lavado de lluvia o soliflución y ser transportado y luego redepositado en otras áreas.



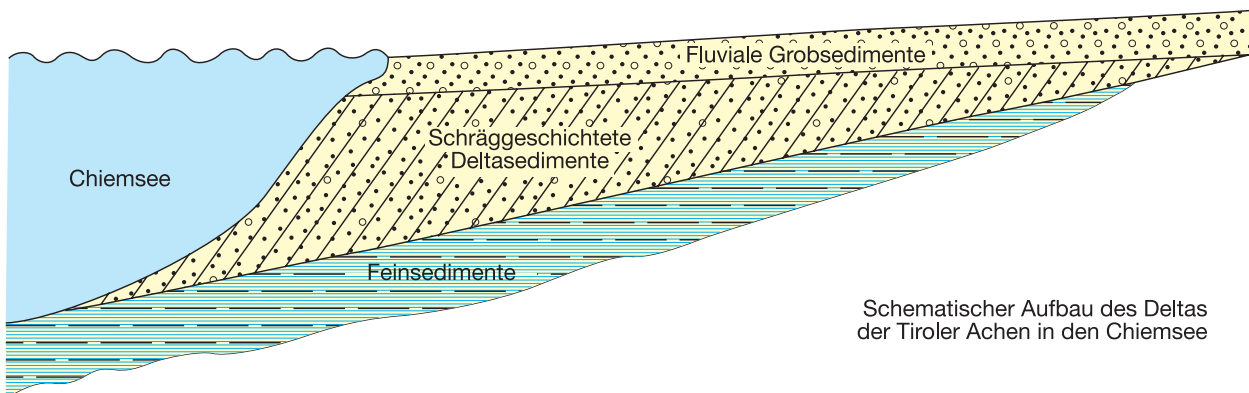


Seeablagerungen

Die enorme Erosionskraft der eiszeitlichen Gletscher schuf übertiefte Täler und Zungenbecken, in denen sich nach dem Abschmelzen des Eises teilweise ausgedehnte Seen bildeten. So existierte beispielsweise westlich des heute noch bestehenden Chiemsees zeitweise der viel größere Rosenheimer See. In Flussdeltas entstanden mächtige Kiesablagerungen, im Beckeninneren dominierten feinkörnige Sedimente wie Sand und Schluff. Starke Sedimentzufuhr ließ die Becken oft bereits im Spätglazial verlanden. In den weiter bestehenden Seen setzten sich mit der holozänen Klimaerwärmung auch fein geschichteter Kalkschlamm, sogenannte „Seekreide“, und organisches Material ab.



Marine Isotopenstadien	Pollenzonen		Bohrung Starnberg
1	Subatlantikum	Seekreide / Mergel	
	Subboreal		
	Atlantikum		
	Präboreal / Boreal		
2	Alleröd / Jüng. Dryas	Ton	
	Bölling		
	Spätglazial	Sandiger Ton und Schluff	



Schematischer Aufbau des Deltas der Tiroler Achen in den Chiemsee



Lacustrine sediments

The tremendous erosional capacity of the glaciers during the glacial epoch created overdeepened valleys in the Alps and tongue-shaped basins in their foreland. There, locally extensive lakes were formed after the melting of the ice, e.g. temporarily the much larger Rosenheim Lake west of the still present Chiemsee. Thick gravel deposits accumulated in river deltas, sand and silt sedimentation predominated in the interior of the basin. Often already during the late periods of the glacials, considerable sediment supply filled up the basins. In longer existing lakes, also fine-bedded calcareous mud („Seekreide“) and organic material precipitated during the climatic warming of the Holocene.



Depositi lacustri

Durante le glaciazioni l'enorme capacità erosiva dei ghiacciai ha creato, nell'avampaese, valli di profondità straordinaria e bacini a forma di lingua. Localmente, in questi bacini si formarono in seguito allo scioglimento dei ghiacciai degli estesi laghi, come per esempio il grande lago Rosenheim che si formò per un certo periodo ad ovest dell'attuale lago „Chiemsee“. Spessi depositi ghiaiosi si accumularono in corrispondenza dei delta fluviali mentre la sedimentazione di sabbie e silt dominava le aree centrali dei bacini lacustri. Gli ingenti apporti sedimentari durante le fasi glaciali determinarono il riempimento dei bacini. Durante la fase di riscaldamento climatico relativo all'ultimo interglaciale (Olocene) nei laghi, ancora esistenti, si ebbe la deposizione di argille calcaree e di materiale organico fittamente stratificati.

Feingeschichtete Seesedimente sind häufig durch ungleichmäßige Setzung deformiert.

Fine-bedded lake sediments are often deformed because of unequal settlement.

Les sédiments fins lacustres sont souvent déformés à cause du tassement différentiel.

I sedimenti lacustri finemente stratificati sono spesso deformati a causa della compattazione differenziale.

Los sedimentos lagunares finemente estratificados están usualmente deformados por carga diferencial.

