

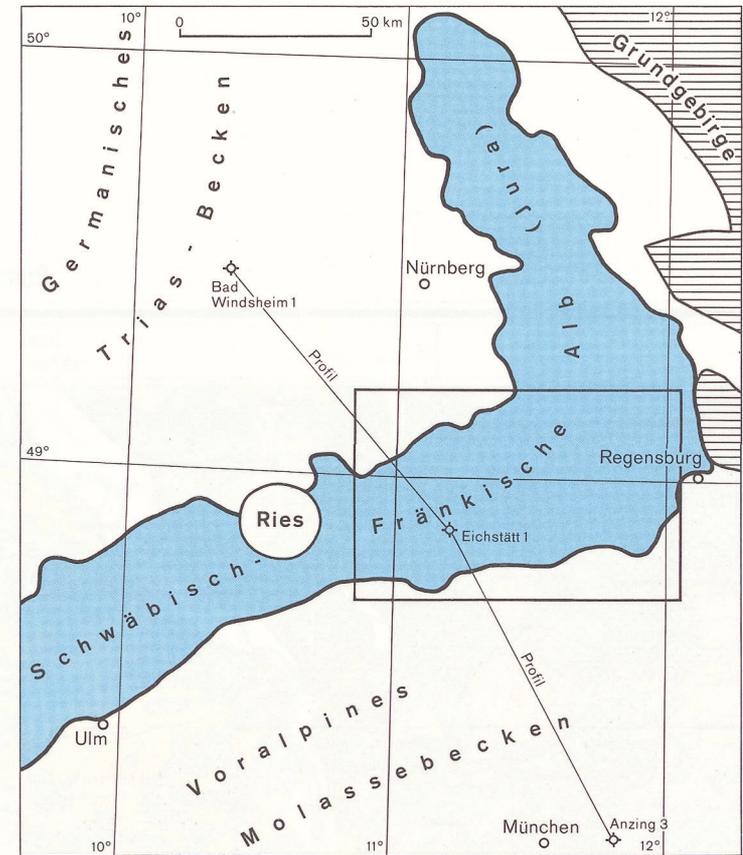
Geologische Karte des Naturparks Altmühltal Südliche Frankenalb

1:100 000

Mit Kurzerläuterungen auf der Rückseite



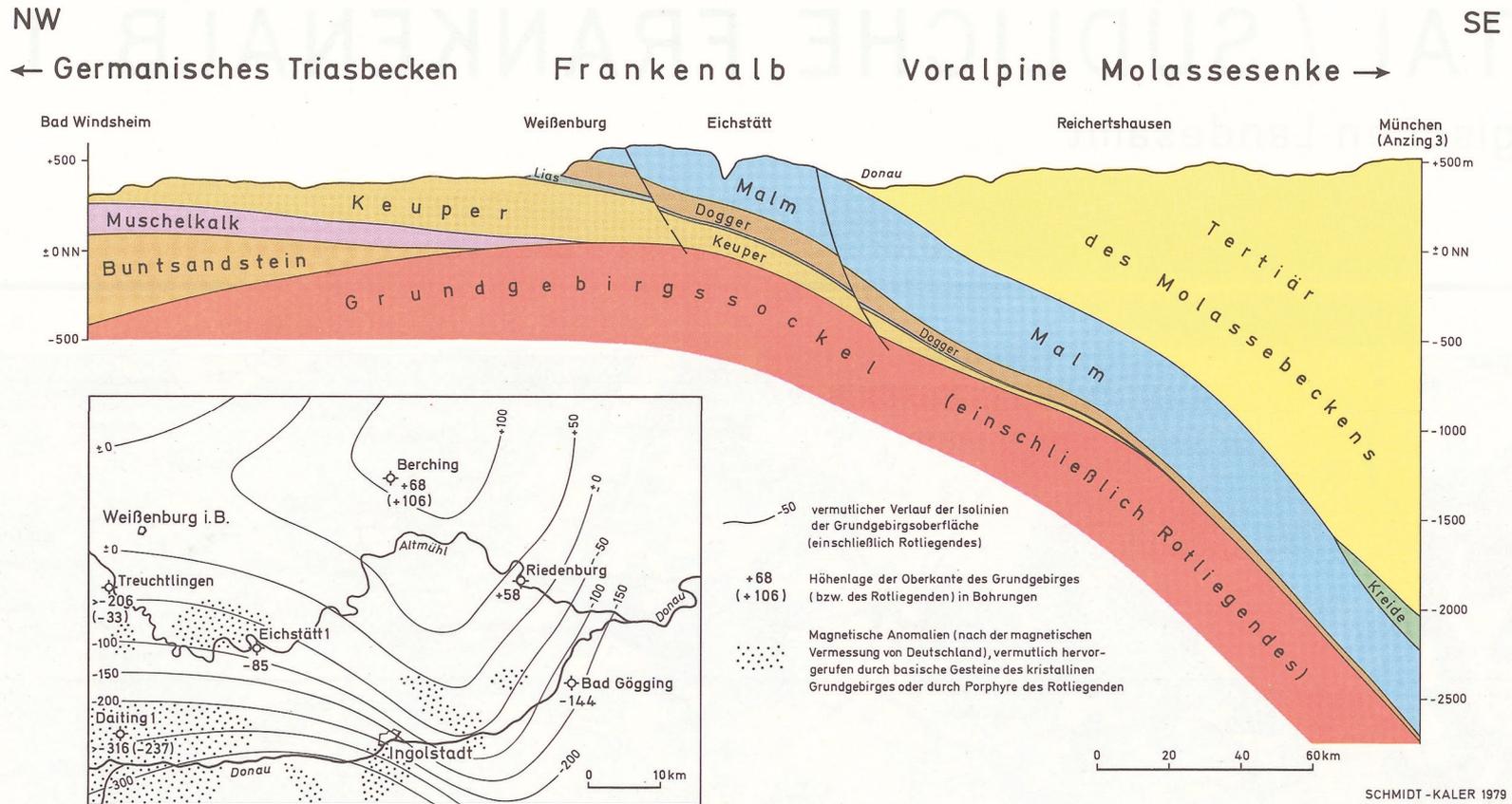
Bayerisches Geologisches Landesamt München 1979



Geographischer und geologischer Überblick

Die geologische Karte des Naturparks Altmühltal/Südliche Frankenalb gibt einen Ausschnitt aus dem langgestreckten Höhenzug der Schwäbisch-Fränkischen Alb, der vorwiegend von der Schichtenfolge des Jura aufgebaut wird. Im Westen wird das Gebiet begrenzt durch die Auswurfmassen des Ries-Meteoriten-Kraters, im Osten durch Überdeckung mit Regensburger Kreide. Die den Jura unterlagernden Keuper-Schichten kommen im Nordwesten an die Oberfläche, im Süden taucht der Jura rasch unter mächtige Tertiärablagerungen ab. Grob gesehen, bildet also der Jura der Südalb eine schräggestellte Gesteinsplatte, die von Nordwesten nach Südosten einfällt.

Morphologisch kann man das Gebiet in verschiedene Einheiten gliedern: über den flachwelligen Keuperhügeln im Nordwesten folgt langsam ansteigend das Lias- und Dogger-Albvorland. Darüber ist im unteren Malm ein steiler Anstieg – der Albtrauf – ausgebildet, an den sich nach Süden und Südosten die altangelegte Albhochfläche anschließt. Sie wird durch die Altmühl und ihre Nebenflüsse vielfach zerschnitten und senkt sich allmählich zur breiten Donauniederung ab.



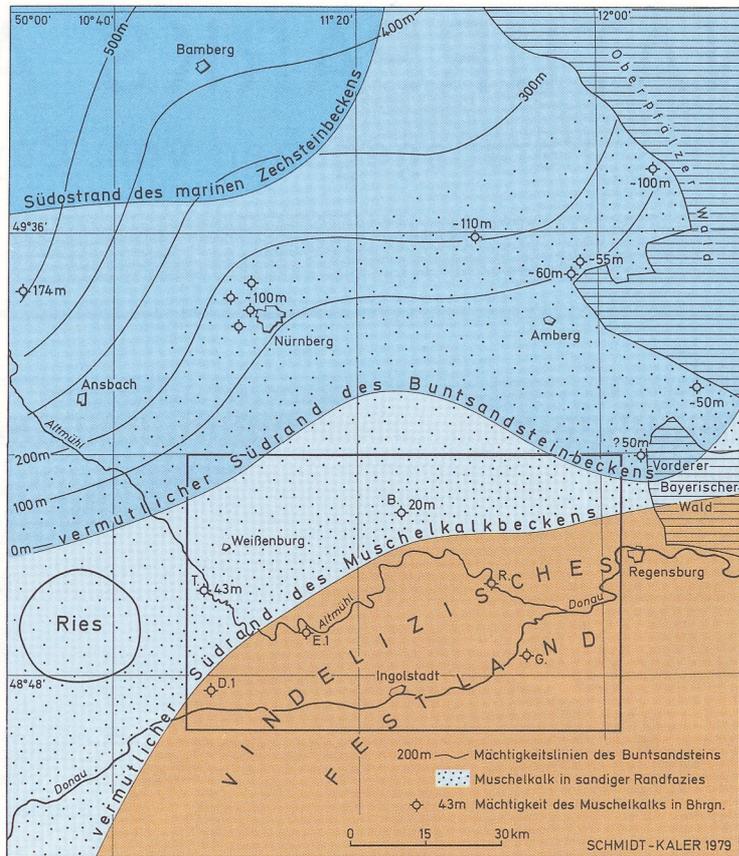
Paläogeographische Situation und erdgeschichtliche Entwicklung

Der Schnitt zwischen den Tiefbohrungen Bad Windsheim, Eichstätt 1 und Anzing 3 (östlich München) zeigt, daß der eingerumpfte Grundgebirgssockel unter der Alb eine erhöhte Lage einnimmt. Nordwestlich davon sinkt er langsam unter das immer mächtiger werdende Schichtpaket der Trias, südlich und südöstlich taucht er sehr rasch in die Vortiefe der Alpen ab. Die Südliche Frankenalb liegt damit im Grenzbereich zwischen Germanischem Triasbecken und Voralpinem Molassebecken.

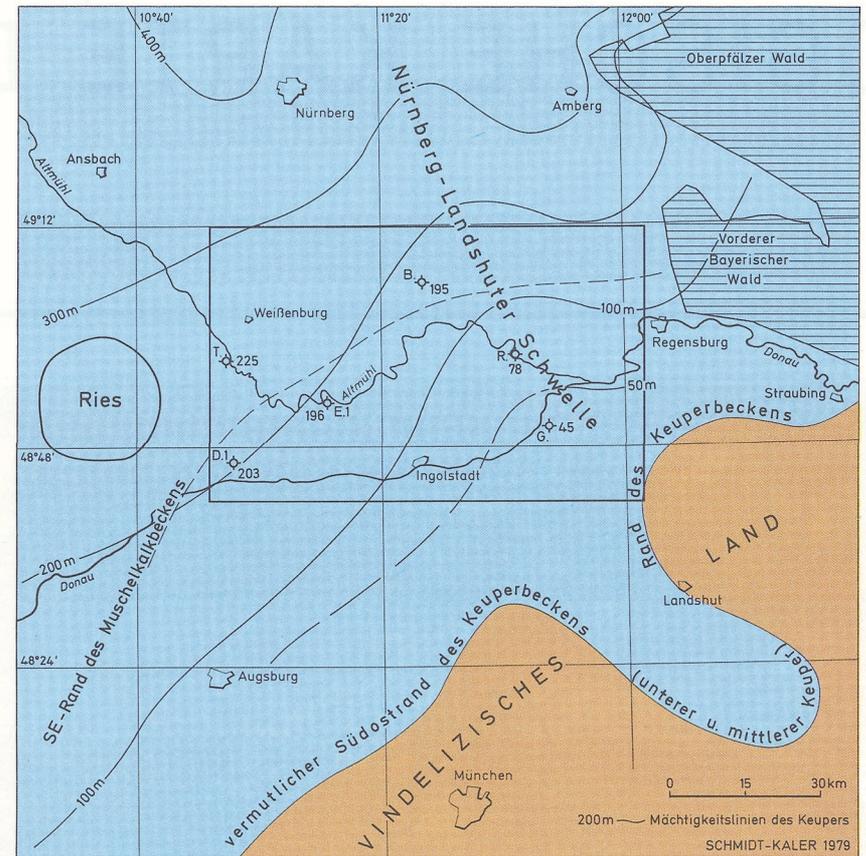
Das **Grundgebirge** unter der Alb besteht überwiegend aus prävariscischen Metamorphiten (Paragneise, Orthogneise, Amphibolite u. ä.) und während der variscischen Gebirgsbildung (vor ca. 300 Millionen Jahren) eingedrungenen Magmatiten (vor allem Granite). Dieser durch Tiefbohrungen und geophysikalische Untersuchungen nachgewiesene Grundgebirgsbau läßt sich gut mit der Moldanubischen Zone der Böhmisches Masse vergleichen. Als **Vindelizisches Festland** bildet er im Untergrund die Fortsetzung der Böhmisches Masse nach Westen.

Im Anschluß an die variscische Gebirgsbildung, die dieses ausgedehnte Festland schuf, beginnen sich in der **Unterperm-Zeit** (vor 280–250 Millionen Jahren) langgestreckte Tröge abzusenken, die aus den umliegenden Schwellenbereichen mit den festländischen **Rotliegend**-Sedimenten (Konglomerate, Sandsteine, Tone, z. T. mit Kohlebildungen) gefüllt werden. Zu den Trogfüllungen gehören auch Quarzporphyre mit Tuffiten, die eine kräftige vulkanische Tätigkeit mit dem Ausklingen der variscischen Gebirgsbildung dokumentieren (subsequenter Vulkanismus).

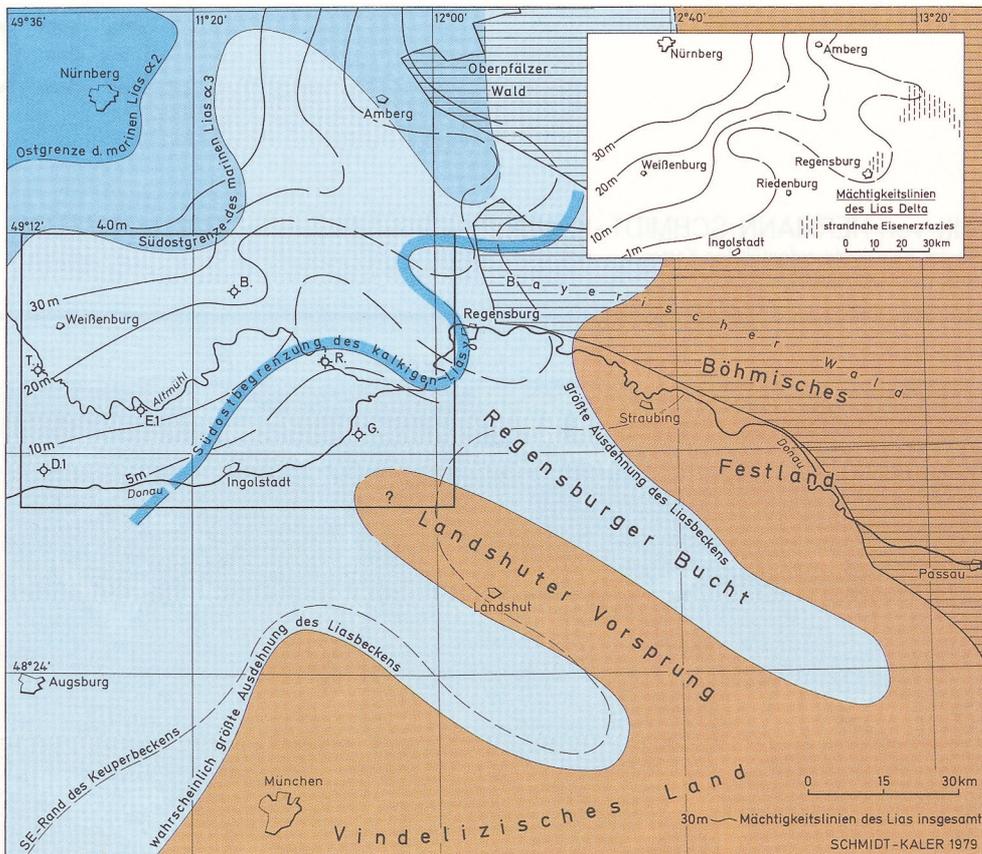
Die folgende Entwicklung wird durch paläogeographische Karten für die einzelnen Zeitabschnitte der Erdgeschichte dargestellt, welche die Rekonstruktion des Abtragungs- und Ablagerungsraumes bzw. von Land- und Meeresgebieten sowie Mächtigkeiten und typische Ausbildung (= Fazies) der Schichten zeigen. Aus ihnen läßt sich wie in einem Film die allmähliche Ausdehnung des Triasbeckens nach Süden und die damit verbundene Einengung des Vindelizischen Festlandes ablesen. Damit ist am Aufbau des tieferen Deckgebirges im äußersten Nordwesten unseres Gebietes der Buntsandstein gerade noch beteiligt, in der Südosthälfte dagegen nur der Keuper.



Die am Ende des Rotliegenden weitgehend eingebnete Rumpffläche des ausgedehnten Vindelizischen Festlandes wird anschließend von Norden und Westen her fortschreitend überwältigt und mit Sedimenten des Deckgebirges eingedeckt. Der erste Vorstoß eines Meeres von Nordwesten in der **Oberperm-Zeit** (vor 250–230 Millionen Jahren) erreicht unser Gebiet noch nicht; die Küste dieses **Zechstein**-Meeres liegt nördlich von Nürnberg. Doch schon mit Beginn der **Trias-Zeit** (vor 230–195 Millionen Jahren) wird das Vindelizische Land durch das südlich sich ausdehnende **Buntsandstein**-Becken weiter eingeeengt; seine Ablagerungen bestehen vorwiegend aus Sandsteinen mit Konglomeratbänken und dürften unseren Kartenausschnitt im äußersten Nordwesten und Nordosten gerade noch in geringer Mächtigkeit erreichen. In der folgenden mittleren Trias-Zeit reicht das **Muschelkalk**-Becken nun schon bis in die Nordhälfte unseres Gebietes; die Ausbildung der Sedimente ist aber noch stark landnah geprägt durch geringmächtige, vorwiegend sandige Ablagerungen, die erst weiter beckenwärts in die typische Kalkfazies übergehen, wie sie aus der Würzburger Gegend bekannt ist. Auch die Mächtigkeit (0 m bis ca. 60 m) ist gegenüber der Beckenfazies stark reduziert.

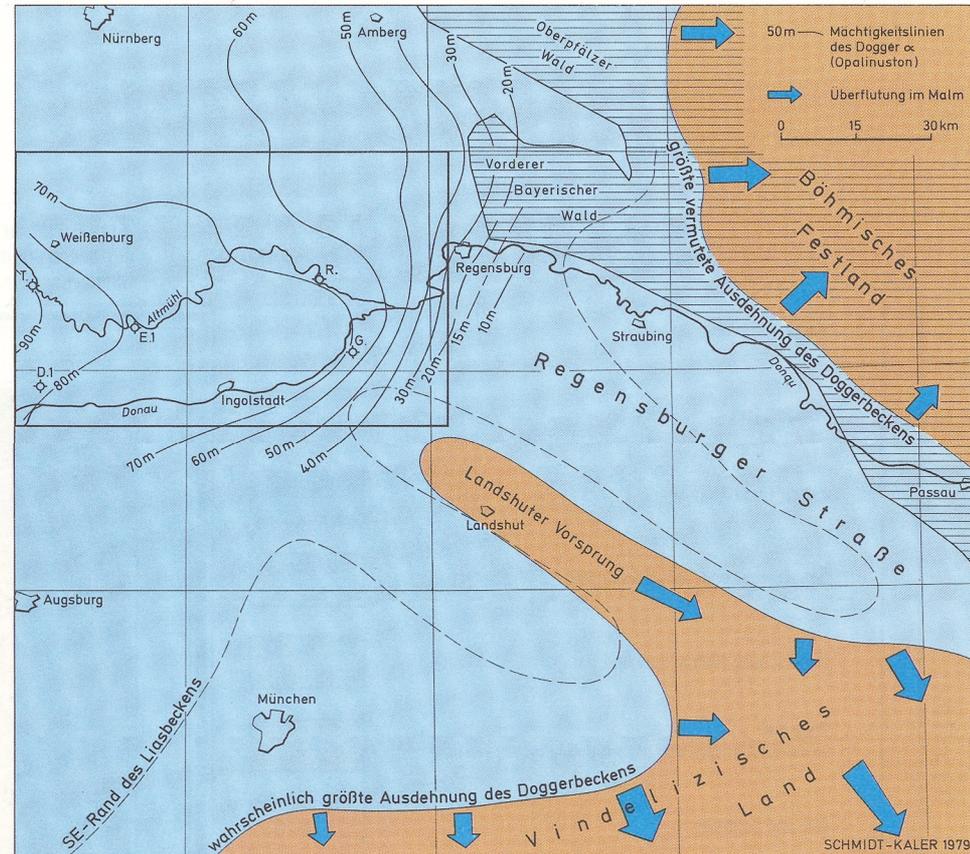


In der **Obertrias-Zeit** dehnt sich das Sedimentationsbecken des **Keupers** weit über unser Gebiet nach Süden aus. Sein Rand liegt nun schon zwischen Augsburg und München; er ist gegliedert durch eine Ausbuchtung südlich und einen Vorsprung nördlich von Landshut. An diesem später noch ausgeprägteren Landshuter Vorsprung reicht der Beckenrand gerade noch bis in die Südostecke unseres Gebietes hinein und macht sich durch eine Zone geringerer Mächtigkeit von dort in Richtung Nürnberg bemerkbar (Nürnberg-Landshuter Schwelle). Östlich davon wird die Oberpfälzer Bucht mit etwas größeren Sedimentstärken angedeutet. Ihren höchsten Wert erreicht die Mächtigkeit des Keupers mit etwa 300 m im äußersten Nordwesten unseres Ausschnittes. Seine Sedimente sind aber auch hier noch durch die Nähe des Vindelizischen Festlandes geprägt, von dem der sandig-tonige Verwitterungsschutt in das flache Becken transportiert wird. Selbst der stärker marin beeinflusste Gipskeuper ist nicht in typischer Weise ausgebildet, sondern weitgehend versandet. Erst mit dem Feuerletten dringt eine stark tonige limnisch-brackische Beckenfazies weit nach Süden vor und kündigt damit die spätere große Transgression des Jura-Meeres an.