Feinkörnige Seesedimente zeigen eine dünne horizontale Schichtung.

Fine-grained lake sediments display a thin horizontal bedding.

Les sédiments lacustres à grain fin montrent un fin litage horizontal.

I sedimenti lacustre a grana fine mostrano una sottile stratificazione orizzontale.

Los depósitos detríticos finos de lago muestran una fina estratificación horizontal.



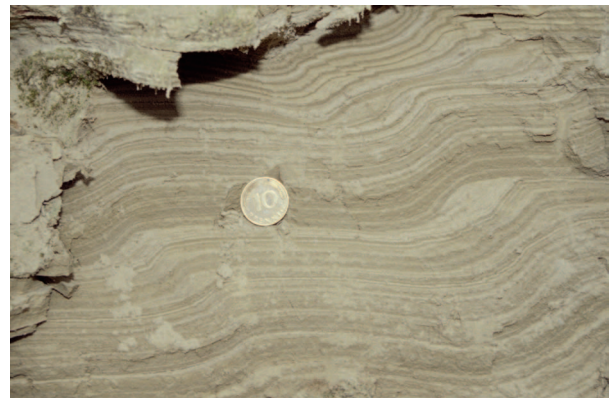
Dépôts lacustres

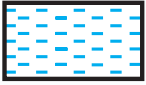
L'énorme capacité d'érosion des glaciers de l'ère glaciaire créa des vallées surcreusées dans les Alpes et des bassins en forme de langue dans l'avant-pays. Des lacs localement très étendus, se formèrent grâce à la fonte des glaces. Ainsi, à l'ouest du lac de Chiemsee, de nos jours encore existant, se trouvait périodiquement le lac de Rosenheim, de taille encore plus importante. Dans les deltas alluvionnaires, de puissantes accumulations de graviers se formèrent, alors que les sables et les silts prédominèrent dans l'intérieur de bassin. Très souvent, l'approvisionnement considérable en sédiments entraîna le remplissage complet des bassins avant la fin des stades glaciaires. Dans les lacs de plus longues vies, avec le réchauffement climatique de l'Holocène, précipitent des boues calcaires finement litées („Seekreide“) ainsi que du matériel organique.



Sedimentos lacustres

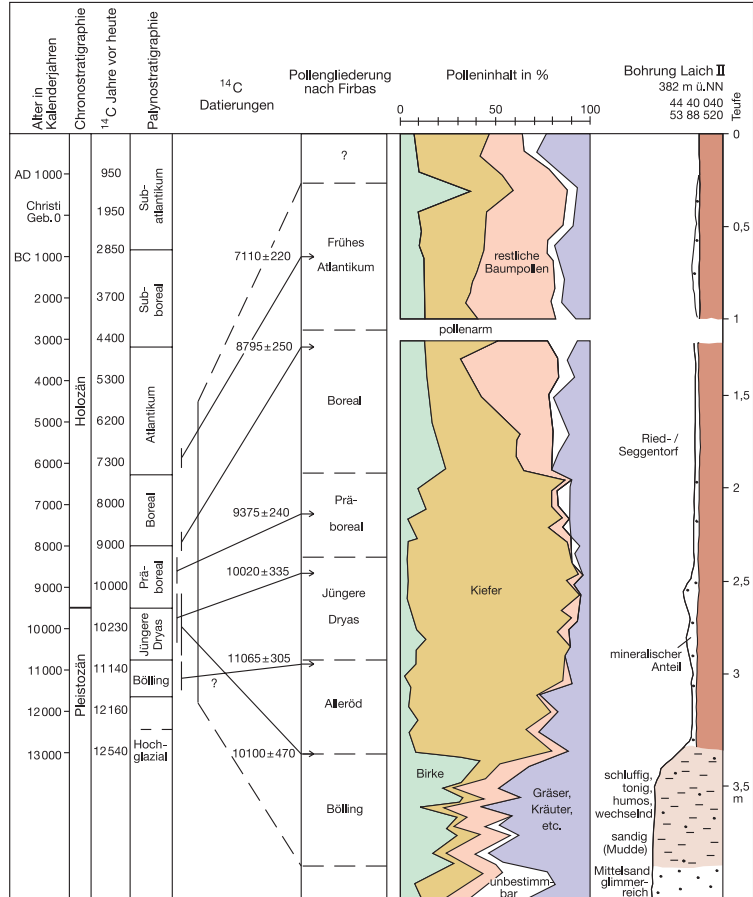
La gran capacidad erosiva de los glaciares generó, durante el período glacial, valles de gran profundidad y cuencas elongadas, en las que después de la fusión de los hielos se formaron localmente lagos. Así por ejemplo existió temporalmente, al oeste del actual Chiemsee, el Lago de Rosenheim, más extenso que el primero. En los deltas de los ríos se acumularon potentes depósitos de gravas, mientras que, hacia el centro de la cuenca, las arenas y los limos fueron los sedimentos predominantes. Intensos aportes sedimentarios colmataron muchas de las cuencas en la época glacial tardía. En los lagos que sobrevivieron a este período se sedimentaron, durante el recalentamiento del clima en el Holoceno, finos niveles de tiza („Seekreide“) y material orgánico.