In der **Jura-Zeit** (vor 195 Millionen Jahren) stößt von Nordwesten ein flaches Schelfmeer in unseren Raum vor, hält ihn für 45 Millionen Jahre besetzt, drängt das Vindelizische Land schrittweise nach Süden zurück und überflutet es schließlich vollkommen. Die Ablagerungen des Jura-Meeres werden nach ihrer vorherrschenden Farbe als Schwarz-, Braun- und Weißjura bezeichnet. Diese drei Abteilungen werden wiederum in sechs Stufen gegliedert und nach den ersten sechs Buchstaben des griechischen Alphabets benannt.

Im vielfach küstennah geprägten unteren Jura (**Lias** oder **Schwarzjura**) kann man dieses schrittweise Vorrücken des Meeres gut rekonstruieren: während die Küste im unteren Lias (Alpha 2) noch bei Nürnberg liegt, hat sie sich im höchsten Lias schon fast bis München vorgeschoben. Dabei wird der Beckenrand durch die tief nach Südosten eingebrochene Regensburger Bucht zwischen dem landfest gebliebenen Landshuter Vorsprung und dem Böhmisches Festland weiter aufgegliedert. Diese paläogeographischen Elemente prägen auch die Mächtigkeitsverteilung: im Nordwesten erreicht die Gesamtmächtigkeit 40 m, im Südosten geht sie bis auf Null zurück. Ähnlich verläuft die Entwicklung in einzelnen Stufen, wie z. B. im Lias Delta (Kasten rechts oben).



Im mittleren Jura (**Dogger** oder **Braunjura**, vor 175 bis 160 Millionen Jahren) dehnt sich das Meeresbecken weiter aus; die Küste liegt nun schon südlich München. Der Landshuter Vorsprung bleibt noch bestehen, doch zwischen ihm und dem Böhmisches Festland entwickelt sich aus der Regensburger Bucht gegen Ende des Dogger die Regensburger Straße als durchgehende direkte Verbindung nach Süden zum alpinen Mittelmeer, der sog. Tethys. Damit ist das Vindelizische Land eine Insel geworden und von der Böhmisches Landmasse abgeschnitten. Auch auf diese greift das Dogger-Meer weiter vor als zur Zeit des Lias.

Die Gesamtmächtigkeit der unter tonigen (Opalinuston), nach oben sandigen und eisenerzführenden (Eisensandstein), schließlich kalkig-oolithischen Ablagerungen (Oberer Dogger) beträgt in unserem Gebiet im Westen bis 140 m, im Osten etwa 70 m. Besonders deutlich ist diese Mächtigkeitsabnahme im einheitlich ausgebildeten Opalinuston darstellbar, wobei im Regensburger Raum durch die rasche Verringerung nach Osten die Beckenbegrenzung deutlich erkennbar wird. Sie liegt hier allerdings noch nicht so weit im Südosten wie zur Zeit des Oberen Dogger.

NATURPARK ALTMÜHLTAL



Im oberen Jura (**Malm** oder **Weißjura**, vor 160–140 Millionen Jahren) schreitet die Transgression des Meeres rasch voran, das Ergebnis ist die totale Überflutung des Vindelizischen Landes und das Übergreifen des Meeres auf weite Randteile des Böhmisches Massivs. Damit ist nun das flachere fränkische Schelfmeer direkt mit dem tieferen alpinen Mittelmeer, der Tethys, verbunden. Die fränkische Fazies des Malm kennzeichnen helle Bankkalke und Mergel, die in einem warmen Schelfmeer mit guter Durchlüftung abgelagert werden. Küstennahe oder gar litorale Ablagerungen, wie im Lias und Dogger, sind nicht entwickelt; erst im obersten Malm machen sich Einflüsse eines im Nordwesten auftauchenden Landes, des Mitteldeutschen Festlandes, immer stärker bemerkbar. Gegen Ende der Jurazeit wird das Meer schließlich in den Voralpenraum zurückgedrängt.

Der Malm der Südlichen Frankenalb erweist sich allein durch seine große Mächtigkeit als wichtigste Abteilung des Jura. Mit 400–500 m (in dieser Vollständigkeit allerdings nur am Südrand erhalten) wird er zehnmal so mächtig wie die Höchststärke des Lias und ist immerhin noch dreimal dicker als die Durchschnittsstärke des Dogger, obwohl alle drei Abteilungen eine ähnliche Zeitspanne (15–20 Millionen Jahre) umfassen. Da er im Vergleich zum Liegenden vorwiegend aus harten Kalken aufgebaut wird, beherrscht er mit markanten Landschaftsformen die Alb. Der steil aufragende Albtrauf im Norden wird hauptsächlich durch das dicke Kalkpaket des Malm verursacht, die Vorstufe im Doggersandstein ist im Vergleich dazu morphologisch von geringer Bedeutung. Besondere Prägung erhält die Jurlandschaft durch die oft zu senkrechten Felstürmen und -wänden herauspräparierten Riffgesteine (besonders im Altmühltal und in der Weltenburger Enge).

Die Ablagerungen des Malm sind durch zwei gegensätzliche Ausbildungen charakterisiert:

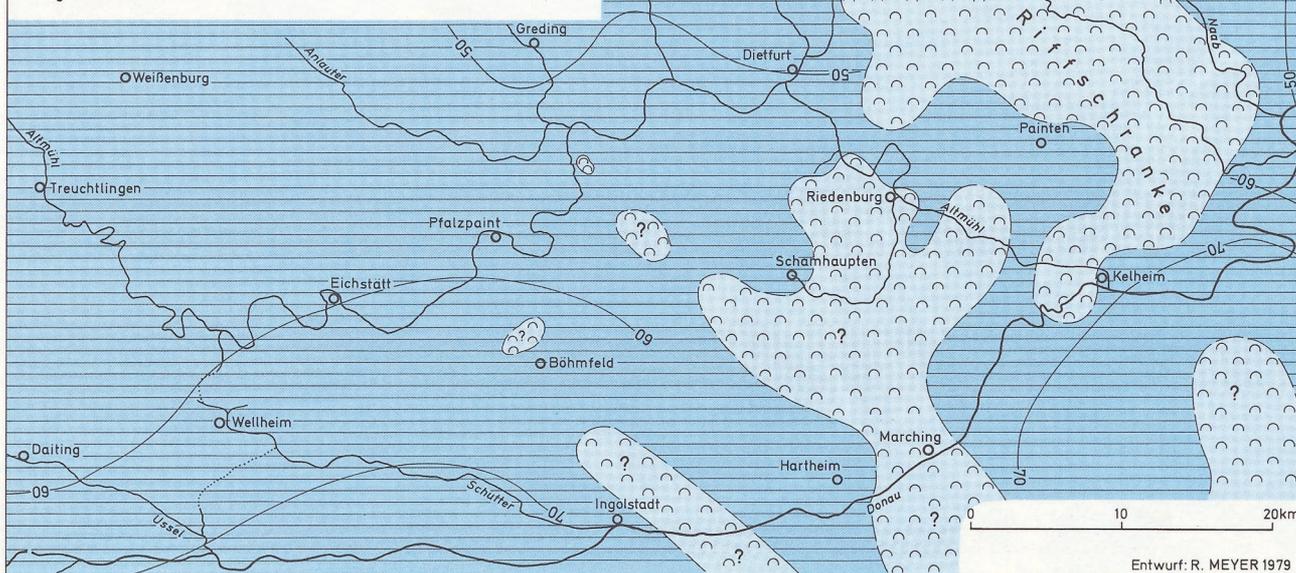
1. Die Cephalopoden-reiche **Schichtfazies**. Sie besteht aus einer Wechselfolge von Mergeln, Mergelkalken und Kalken. Deren Schichtstärke reicht von dickbankig (bis ca. 100 cm) über dünnbankig (ca. 5–30 cm) bis plattig (1–5 cm, glatte Schichtflächen) und im Extremfall bis zu Feinstschichtigkeit (unter 1 cm, „Schiefer“) herunter. Mit Hilfe von typischen Ammonitenabfolgen lassen sich weltweite zeitliche Vergleiche vornehmen.

2. Die **Riff-** oder **Bioherm-Fazies**. Sie wird vorwiegend aufgebaut von nach ihrem Tod verkalkenden Kieselschwämmen und selbst kalkbindenden Blaugrünalgenkrusten. Durch Vorauswachsen gegenüber der Schichtfazies kommt es zur Bildung von Kleinstotzen bis zum Bau von großen Kuppelriffen mit Durchmesser bis 500 m, die ihre Umgebung 50–80 m überragen. Im höheren Malm werden durch Korallen und Hydrozoen als Riffbildner noch steilere Riffbauten erzielt. Vor allem das Korallenriff bietet mit seiner gegliederten Oberfläche (Höhlen, Überhänge, Riffschuttsäume) einer vielfältigen Fauna Lebensraum. Die hier vorkommenden Formen (Brachiopoden, Muscheln, Schnecken, Seeigel, Seesterne, Bryozoen, Serpeln u. a. m.) leben vorwiegend am Boden und sind so stark ortsgebunden. Ammoniten kommen selten vor. Die Riffkalke (vor allem die Schwamm-Algen-Kalke) wurden später oft durch Mg-haltige Lösungen in Dolomit umgewandelt.