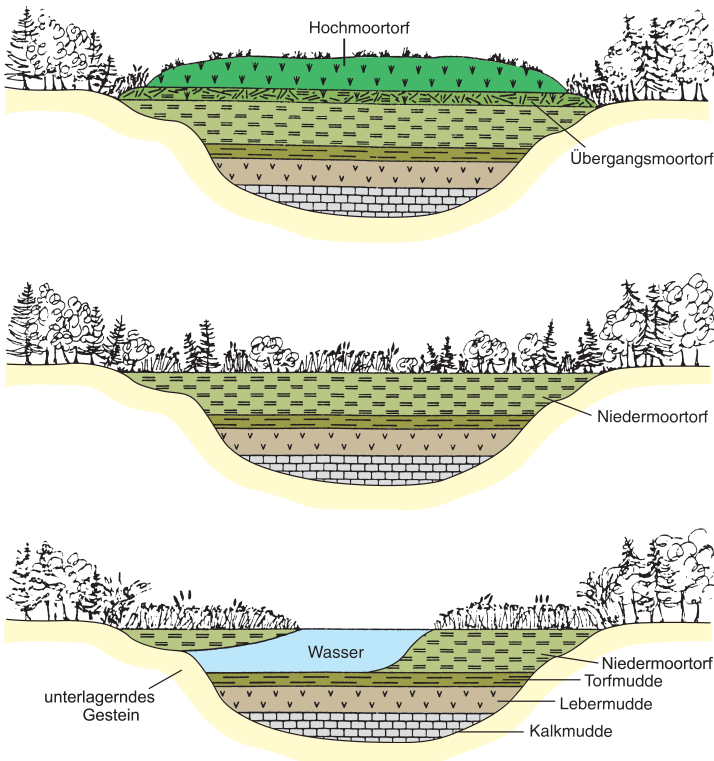


Torf

Nach dem Abschmelzen der Gletscher entstanden im Alpenvorland vor allem durch oberflächennahes Grundwasser ausgedehnte Moore. In Flusstälern, auf Schotterflächen und in den ehemaligen Gletscherbecken wuchsen oft viele Meter mächtige Torfe auf. Trockenlegung, Torfabbau und Ausblasung zerstörten in den letzten 200 Jahren viele dieser landschaftsprägenden Moorflächen. Früher wurde Torf als Heizmaterial verwendet, heute wird er noch vereinzelt für gartenbauliche oder medizinische Zwecke gewonnen.



nach Kortfunke (1992)





Peat

After the melting of the glaciers extensive peat bogs developed in the alpine foreland, mainly because of ground water close to the surface. Thick peats, often several meters thick, emerged in river valleys, gravel areas and former glacier basins. Many of the landscape-forming peat-bog areas were destroyed during the past 200 years by drainage, peat digging or aeolian blowing. In former times, peat was used as heating material. Today it occasionally serves for horticultural or medical purposes.

Torba

Dopo lo scioglimento dei ghiacciai nella zona prealpina si svilupparono, a causa della risalita del livello della falda fino quasi in superficie, vaste aree di torbiera. Lungo le valli fluviali, nelle aree ghiaiose e nei bacini glaciali si formarono così torbe spesse anche decine metri. La maggior parte delle torbiere sono state distrutte negli ultimi 200 anni a causa delle opere di bonifica idraulica, dell'estrazione della torba e della deflazione. In passato, la torba era utilizzata come combustibile, mentre oggi questo utilizzo è solo occasionale e l'estrazione avviene per uso agricolo o medico.

Aus der Moorvegetation entsteht unter Luftabschluss Torf.

From bog vegetation emerges peat under the absence of air.

En l'absence d'air, la végétation marécageuse se transforme en tourbe.

In assenza di aria, la vegetazione palustre si trasforma in torba.

De la flora de pantano, en ausencia de aire, se desarrollan turbas.

Ehemalige Torfstiche geben einen Einblick in den Aufbau der Moore.

Former peat pits allow a look at the internal structure of the bogs.

D'anciennes fosses d'extraction de la tourbe permettent un aperçu de la structure interne de la tourbière.

L'antico sfruttamento delle torbe ci permette di osservare la struttura interna di un pantano.

Las antiguas explotaciones de turbas nos permiten la visión de la estructura interna de un pantano.

Tourbe

Après la fonte des glaciers, un haut niveau des nappes phréatiques entraîne la formation de tourbière dans l'avant-pays alpin. Dans les vallées fluviales, dans les zones alluviales et dans les anciens bassins glaciaires émergent des tourbes, souvent de plusieurs mètres d'épaisseur. Le drainage, l'exploitation et la déflation détruisent pendant les deux derniers siècles beaucoup des paysages de tourbières. La tourbe fut autrefois utilisée comme moyen de chauffage. De nos jours elle est encore occasionnellement utilisée en horticulture et à des fins médicales.

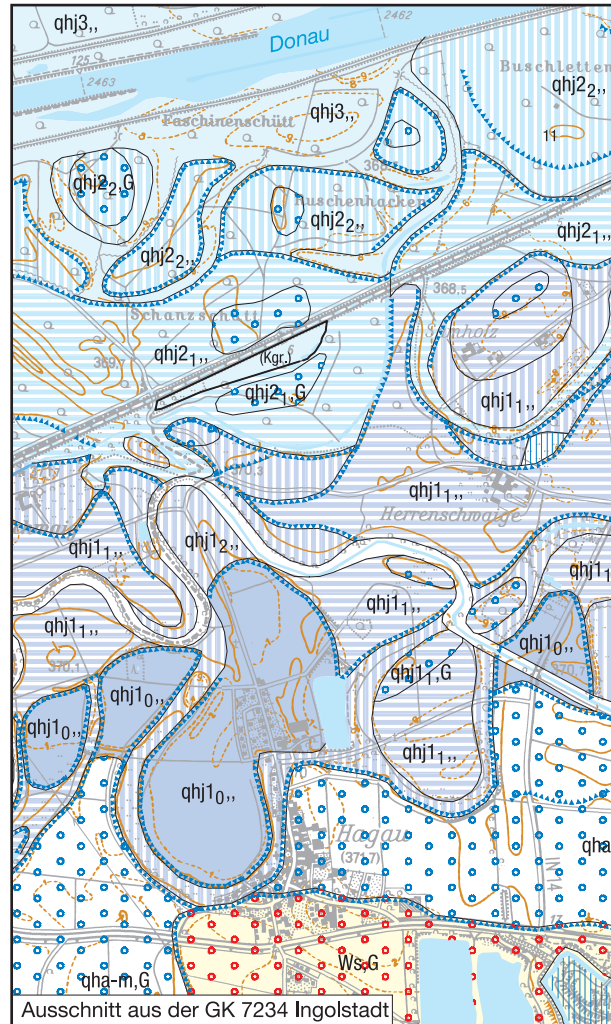
Turba

Después de la fusión de los glaciares se originaron extensas zonas pantanosas en el antepaís alpino. En valles fluviales, en áreas de depósitos de gravas y en las antiguas cuencas glaciares, se generaron frecuentemente depósitos de turba de varios metros de potencia. En los últimos 200 años muchos de estos paisajes de turberas y pantanos han sido destruidos, debido a procesos artificiales de drenaje, desecación y explotación de la turba. En el pasado, la turba fue utilizada como combustible para calefacción. Actualmente se usa ocasionalmente con propósitos hortícolas y medicinales.



Holozäne Flussablagerungen

Auch nach dem Ende der letzten Eiszeit kam es entlang der Flussläufe vielfach noch zu Umlagerungsvorgängen. So stehen heute durch Erosion entstandene Terrassentrepfen breit aufgeschütteten Schwemmfächern in den Mündungsgebieten von Flüssen gegenüber. Vor der Regulierung durch den Menschen schufen sich Flüsse innerhalb ihrer breiten Betten immer wieder neue Fließrinnen. Der damit verbundenen Erosion fielen auch ganze Baumbestände zum Opfer; „Stammlagen“ in den Schotterkörpern zeugen heute noch hiervon. Die holozänen Flussablagerungen schließen häufig mit feinkörnigen Auensedimenten, Flusslehm oder -mergeln ab, die auf Hochwässer zurückgehen.



Spätglaziale
Flußschotter

Ws,G

AUENTERRASSEN bei Ingolstadt

alt- mittelholozäne Terrassen

qha-m,G

Boreal-Atlantikum

jungholozäne Terrassen

qhj

Subboreal

Subatlantikum

Parabraunerde

Flußmergel

Steinzeit

Schotter

Bronzezeit

Eisenzeit

Römerzeit

frühes Mittelalter

Hochmittelalter
bis frühe Neuzeit

Neuzeit

Donau

Obere Süßwassermolasse



Alluvial deposits

Even after the end of the last ice age, often re-depositional processes occurred along the river valleys. Terrace sequences formed by erosion are in contrast with broadly deposited alluvial fans in river estuaries. Before artificial river regulation, river channels meandered in wide river beds. Subsequent erosion destroyed many tree populations, as documented by trunk layers in gravel deposits. The youngest Holocene fluvial deposits are often fine-grained flood-plain sediments, river loams or marls as the result of floods.



Depositi fluviali olocenici

Anche dopo la fine dell'ultima glaciazione, lungo le valli fluviali hanno avuto luogo processi di rideposizione. Le successioni di terrazzi formati dall'erosione fluviale contrastano con la deposizione dei conoidi alluvionali nelle foci fluviali. Prima della regimazione dei corsi d'acqua, i canali fluviali divagavano liberamente nelle pianura alluvionale. In fase di erosione successiva sono distrutto molte foreste, come documentato dagli strati di tronchi che sono stati rinvenuti nei depositi di ghiaie. I depositi fluviali olocenici più recenti sono costituiti generalmente da sedimenti fini di piana inondabile, limi o marne fluviali, che rappresentano la deposizione da parte di eventi di piena fluviale.