Zwischen der gegensätzlichen Schicht- und Riff-Fazies vermittelt die im Malm Delta und Epsilon verbreitete, tafelbankige **Biostromfazies**; sie besteht aus z. T. später dolomitisierten Schwammkalken (oder sonstigen Fossilkalken) mit planparalleler Ober- und Untergrenze. Die Bankung ist jedoch nicht so scharf wie in der Schichtfazies, die Bankstärke übersteigt die Dickbankigkeit.

Malm (Alpha+Beta)

-  Schichtfazies: oben Bankkalke, unten Mergel und Mergelkalke
-  Riff-Fazies: Schwamm-Algen-Riffkalke und -dolomite
-  50 Mächtigkeitslinien der Schichtfazies in m

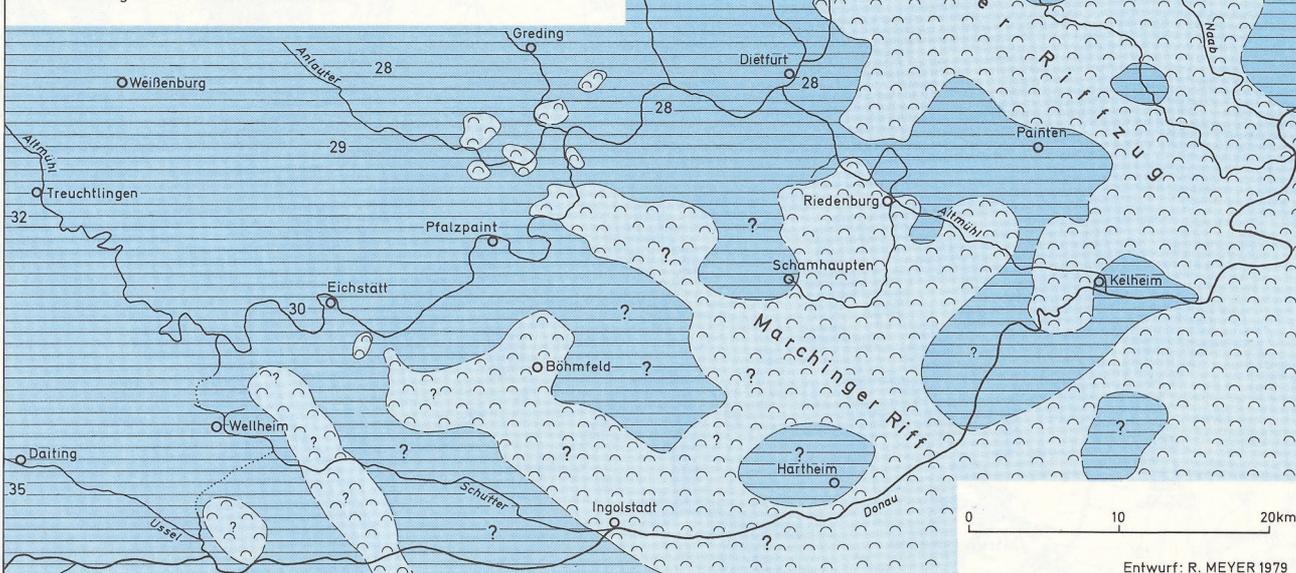


Im Unteren Malm (**Alpha + Beta**) nimmt die Schichtfazies den größten Teil des Gebietes ein. Sie wird im Westen im unteren Teil von Mergeln und Mergelkalken aufgebaut (Malm Alpha), darüber liegen helle dünnbankige und reine Bankkalke (Malm Beta). Die untere mergelige Serie wird nach Osten zunehmend kalkiger, so daß dort schon im oberen Malm Alpha die sogenannte Werkkalkfazies auftritt. Die Mächtigkeit der Schichtfazies liegt in dem über Tage erschlossenen Teil des Gebietes zwischen Treuchtlingen und Dietfurt um 50 m; nach Süden steigt sie bis auf 70 m an. Da der Malm Beta eine überall gleichbleibende Dicke von etwa 20 m beibehält, liegt die Mächtigkeitssteigerung vor allem im Malm Alpha.

Die Riff-Fazies ist auf den Osten des Gebietes am Rande flacher Schwellen beschränkt. Sie setzt im Malm Alpha nur sehr zögernd mit Algenkrusten tragenden Einzelschwämmen ein, die allmählich zu kleineren Stotzen zusammewachsen. Erst im Laufe des kalkigen Malm Beta schließen sich dann die Einzelriffe zu größeren Riffkomplexen (siehe Abb.) zusammen. Das hervorstechendste Element ist die Parsberger Riffschranke entlang der Schwarzen Laaber, die im Norden eine kalkreichere Schichtfazies abtrennt. Das nur in Teilen nachgewiesene Riffgebiet zwischen Riedenburg und Marching bildet wahrscheinlich die nach Westen versetzte Fortsetzung des Parsberger Riffzuges. Die Mächtigkeiten der Riff-Fazies sind größer als die der Schichtfazies, z.B. in Riedenburg 82 m.

Malm Gamma

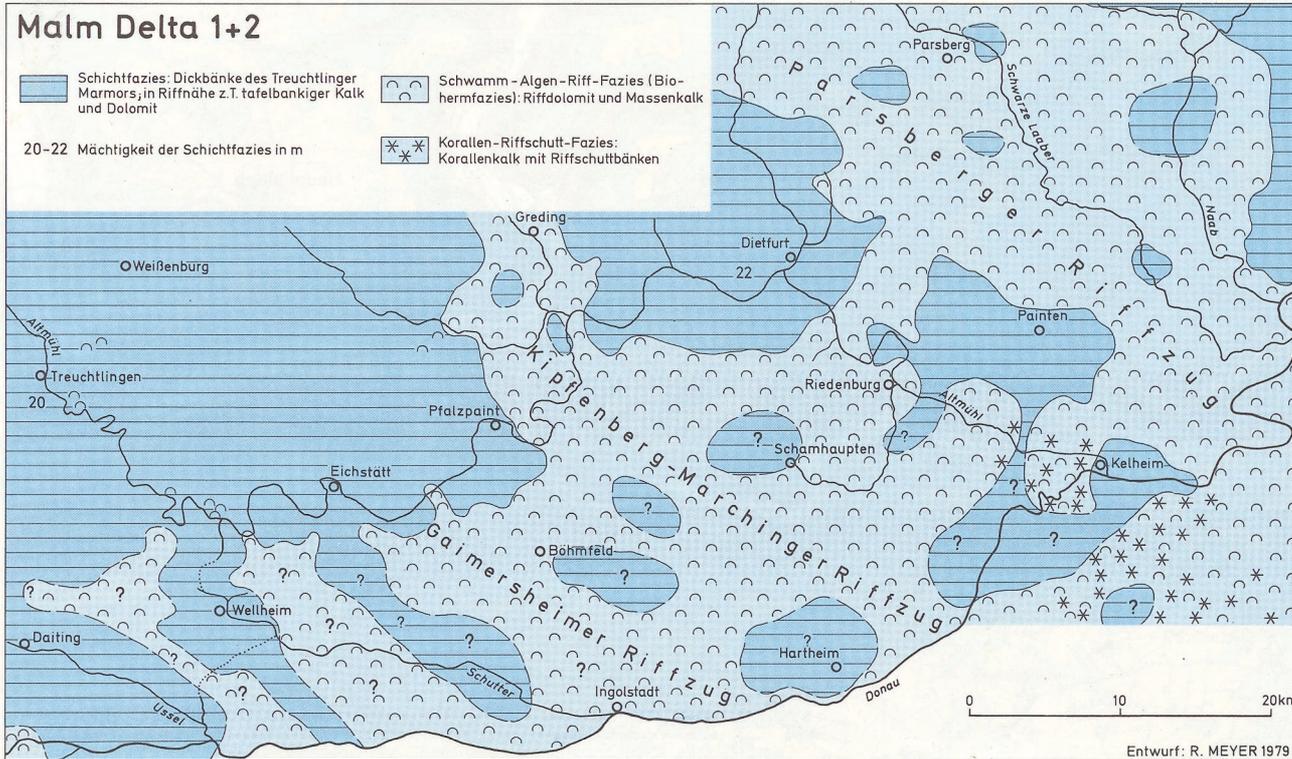
-  Schichtfazies: mergelige Bankkalke und Mergel
-  Riff-Fazies: Schwamm-Algen-Riffkalke und -dolomite
-  28-35 Mächtigkeit der Schichtfazies in m



Im Malm **Gamma** hat die sich ausbreitende Riff-Fazies die Schichtfazies weiter reduziert, so daß sie nur noch etwa die Hälfte des Gebietes einnimmt. Sie zeigt folgende Vertikalgliederung: über ca. 5 m Mergel und Mergelkalken der Platynota-Schichten folgen etwa 20 m leicht mergelige Kalke (Ataxioceraten-Schichten), darüber 1,5 m Mergel (Crussoliensis-Mergel) und 4 m harte dickbankigere Kalke (Uhländi-Kalke). Von Westen nach Osten erfolgt wieder eine – diesmal aber nur leichte – Abnahme der Mergel. Die Mächtigkeit bleibt mit 28–35 m im gesamten Raum erstaunlich konstant.

Die Riff-Fazies (Schwamm-Algen-Fazies) hat sich im Laufe des Malm Gamma weiter ausgedehnt. Der Parsberger Riffzug wächst nach Süden weiter und hat den Marchinger Riffzug angegliedert, der sich nach Nordwesten bis Kipfenberg vorschiebt und sich dann in kleinen Riffarealen auflöst. Südwestlich davon werden zwei weitere SE-NW gerichtete Riffzonen angenommen. Die Mächtigkeit der Riff-Fazies kann bis 50 m erreichen.