Bis mehrere tausend Jahre alte Baumstämme („Rannen“) lagern in holozänen Flussschottern.

Tree trunks up to several thousand years old are embedded in Holocene fluvial gravel.

Des troncs d'arbres âgés de plusieurs millénaires peu-vent être trouvés dans les dépôts fluviaux holocènes.

Nelle ghiaie alluvionali di origine fluviale si possono trovare tronchi d'albero antichi migliaia di anni.

En las gravas holocenas de origen fluvial pueden encontrarse troncos de árboles de varios millones de años de antigüedad.

Auch heute verlagern manche Flüsse noch ihr Bett.

Even nowadays some rivers displace their beds.

Encore de nos jours certaines rivières déplacent leurs lits.

Anche oggi alcuni fiumi modificano il loro corso.

También actualmente algunos ríos dislocan sus lechos.



Dépôts fluviaux holocènes

Après la fin de la dernière ère glaciaire, des processus de redépôt eurent encore lieu le long des vallées fluviales. Les séquences de terrasses dégagées par érosion contrastent avec les larges cônes alluviaux déposés dans les estuaires. Avant la régulation artificielle des cours d'eau, les rivières serpentaient à l'intérieur de larges lits. L'érosion résultante, détruisit d'importants stocks d'arbres, dont les troncs présents dans les alluvions sont les témoins. Les dépôts fluviaux de l'Holocène récents sont souvent des sédiments à grains fins de plaines inondables, des limons ou des marnes fluviales, étant le résultat d'inondations.



Sedimentos fluviales holocenos

Después del final del último período glacial continuaron actuando procesos de resedimentación a lo largo de los valles fluviales. Secuencias de terrazas originadas por erosión contrastan con amplios abanicos aluviales, depositados en estuarios. Antes de su regulación, los ríos serpenteaban en el interior de sus amplios lechos. La erosión subsiguiente destruyó muchas áreas arboladas, lo cual ha quedado documentado por las capas de leños interestratificadas en depósitos de gravas. Los depósitos fluviales del Holoceno temprano terminan usualmente con sedimentos finos de llanura de inundación y con fangos depositados por inundaciones.



Lust auf mehr?

Sind Sie neugierig geworden und wollen mehr über die Erdgeschichte und Gesteine Bayerns wissen? Veröffentlichungen des Bayerischen Geologischen Landesamtes beantworten nahezu jede geowissenschaftliche Frage über die bayerische Erdgeschichte: Besonders ist die Geologische Karte von Bayern im Maßstab 1:500 000 mit ihren ausführlichen Erläuterungen ist besonders zu empfehlen. Viele größermaßstäbliche Karten sowie Schriften zu Geologie, Hydrogeologie, Rohstoffgeologie und Bodenkunde stehen ebenfalls zur Auswahl. Auf unseren Internetseiten finden Sie einen Überblick der Produkte und daneben auch weitere Informationen, beispielsweise über die schönsten Geotope Bayerns – ideal für Ausflüge 600 Millionen Jahre zurück in Bayerns Erdgeschichte!

Kontakt:

Bayerisches Geologisches Landesamt

Heßstraße 128

D-80797 München

Tel.: ++49 (0)89 9214-2600

Fax: ++49 (0)89 9214-2647

E-mail: poststelle@gla.bayern.de

Internet: <http://www.geologie.bayern.de>



eine Behörde im Geschäftsbereich des
Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Desirous of more?

Did we arouse your curiosity, and you want to learn more about Bavaria's geological history and rocks? Publications by the Bavarian Geological Survey have an answer to almost any geoscientific question on Bavaria's geological history: The geological map of Bavaria to a scale of 1:500 000 will provide you with detailed information. Many largescale maps as well as publications on geology, hydrogeology, economic geology and soil science can answer your questions. On our web site you will find a product list and further informations, for example on the most beautiful geotopes in Bavaria – great to arrange trips 600 Million years back into Bavaria's geological history!



Envie d'en savoir plus?

Avons-nous éveillé votre curiosité, vous voulez en savoir plus sur les roches et l'histoire géologique de la Bavière? La Carte Géologique de la Bavière, à l'échelle 1:500 000, avec des explications détaillées, est disponible auprès du Bureau Géologique de Bavière, ainsi que des cartes à grandes échelles et des publications sur la géologie, l'hydrogéologie, la géologie minière et la pédologie. Sur le site Internet du Bureau, vous trouverez une liste de produits et de plus amples informations, comme par exemple les plus beaux géotopes de Bavière – idéal pour des excursions de 600 millions d'années dans le passé de l'histoire géologique de la Bavière!



Avete voglia di più?