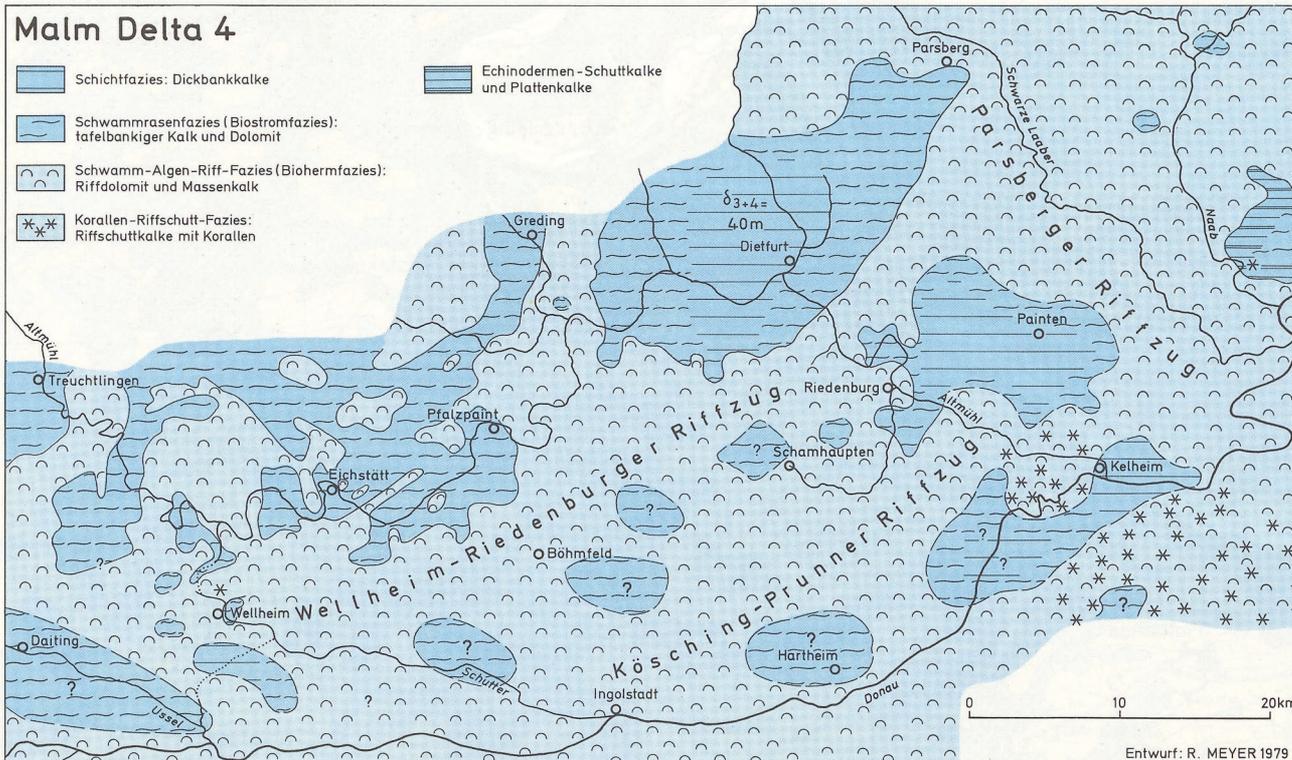
Malm Delta 1+2



Mit dem Malm **Delta** verwischen sich die vorher scharfen Unterschiede zwischen Riff- und Schichtfazies: Einzelschwämme siedeln nun auch in der durch Dickbänke bestimmten **Schichtfazies** (Mächtigkeit ca. 60 m). Im unteren Delta wird diese als Treuchtlinger Marmor außerdem noch durch sessile Foraminiferen mit Algenröhrchen (Tubiphyten) und Onkoide geprägt. Im obersten Delta ist die dickbankige Schichtfazies auf kleine Gebiete bei Dietfurt, Painten und Kelheim zurückgedrängt; ihren Raum nimmt nun vor allem die tafelbankige Biostromfazies ein.

Die Riff-Fazies (Mächtigkeit um 100 m) breitet sich im unteren Delta gewaltig aus. Neben den Parsberger Riffzug tritt nun der Kipfenberg-Märchinger und der Gaimersheimer Riffzug. Wahrscheinlich engen zwei weitere NW-SE-verlaufende Riffgürtel östlich und westlich Wellheim auch im Westen den Faziesraum des typischen Treuchtlinger Marmors stark ein. Im oberen Delta stoßen die Riffe gerade in diesem Gebiet stark vor; damit entstehen im Süden zwei langgestreckte, erstmals SW-NE-verlaufende Riffzüge (Wellheim – Riedenburg und Kösching – Prunn). In den Restgebieten deutet die dort meist ausgebildete tafelbankige Biostromfazies erstmals das spätere Verteilungsmuster der Obermalm-Wannen an. – Die Bioherm-Fazies besteht vorwiegend aus Schwamm-Algen-Riffen. Im Kelheimer Raum setzt im unteren Delta zögernd eine Besiedlung mit Korallen ein, die sich nach oben hin verdichtet und vor allem am Hang der Schwammstotzen mächtige Riffschuttbänke entwickelt. Dies und das gleichzeitige Auftreten von Ooiden und stromatolithischen Algenkrusten auch in den Schwammriffen weist auf eine Verflachung des Meeres hin.

Malm Delta 4



Im Malm **Epsilon** (hier nicht dargestellt, siehe aber MEYER 1977, Abb. 10) ähnelt die Faziesverteilung dem Bild des oberen Malm Delta. Die großen Schwammriffgürtel im Süden grenzen ein Gebiet mit Schicht- und Biostromfazies im Nordwesten ab, das in sich durch schmale, sich überkreuzende Riffzüge in kleine Wannen gegliedert ist. Insgesamt sind die Riffe und die Biostromfazies in Rückzug begriffen, die mit ihr verzahnte Schichtfazies breitet sich wieder aus. Die Schichtfazies (20–45 m mächtig) wird im Westen durch helle dünnbankige Kalke vertreten; im Osten kommen diese nur im unteren Teil vor, darüber setzt die Kieselplattenfazies (Plattenkalke mit Kieselagen) ein. Der Beginn des Malm Zeta wird durch eine häufig beobachtete rote Mergellage markiert.

Die **Riff-Fazies** (bis 60 m mächtig) wird vorwiegend von Schwamm-Algen-Riffen gebildet, allerdings weitet sich die Hydrozoen-Korallen-Fazies mit ihrem ausgedehnten Riffschuttmantel (Dicerar- oder Kelheimer Kalk) im Kelheimer Raum weiter aus. Ooide und stromatolithische Algen deuten auf Flachwasser hin.

Malm Zeta 1

Schichtfazies:

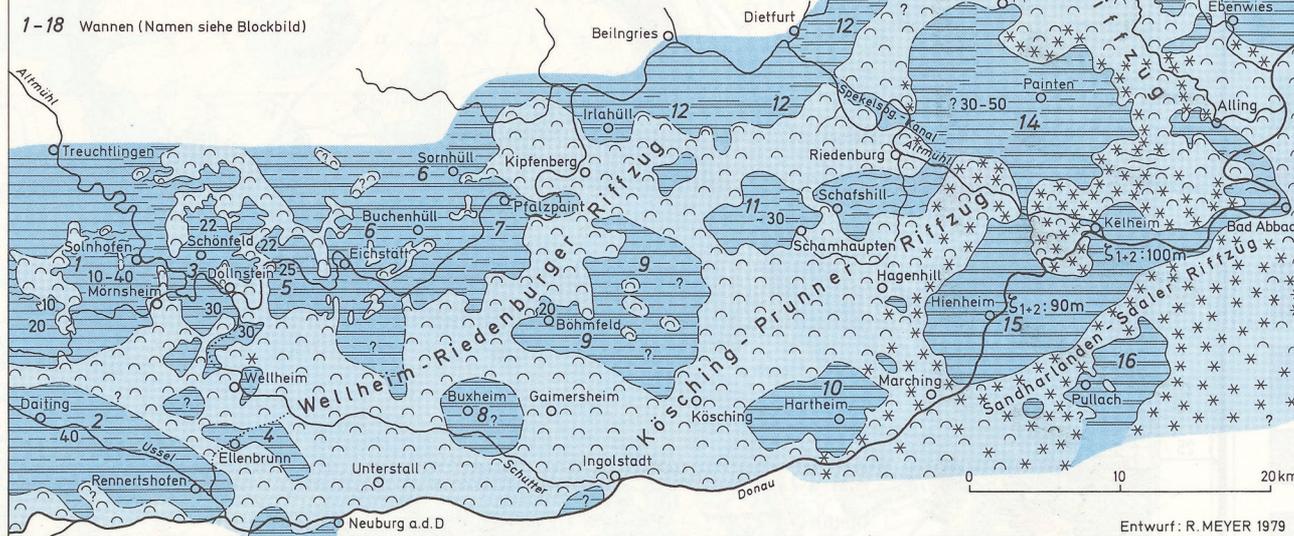
- Bankkalke vorherrschend
- Platten- und Bankkalke
- Bank- und Plattenkalke mit Kieselplatten im Oberen Teil

10–40 Mächtigkeit in m

1–18 Wannenn (Namen siehe Blockbild)

Riff-Fazies:

- Schwamm-Algen-Riffkalk und -dolomit
- Korallen-Riffkalk mit Riffschutt
- Schwammrasenfazies: tafelbankiger Kalk und Dolomit



Im Malm **Zeta 1** setzt sich Riffrückzug verstärkt fort. Neben dem beständigen Parsberger Riffzug lassen sich die drei durch neu gebildete Wannenn stark eingeeengten südlichen Riffzüge noch erkennen. Im Norden entsteht ein zusammenhängendes Wannengebiet mit nur eingestreuten schmalen Riffbereichen. – Die Schichtfazies (10–40 m) wird in den durch das unterschiedliche Riffwachstum entstandenen tieferen Bereich, den sogenannten Wannenn, sedimentiert und ist meist mit dem Riff verzahnt. Sie besteht im Westen aus Bankkalcken, im Osten aus Plattenkalcken. Dazwischen liegt ein weiter Faziesbereich mit Bank- und Plattenkalcken, dessen westlicher Teil zudem durch Kieselplattenführung charakterisiert ist. – Die Riff-Fazies wird überwiegend von Kieselchwämmen und Blaugrünalgen mit Onkoiden und Ooiden bestimmt. Im Kelheimer Raum siedeln daneben Korallen und Hydrozoen, die nur kleine Riffkerne, aber ausgedehnte Riffschuttsäume bilden.

Im Malm **Zeta 2** setzt sich das Übergreifen der Wannensedimente auf die zurückgehenden oder abgestorbenen Riffe weiter fort. Dadurch schließen sich die Wannengebiete zunehmend zusammen, die großen Riffzüge werden eingeeengt oder in Einzelriffgebiete aufgelöst. – Die Schichtfazies (20–90 m) zeigt starke Differenzierung. Im Norden herrschen „Schiefer“ vor, nach Süden schließen sich Plattenkalke und im Osten teilweise sogar Bankkalke an. An Wannennrändern kommt es häufig zu submarinen Gleitungen eben erst abgelagerter Schichtpakete („Krumme Lagen“). – Für die Riff-Fazies gilt das gleiche wie im Zeta 1, nur ist eine Verzahnung mit der Schichtfazies seltener; durch die Eindeckung mit Wannensedimenten werden die Reliefunterschiede vielfach ausgeglichen.

Im Malm **Zeta 3** leben die Riffe teilweise wieder auf und verzahnen sich mit der Schichtfazies. Diese (45–100 m) besteht im tiefen Zeta 3 im Westen aus Plattenkalcken mit Kieselplatten, im Osten aus dünnsteinsten Schiefen („Papierschiefer“), dazwischen liegt ein Faziesstreifen mit Bankkalcken oder Mergelkalcken vor. – Die Riff-Fazies ist nun überwiegend von Korallen gekennzeichnet. Dabei treten die massigen Riffkerne zugunsten einer ausgedehnten Riffschuttfazies zurück. Mit Schillbänken (Mollusken, Brachiopoden, Echinodermen) greift diese weit in die Schichtfazies vor und zeigt damit eine weitere Verflachung des Meeres an.

Der Malm **Zeta 4–6** ist nur zwischen Monheim und Neuburg a. d. D. erhalten. Das Riffwachstum klingt in diesen Schichten langsam aus, die Schichtfazies (insgesamt über 200 m) ist in den verschiedenen Wannenn weitgehend ähnlich, Flachwasserbildungen nehmen zu und führen schließlich im Zeta 6 zu küstennahen Einflüssen. Das Meer zieht sich dann nach Süden unter das heutige Molassebecken zurück.

Malm Zeta 3 (tieferer Teil)

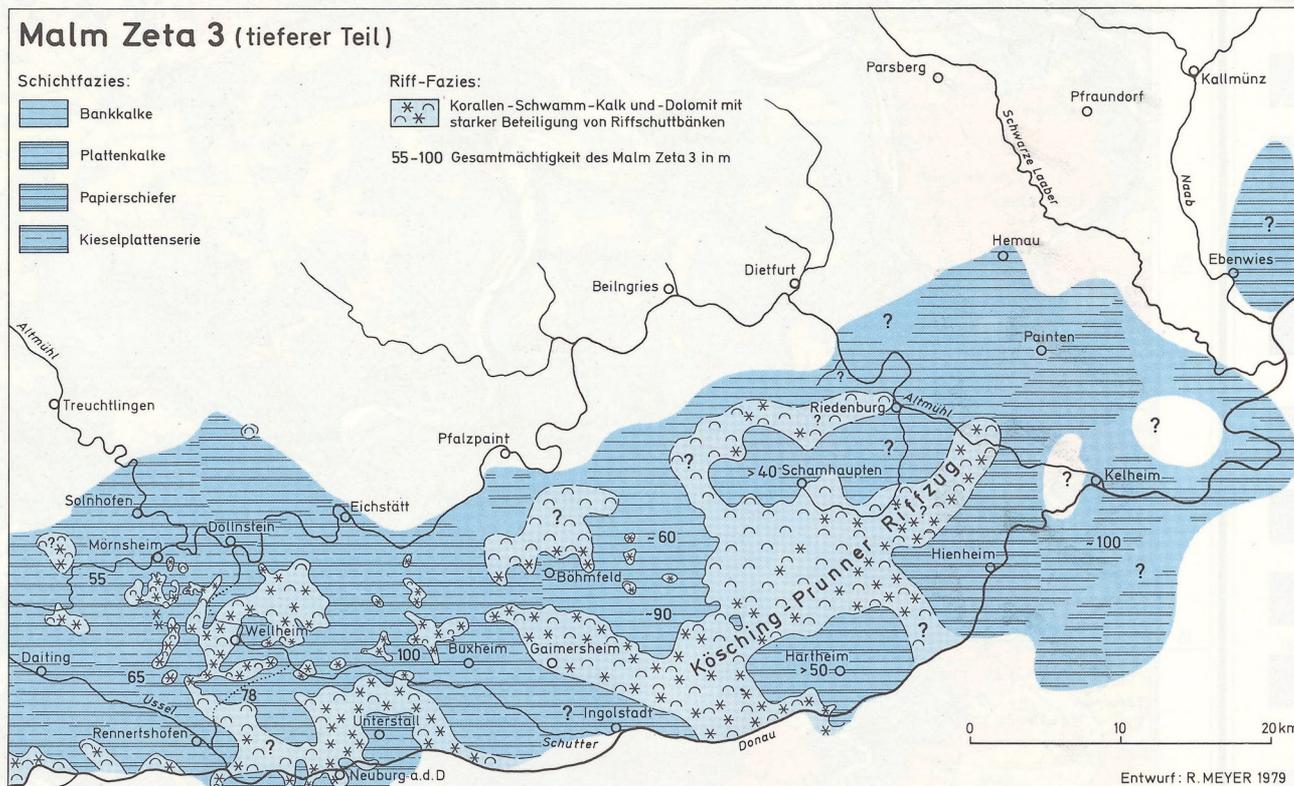
Schichtfazies:

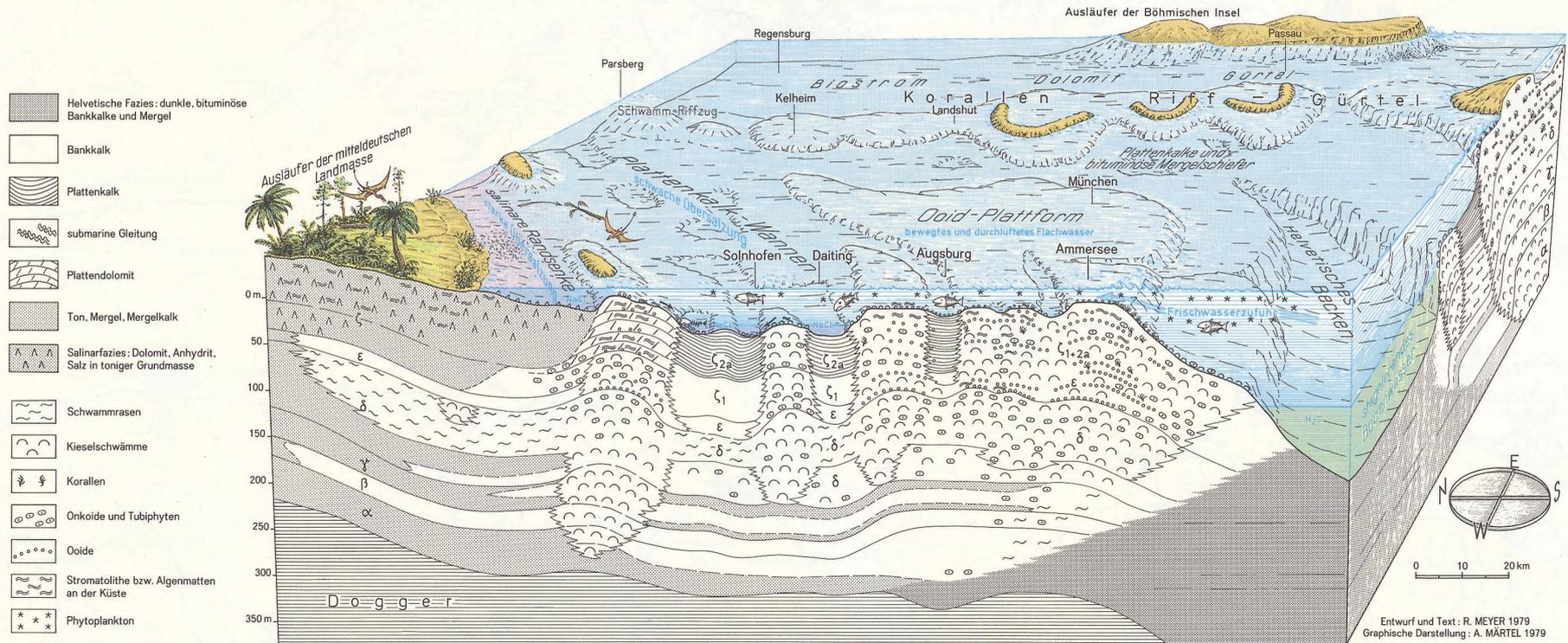
- Bankkalke
- Plattenkalke
- Papierschiefer
- Kieselplattenserie

Riff-Fazies:

- Korallen-Schwamm-Kalk und -Dolomit mit starker Beteiligung von Riffschuttbänken

55–100 Gesamtmächtigkeit des Malm Zeta 3 in m





Das süddeutsche Oberjura-Meer zur Zeit der Bildung der Solnhofener Plattenkalke (Malm Zeta 2)
(Im Schnitt der Aufbau der vorher abgelagerten Gesteine des Weißjura)

In das weit ausgedehnte flache Schelfmeer schiebt sich von Nordwesten eine z. T. wohl in Inseln aufgelöste Landspitze vor (Ausläufer des Mitteldeutschen Festlandes). Sie ist bei trockenheißem Klima nur schütter von kiefernartigen Araukarien sowie baumgroßen Palm- und Samenfarne bewachsen und von Insekten, Land- und Flugsauriern sowie dem Urvogel belebt. Davor dehnt sich wohl ein breites Salzwatt mit Salzsträuchern aus, das langsam in die saline Randsenke übergeht. Träge Bäche des Festlandes schwimmen Schlamm, abgestorbene Pflanzen und Landtiere in die Senke. Durch schwache Meereströmungen trafen die von Salz teilweise konservierten Lebewesen zwischen kleinen Inseln hindurch in die 10er bis 100 km entfernten „tiefen Lagunen“ der Südlichen Frankenalb und geben uns dort heute Zeugnis von den bereits abgetragenen Küstenlandstrichen. In den Wannenzügen zwischen den Schwammriffen sammelt sich bei ruhiger See etwas salzreichereres Bodenwasser und läßt die Meerestiere (Fische, Reptilien, Krebse, Seeigel, Ammoniten usw.) absterben. Kugelige Blaugrünalgen vermehren sich dagegen am Boden besonders stark und fördern die Plattenkalkbildung. Stürme bringen aber immer wieder Frischwasser mit Fauna über die flache Plattform im Süden, die Kalkbildung geht zurück, der von Norden kommende Ton bildet die Mergelfäulen. An den Wan-