Siete divenuto curioso e volete sapere di più della storia di terra e della roccia di Baviera? La carta geologica di Baviera alla scala 1:500.000 con note illustrative dettagliate e disponibile al Servizio Geologico di Baviera. Ci sono tante altre carte in scala più grande come anche scritte di geologia, idrologia, giacimento-logia e pedologia. Sulle pagine Internet del servizio poi farsi un'idea generale delle prodotti e in più ulteriore informazioni, per esempio sui Geotope più belle di Baviera – ideale per programmare escursioni indietro 600 milioni di anni della historia geologica di Baviera.



¿Desea saber más?

¿Se ha despertado su curiosidad y desea conocer más a cerca de la historia geológica y rocas de Baviera? El mapa geológico de Baviera, escala 1:500 000, con explicaciones detalladas está disponible en el Servicio Geológico de Baviera, tal como variados mapas a escalas mayores, publicaciones en geología, hidrogeología, geología económica y ciencia de los suelos. En la página internet del servicio usted puede tener acceso a una lista de productos, junto a informaciones suplementarias, como son por ejemplo: los Geotopos más hermosos de Baviera – ideal para organizar excursiones dentro de los 600 millones de años de la historia geológica de Baviera.





GEOLOGY OF BAVARIA

- Quaternary**
- Alluvial deposits
 - Peat
 - Lacustrine sediments
 - Aeolian sands
 - Loess, loess loam
 - Fluvial gravel and sand, Pleistocene
 - Moraines, with ridge, Late Pleistocene
 - Moraines, Early-Middle Pleistocene
 - Alb loam

- Alps**
- Helvetian Zone
 - Cretaceous, Paleogene
 - Flysch Zone
 - Cretaceous
 - Northern Calcareous Alps
 - Jurassic, Cretaceous, Paleogene
 - Younger Upper Triassic
 - Permian-Upper Triassic
- Molasse**
- Upper Freshwater Molasse
 - Upper Marine Molasse
 - Lower Freshwater Molasse, Lower Marine Molasse

- Cuesta Region**
- Neogene undifferentiated
 - Basaltic volcanics
 - Ries basin deposits
 - Ejecta of Ries impact
 - Upper Cretaceous
 - Malm
 - Lias, Dogger
 - Sandsteinkeuper
 - Gipskeuper
 - Lower Keuper
 - Muschelkalk
 - Buntsandstein
 - Upper Carboniferous-Permian

- Basement**
- Granites
 - Granodiorites, diorites
 - Silurian, Devonian, Lower Carboniferous
 - Basic volcanic rocks („Diabase“)
 - Cambrian-Ordovician, partly metamorphic
 - Metabasite, serpentinite
 - Gneisses, mica schist, migmatites
 - Mylonites, cataclases, quartz vein („Pfahl“)



GÉOLOGIE DE BAVIÈRE

- Sédiments quaternaires**
- Dépôts fluviaux holocènes
 - Tourbe
 - Dépôts lacustres
 - Sable éolien
 - Loess, limon
 - Graviers et sables pléistocènes de rivières
 - Moraine récente avec vallums
 - Moraine ancienne
 - limon de l' Alb

- Alpes**
- Helvétique
 - Crétacé, Paléogène
 - Flysch
 - Crétacé
 - Alpes calcaires septentrionales
 - Jurassique, Crétacé, Paléogène
 - Trias supérieur sommital
 - Permien-Trias supérieur
- Molasse**
- Molasse d'eau douce supérieure
 - Molasse marine supérieure
 - Molasse d'eau douce inférieure
 - Molasse marine inférieure

- Région des cuestas**
- Tertiaire indifférencié
 - Basalte
 - Remplissage de cratère du Ries
 - Ejections du Ries
 - Crétacé supérieur
 - Malm
 - Lias, Dogger
 - Keuper gréseux
 - Keuper gypseux
 - Keuper inférieur
 - Muschelkalk
 - Buntsandstein
 - Carbonifère supérieur - Permien

- Socle cristallin**
- Granite
 - Granodiorite, diorite
 - Silurien, Dévonien, Carbonifère inférieur
 - Vulcanite basique („diabase“)
 - Cambrien-Ordovicien partiellement métamorphique
 - Métabasite, serpentinite
 - Gneiss, micaschiste, migmatite
 - Mylonite, cataclase, filon quartzifère (Pfahl)



GEOLOGIA DELLA BAVIERA

- Formazioni Quaternarie**
- Depositi fluviali dell' Olocene
 - Torba
 - Depositi lacustri
 - Sabbia eolica
 - Loess, suolo limoso
 - Ghiaia e sabbia fluviale del Pleistocene
 - Morrena giovane a forma di vallo
 - Morrena vecchia
 - Suolo limoso tipo „Alb“

- Alpi**
- Elveziano
 - Cretaceo, Terziario inferiore
 - Flysch
 - Cretaceo
 - Alpi calcaree Bavaresi
 - Giurassico, Cretaceo, Terziario inferiore
 - Triassico superiore giovane
 - Permiano-Triassico superiore
- Molassa**
- Molassa dell' acqua dolce superiore
 - Molassa marina superiore
 - Molassa dell' acqua dolce inferiore
 - Molassa marina inferiore