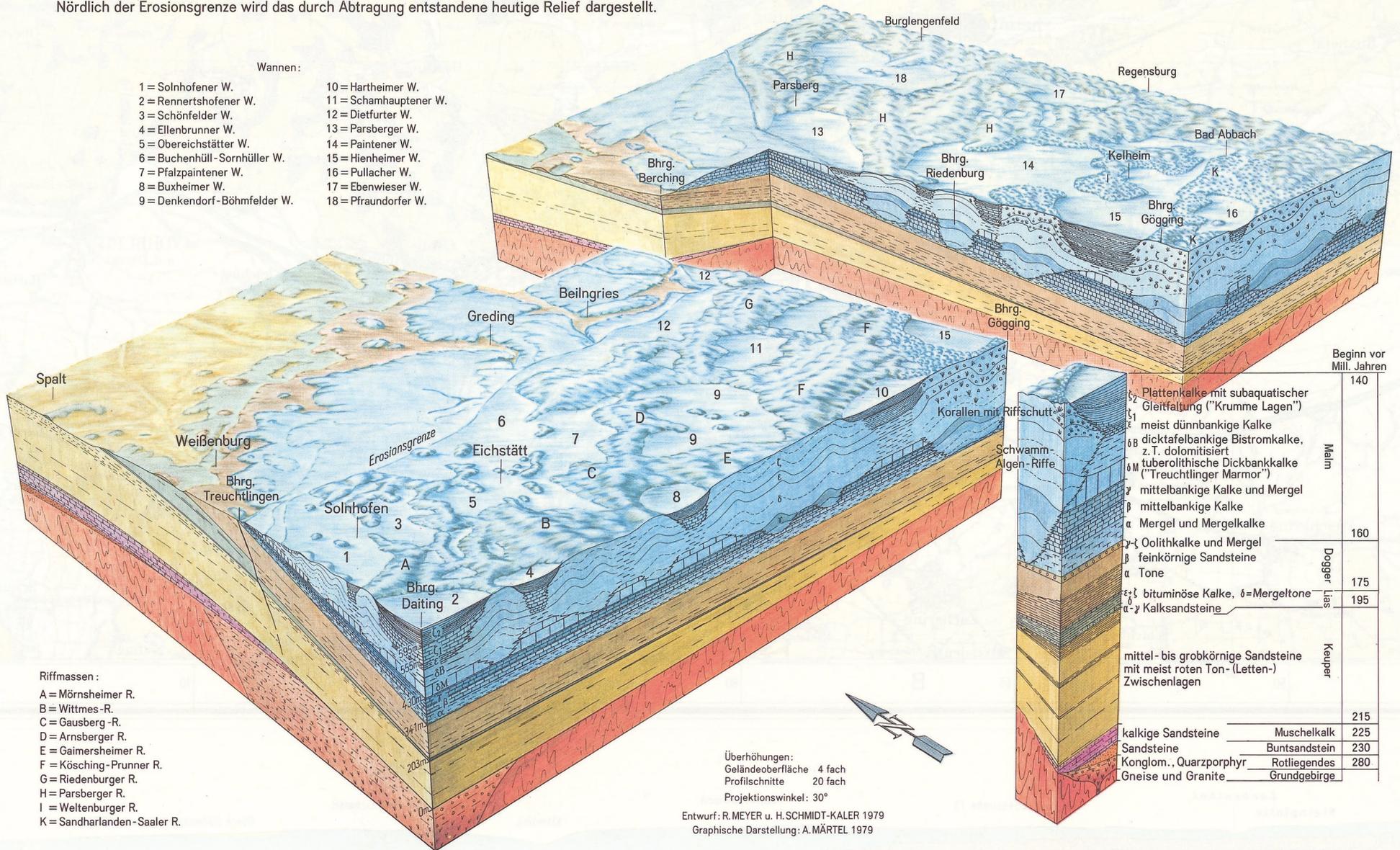
nenrändern gleiten hin und wieder frisch abgelagerte und noch nicht verfestigte Schichtpakete ab; sie bilden die z. T. stark verfalteten „Krummen Lagen“. Von der Donau bis südlich München dehnt sich eine Flachwasserplattform mit nur kleinen Wannenzügen aus. Bei bewegtem Wasser werden die Kieselschwämme immer wieder von Stromatolithen überwachsen und durch konzentrisch gebaute Algenkügelchen (Ooide) eingedeckt. Nur am Südrand der Plattform treten vereinzelt Korallenkolonien auf. Diese Flachwasserbedingungen bestehen seit dem Malm Epsilon. Auf einem langgestreckten, seit dem Erdmittelalter wirksamen Rücken (Landshut – Neuöttinger Hoch mit Verlängerung über Parsberg hinaus) tritt diese Verflachung dagegen schon früher, im unteren Malm Delta auf. Zugleich setzt hier das Korallenwachstum ein und dauert im Süden bis zum Ende des Malm an. Im Kern dürften sich sogar einzelne Atollähnliche Inseln über dem Meeresspiegel erhoben haben. Östlich dieses Korallenriffgürtels besteht noch eine tiefere Meeresstraße, die die Böhmisches Insel umkränzt. Von dem Korallenriffgürtel und der Ooideplattform fällt der Meeresboden langsam und ohne Schwelle zum tiefen alpinen Mittelmeerbecken, der Tethys, ab. Dort bilden sich bei stagnierendem Bodenwasser dunkle bituminöse Kalke.

Blockbild der Südlichen Frankenalb

In der Südhälfte Rekonstruktion des submarinen Reliefs zur Zeit des unteren Malm Zeta mit Aufteilung in Wannen- und Riffgebiete (höherer Malm Zeta und postjurassische Ablagerungen abgedeckt). Nördlich der Erosionsgrenze wird das durch Abtragung entstandene heutige Relief dargestellt.

Wannen:

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1 = Solnhofener W. | 10 = Hartheimer W. |
| 2 = Rennertshofener W. | 11 = Schamhauptener W. |
| 3 = Schönfelder W. | 12 = Dietfurter W. |
| 4 = Ellenbrunner W. | 13 = Parsberger W. |
| 5 = Obereichstätter W. | 14 = Paintener W. |
| 6 = Buchenhüll-Sornhüller W. | 15 = Hienheimer W. |
| 7 = Pfalzpaintener W. | 16 = Pullacher W. |
| 8 = Buxheimer W. | 17 = Ebenwieser W. |
| 9 = Denkendorf-Böhmfelder W. | 18 = Pfraundorfer W. |

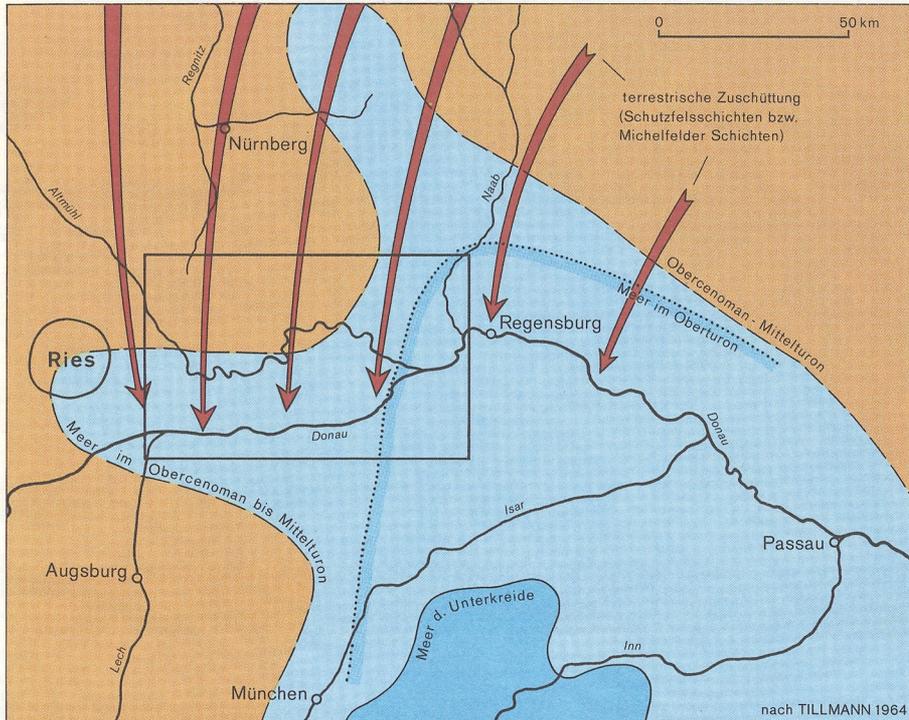


- Riffmassen:
- A = Mörsheimer R.
 - B = Wittmes-R.
 - C = Gausberg-R.
 - D = Arnberger R.
 - E = Gaimersheimer R.
 - F = Kösching-Prunner R.
 - G = Riedenburger R.
 - H = Parsberger R.
 - I = Weltenburger R.
 - K = Sandharlanden-Saaler R.

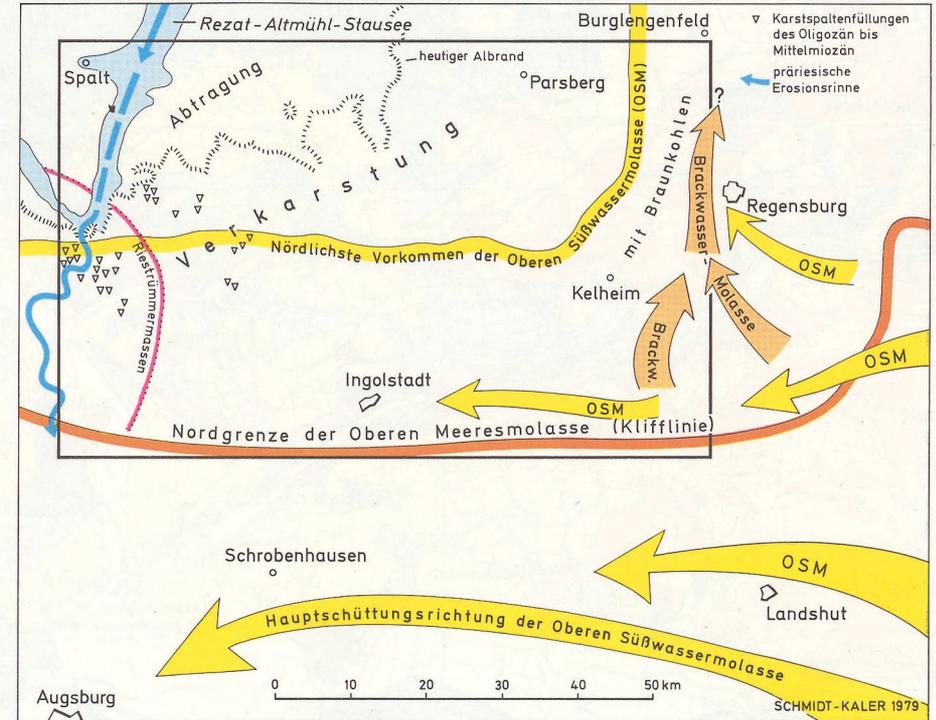
Überhöhungen:
 Geländeoberfläche 4 fach
 Profilschnitte 20 fach
 Projektionswinkel: 30°