- Regione a cuestas**
- Terziario non diviso
 - Basalto
 - Riempimento del cratere „Ries“
 - Proiezioni del cratere „Ries“
 - Cretaceo superiore
 - Giurassico superiore
 - Giurassico med. e inf.
 - Keuper „arenaria“
 - Keuper „gesso“
 - Keuper inferiore
 - Muschelkalk
 - Buntsandstein
 - Carbonifero superiore-Permiano

- Basamento**
- Granito
 - Granodiorite, diorite
 - Siluriano, Devoniano, Carbonifero inferiore
 - Vulcanite basica („Diabase“)
 - Cambriano-Ordoviciano, in parte metamorfico
 - Metabasite, serpentinite
 - Gneiss, micaschisto, migmatite
 - Milonite, cataclasi, filone di quarzo („Pfahl“)



GEOLOGÍA DE BAVIERA

- Sedimentos cuaternarios**
- Sedimentos fluviales holocenos
 - Turba
 - Sedimentos lacustres
 - Arena eólica
 - Loess, lodo
 - Grava y arena fluvial pleistocena
 - Morrena terminal de glaciación Wuerm
 - Morrena pre-Wuerm
 - Lodo tipo „Alb“

- Alpes**
- Helveticum
 - Cretácico, Paleógeno
 - Flysch
 - Cretácico
 - Alpes septentrionales
 - Jurásico, Cretácico, Paleógeno
 - Triásico Superior tardío
 - Pérmico-Triásico Superior
- Molasa**
- Molasa de agua dulce Superior
 - Molasa marina Superior
 - Molasa de agua dulce Inferior
 - Molasa marina Inferior

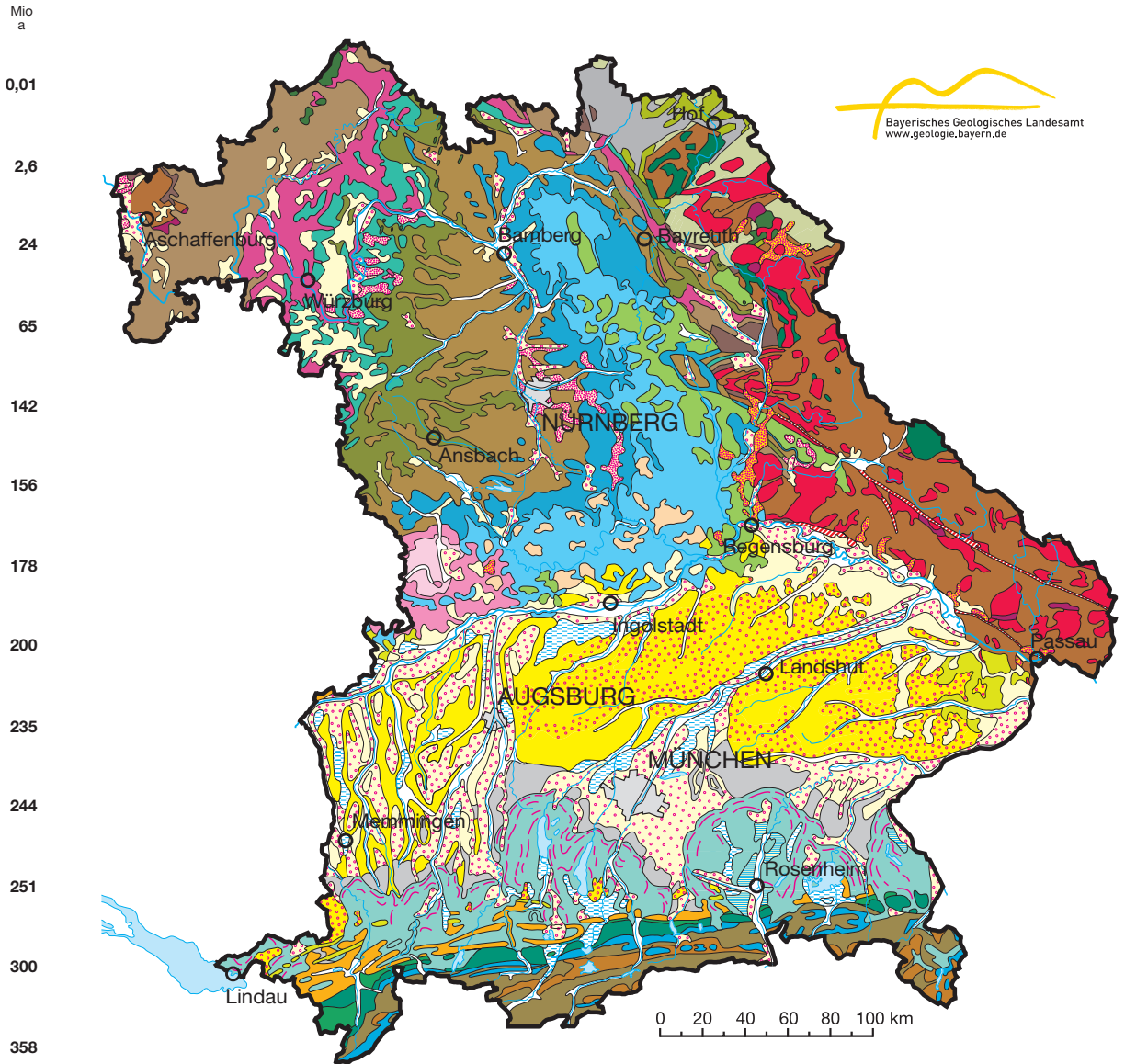
- Región de cuestas**
- Terciario no diferenciado
 - Basalto
 - Relleno del cráter de impacto del Ries
 - Material de eyección del impacto del Ries
 - Cretácico Superior
 - Jurásico Superior
 - Jurásico medio e Inferior
 - Keuper arenoso
 - Keuper yesífero
 - Keuper Inferior
 - Muschelkalk
 - Buntsandstein
 - Carbonífero Superior - Pérmico

- Basamento**
- Granito
 - Granodiorita, diorita
 - Silúrico, Devónico, Carbonífero inferior
 - Roca volcánica básica („Diabas“)
 - Cámbrico-Ordovícico en parte metamórfico
 - Metabasita, serpentinita
 - Gneis, micasquisto, migmatita
 - Milonita, cataclasi, filon cuarífero (Pfahl)



Geologische Übersicht von Bayern

Känozoikum (Erdenzeit)		0,01
Quartär		
Holozän		
Pleistozän		
Tertiär		2,6
Neogen		
Paläogen		
Mesozoikum (Erdmittelalter)		65
Kreide		
Jura		142
Malm		
Dogger		
Lias		156
Trias		178
Keuper		
Muschelkalk		
Buntsandstein		200
Paläozoikum (Erdaltertum)		235
Perm		
Karbon		244
Devon		
Silur		251
Ordovizium		300
Kambrium		358
Proterozoikum (Erdfrühzeit)		417
Präkambrium		443
		495
		545
		Mio a



<p>Quartäre Sedimente</p> <ul style="list-style-type: none"> Holozäne Flußablagerung Torf Seeablagerung Flugsand Löß, Lehm Pleistozäner Flußschotter und -sand Jungmoräne mit Wallform Altmoräne Alblehm 	<p>Alpen</p> <p>Helvetikum</p> <ul style="list-style-type: none"> Kreide, Alttertiär <p>Flysch</p> <ul style="list-style-type: none"> Kreide <p>Nördliche Kalkalpen</p> <ul style="list-style-type: none"> Jura, Kreide, Alttertiär Jüngere Obertrias Perm-Obertrias <p>Molasse</p> <ul style="list-style-type: none"> Obere Süßwassermolasse Obere Meeresmolasse Untere Süßwassermolasse Untere Meeresmolasse 	<p>Schichtstufenland</p> <p>Tertiär</p> <ul style="list-style-type: none"> Tertiär ungliedert Basalt Ries-Kraterfüllung Ries-Auswurfmassen <p>Kreide</p> <ul style="list-style-type: none"> Oberkreide <p>Jura</p> <ul style="list-style-type: none"> Malm Lias, Dogger <p>Trias</p> <ul style="list-style-type: none"> Sandsteinkeuper Gipskeuper Unterer Keuper Muschelkalk Buntsandstein <p>Oberkarbon-Perm</p> <ul style="list-style-type: none"> Oberkarbon-Perm 	<p>Grundgebirge</p> <p>Präkambrium - Paläozoikum</p> <ul style="list-style-type: none"> Granit Granodiorit, Diorit Silur, Devon, Unterkarbon Basischer Vulkanit („Diabas“) Kambrium-Ordovizium z.T. metamorph Metabasit, Serpentin Gneis, Glimmerschiefer, Migmatit Mylonit, Kataklasit, Quarzgang (Pfahl)
---	---	---	--

www.geologie.bayern.de

The central image shows a modern building with a sign that reads 'BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT'. Four yellow arrows point outwards from this central image to four different screenshots of the website's content:

- Top-left screenshot:** Titled 'Rohstoffe in Bayern', it features an image of a mining site and text about the extraction and processing of raw materials in Bavaria.
- Top-right screenshot:** Titled 'Geologie', it shows a scenic view of a river flowing through a rocky canyon, with text about geological features and the 'Geotipps' section.
- Bottom-left screenshot:** Titled 'Defahren - Georiskien', it displays a landscape with a sunset and text about geological risks and safety measures.
- Bottom-right screenshot:** Titled 'Erdbeben und Kaufen im Internet-Shop', it shows a map and text about earthquakes and the availability of geological products in an online shop.

www.geologie.bayern.de