Entwurf: R.MEYER u. H.SCHMIDT-KALER 1979
 Graphische Darstellung: A.MÄRTEL 1979

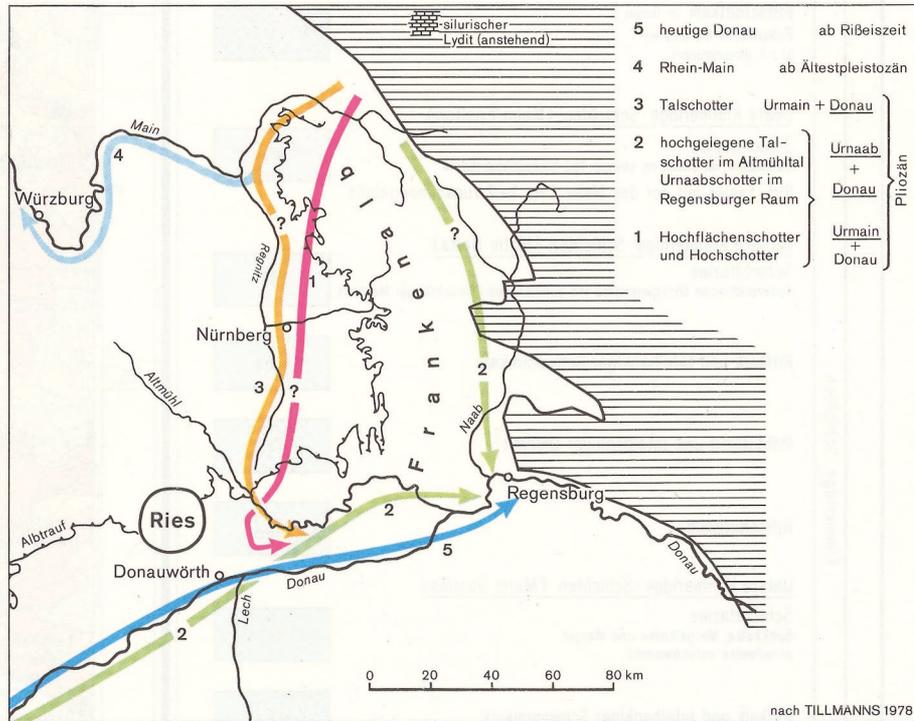
		Beginn vor Mill. Jahren	
Malm	ε2 Plattenkalke mit subaquatischer Gleitfaltung ("Krumme Lagen")	140	
	ε1 meist dünnbankige Kalke		
	δB dicktafelbankige Bistromkalke, z.T. dolomitisiert		
	δM tuberolithische Dickbankkalke ("Treuchtlinger Marmor")		
	γ mittelbankige Kalke und Mergel		
Dogger	β mittelbankige Kalke	160	
	α Mergel und Mergelkalke		
	γ Oolithkalke und Mergel		
Lias	β feinkörnige Sandsteine	175	
	α Töne		
Keuper	ε δ bituminöse Kalke, δ=Mergeltonne	195	
	α γ Kalksandsteine		
	mittel- bis grobkörnige Sandsteine mit meist roten Ton-(Letten-) Zwischenlagen		
	215		
	kalkige Sandsteine	Muschelkalk	225
	Sandsteine	Buntsandstein	230
	Konglom., Quarzporphyr	Rotliegendes	280
	Gneise und Granite	Grundgebirge	



Das Herausheben des Fränkischen Schildes im Nordwesten und der Böhmisches Masse im Osten verursacht den endgültigen Rückzug des Jura-Meeres nach Süden. Mit Beginn der **Kreide-Zeit** (vor 140–65 Millionen Jahren) wird dann eine vorwiegend festländische Periode eingeleitet. In der Unterkreide unterliegt die nun schräggestellte mächtige Kalkplatte des Malm tiefgreifender Verkarstung und Abtragung. Auf die dadurch entstandene stark reliefierte Landoberfläche werden nach erneutem Absinken in ausgedehnten Schwemmfächern kaolinhaltige Quarzsande mit bunten Tonen aus den herausgehobenen Gebieten im Nordosten und Norden geschüttet; heute sind von diesen Schutzfelssschichten nur mehr die tiefegelegensten Erosionsreste in Karsthohlräumen erhalten. – Während das Meer in der Unterkreide-Zeit von der alpinen Geosynklinale nur bis in den Voralpenraum östlich München vordringen konnte, stößt es in der Oberkreide-Zeit von Südosten erstmals aus dem Alpenraum auf unser Gebiet vor und überflutet kurzfristig große Teile davon. Längere Zeit bleibt nur das östliche Kartengebiet unter Meeresbedeckung; seine als Regensburger Kreide bekannten Ablagerungen sind gut gliederbar und heute noch in großer Mächtigkeit erhalten. Im Westen dagegen setzt bald wieder Verwitterung und Abtragung ein; als wesentliche Zeugen dieser marinen Periode ist hier nur die sog. Neuburger Kieselkreide in ausgedehnten Karsthohlräumen erhalten geblieben.



In der **Tertiär-Zeit** (vor 65–1,8 Millionen Jahren) setzt sich die festländische Periode fort. Besonders im stärker herausgehobenen Westteil unseres Gebietes unterliegen die Malmkalke tiefgründiger Verkarstung. Ergebnis dieser Verwitterungsvorgänge sind Lehmdecken mit Kieselrelikten und tonige Karstspaltenfüllungen, z. T. mit Überresten einer vielfältigen festländischen Fauna (vorwiegend aus der Zeit des Oligozän bis Mittelmiozän). Aus dem in der Zwischenzeit herausgebildeten und sich ständig ausweitenden Voralpentrog stößt erstmals im Mittelmiozän das Meer der Unteren Meeresmolasse bis an die Südgrenze unseres Gebietes vor. Im äußersten Osten reichen etwas später aussüßende Teile als Brackwassermolasse mindestens bis in den Raum südöstlich Kelheim, vielleicht aber auch über Regensburg hinaus bis Schwandorf. Im Obermiozän wird dort im vorher gebildeten miozänen Urnaabsystem unter limno-fluviatilen Bedingungen die Oberpfälzer Braunkohlenserie abgelagert. Auf der Alb reichen die aus dem Alpenraum von Südosten kommenden fluviatilen Sand-Schüttungen und die limnischen Kalkablagerungen der Oberen Süßwassermolasse bis zur Linie Treuchtlingen – Tittling – Riedenburg. Eine durch kräftige Erosion im Westen entstandene tiefe Entwässerungsrinne wird durch die Trümmerrmassen des Ries-Meteoriten-Kraters vor 15 Millionen Jahren wieder plombiert, wobei es im Vorland zur Ablagerung von Stausee-Sedimenten kommt.



Die bis ins Pliozän zurückverfolgbare **Flußgeschichte**, in der Urmain und Urdonau die Hauptrolle spielen, wird mit den von Norden kommenden Lydit-führenden Monheimer Sanden eingeleitet. Der Urmain beginnt sich auf diesem Schüttungsfächer einzuschneiden; er mündet in die am Südalbrand sich herausbildende Radiolarit-führende Urdonau. Älteste Zeugen dieses Flußsystems sind die Hochflächen- und Hochschotter (100–160 m über Tal). Die folgende Schottergruppe (hochgelegene Talschotter, 60–90 m über Tal) zeigt eine Bindung an die Großmäander des Wellheimer Trockentales und des unteren Altmühltals; die Sedimente weisen auf ein alpines Liefergebiet hin, Lydite des Urmain fehlen. Diese treten aber in zeitgleichen Schottergruppen der Urnaab auf, was auf eine Entwässerung direkt entlang des Alten Gebirges schließen läßt. Mit Beginn des **Quartärs** wird der Regnitz-Rezat-Talzug neu belebt (Lydit-führende Grobschotter); der dazugehörige Fluß mündet bei Dollnstein in die durch das Wellheimer Tal kommende Altmühlodonau (tiefelegene alpin geprägte Talschotter). Gegen Ende des Ältestpleistozäns kommt es mit dem Anschluß des Obermain an das Rheinsystem zu Talverschüttungen im Regatz-, Schwarzach- und Sulztalzug. In der Rißeiszeit verlagert die Altmühlodonau ihr Bett – nach einer Zwischenphase durch das Schuttertal – an den Südrand der Alb. Die Juradurchbrüche von Neuburg und Weltenburg, von kleinen Albsaumlüssen angelegt, werden nun von der Donau ausgeformt.

Literatur

Die für die Karte benutzten Unterlagen sind in der Indexkarte zusammengestellt. Der überwiegende Teil ist im Maßstab 1 : 25 000 in den Erlanger geologischen Abhandlungen gedruckt oder als „Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000“ vom Bayer. Geologischen Landesamt herausgegeben worden. In *Geologica Bavarica* sind die Karten von ANDRES 1951 (Band 7) und SCHNITZER 1956 (Band 27) erschienen, die von BIRZER 1941 im Jahrbuch für Fränkische Landesforschung. Bei den entgegenkommenderweise zur Verfügung gestellten Manuskriptkarten handelt es sich bei APEL, BITTERSOHL, DOBNER, RAHMANN, RAUTER und WELLNHÖFER um unveröffentlichte Diplomkartierungen der Universität München, bei WEINIG um einen Bericht des Bayer. Geologischen Landesamtes, sonst um Notizen, Teilkartierungen oder eigene Übersichtsbegehungen vorwiegend der postjurassischen Sedimente.

Für den Text und die Abbildungen wurde die bisher erschienene Literatur verarbeitet, die wegen ihres Umfangs hier nicht im einzelnen aufgeführt werden kann. Sie ist jedoch ziemlich vollständig in den folgenden Übersichtsarbeiten enthalten:

BAYER. GEOL. LANDESAMT (1964): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000. – 2. Auflage, 344 S., München 1964.

FREYBERG, B. v. (1968): Übersicht über den Malm der Altmühlalb. – Erlanger geol. Abh., **70**, 37 S., 4 Taf., Erlangen 1968.

LEMCKE, K. (1973): Zur nachpermischen Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. – *Geologica Bavarica*, **69**, S. 5–48, München 1973.

MEYER, R. K. F. (1977): Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits und der Massenkalk (Malm). Teil 3: Südliche Frankenalb. – Erlanger geol. Abh., **104**, 40 S., 5 Taf., Erlangen 1977.

SCHRÖDER, B. (1971): Strukturell-fazielle Entwicklung Nord-Bayerns während Trias und Jura. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.* **138**, S. 101–118, Stuttgart 1971.

Die flußgeschichtliche Entwicklung ist in knapper übersichtlicher Form durch W. TILLMANN dargestellt worden im Sammelband „Das Mainprojekt“ (erschienen beim Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 1978). Die Ergebnisse der Tiefbohrung Treuchtlingen sind in den *Geol. Blättern NO-Bayern*, **28**, S. 28–37 (Erlangen 1978) niedergelegt. Für die Erlaubnis zur Benützung der noch nicht veröffentlichten Grobgliederung der Thermalwasserbohrung Bad Gögging danke ich dem Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft (Dr. ANDRES, München), für die der Forschungsbohrung Berching Herrn Dr. SALGER, Bayer. Geol. Landesamt. Mein besonderer Dank für anregende Diskussionen gilt meinem Kollegen Dr. R. MEYER, von dem auch die Entwürfe zu den paläogeographischen Karten des Malm als Ergänzung seiner früheren Arbeiten und die Darstellung des Oberjura-Meeres zur Zeit der Solnhofener Plattenkalke stammen; auch das Blockbild der Südlichen Frankenalb wurde zusammen mit ihm entworfen.