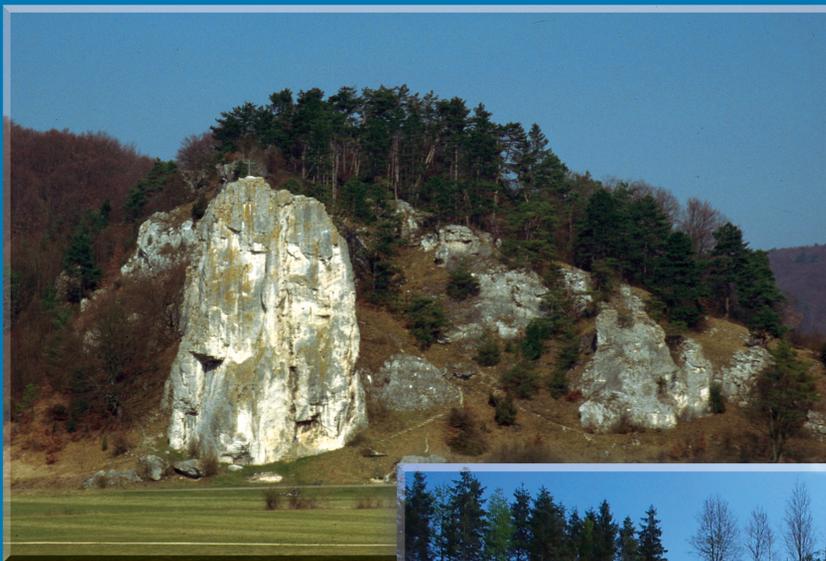




Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 10 Ingolstadt

Erläuterungen zur



Geologischen Karte
1 : 100 000

Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 10 Ingolstadt

Erläuterungen

zur

Geologischen Karte 1:100 000

von

GERHARD DOPPLER, MARKUS FIEBIG & ROLF K. F. MEYER

mit Beiträgen

Geophysik ERWIN GEIB & KURT BADER

Geotope STEFAN GLASER

Baugrund GÜNTER SCHNEIDER

Aufschlüsse, Bohrungen DIETMAR JUNG & ERNST KROEMER

Mit 54 Abbildungen, 13 Tabellen und 2 Beilagen

Redaktion: KLAUS SCHWERD

Herausgeber und Verlag: Bayerisches Geologisches Landesamt

Heßstrasse 128, D-80797 München

Geowissenschaftliche Landesaufnahme Planungsregion 10 Ingolstadt	Erl. Geologische Karte 1:100 000	172 S.	München 2002
---	-------------------------------------	--------	--------------

Anschrift der Autoren: Dr. GERHARD DOPPLER, Dr. MARKUS FIEBIG und Dr. ROLF K. F. MEYER, Bayerisches Geologisches Landesamt, Heßstraße 128, D-80797 München

Projekt finanziert aus: Allgemeiner Umweltfonds der Bayerischen Staatsregierung – Geologischer und hydrogeologischer Infopool; Projekt Region 10 (Ingolstadt)

Abbildungen auf vorderer Umschlagseite:

Obere Abbildung

Der Burgstein in der Südlichen Frankenalb E Dollnstein: Er stellt einen durch die Verwitterung herauspräparierten Felsturm aus massigen, hellen Schwammkalken des Malm Delta dar. An den von senkrechten Kluftflächen gebildeten, glatten Wänden wittern am Ostfuß (rechts) verkieselte Teller-schwämme in dichter Folge heraus. Auf der Rückseite dieses Felsturmes finden sich in halber Höhe in undeutlich gebankten Kalken zahlreiche kleine Ooide als Hinweis auf Bildung im bewegten Flachwasser des Oberjura-Meeres (vgl. Abb. 3-10 Dohlenfelsen NE Konstein). Im höheren Bereich der dunklen Felsen hinter dem Burgstein sind die Schwammkalke teils in Dolomit umgewandelt.

Untere Abbildung

Molasseablagerungen im Tertiärhügelland in der Kies- und Sandgrube SE Auhof bei Schweitenkirchen: Die Aufschlußwand zeigt das typische Schüttungsbild fluviatiler Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse. Die anstehenden Quarzkiese und Sande der Nördlichen Vollschotter-Abfolge sind wechselnd horizontal-, schräg- oder troggeschichtet, abhängig von der Lage des jeweiligen Schüttungskörpers zur heutigen Aufschlußwand. Die im Bild an der Aufschlußoberkante erkennbaren, braun gefärbten Teile der Abbauwand stellen nicht nur die rezente Bodenbildung auf den Molasseablagerungen, sondern bereichsweise auch unter den eiszeitlichen Bedingungen im Quartär verlagerte Sedimente dar.

Alle Urheberrechte vorbehalten
© Bayerisches Geologisches Landesamt 2002

Druck: Copyprint München

Inhalt

Vorwort	5
Die geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 10 Ingolstadt – ein Überblick	6
1 Naturräumlicher Überblick	10
2 Erdgeschichte	17
3 Schichtenfolge	33
3.1 Jura	33
3.1.1 Dogger	33
3.1.1.1 Dogger Alpha	33
3.1.1.2 Dogger Beta	33
3.1.1.3 Dogger Gamma bis Zeta	33
3.1.2 Malm	36
3.1.2.1 Malm Alpha und Beta	37
3.1.2.2 Malm Gamma	37
3.1.2.3 Malm Delta	38
3.1.2.4 Malm Epsilon	43
3.1.2.5 Malm Epsilon und Zeta	46
3.1.2.6 Malm Zeta	47
3.2 Kreide	53
3.3 Tertiär	55
3.3.1 Miozän	55
3.3.1.1 Miozän im Bereich der Alb	59
3.3.1.2 Miozän südlich der Donau	63
3.3.2 Pliozän	70
3.4 Tertiär bis Quartär	71
3.5 Quartär	72
3.5.1 Pleistozän	72
3.5.2 Pleistozän bis Holozän	82
3.5.3 Holozän	84
4 Tektonischer Bau	89
4.1 Schichtlagerung	89
4.2 Bruchstörungen	92
4.3 Kleintektonik	93
5 Geophysikalische Untersuchungen	95
5.1 Spezielle geophysikalische Untersuchungen	95
5.2 Regionale geophysikalische Untersuchungen und der tiefere Untergrund	97
5.2.1 Schwerekarte, Aeromagnetik und Tiefenseismik	97
5.2.2 Seismologie	100
6 Geotechnische Hinweise	101

7 Geotope	103
8 Geologische Aufschlüsse	107
9 Bohrprofile	121
10 Literatur und Karten	155
10.1 Im Text zitierte Literatur	155
10.2 Kapitelübergreifende, weiterführende Literatur	160
10.3 Weiterführende Literatur zu einzelnen Kapiteln	161
10.4 Kartengrundlagen	165
11 Glossar	170

Verzeichnis der Beilagen

Beilage 1: Geologische Profilschnitte durch die Planungsregion 10 Ingolstadt

Beilage 2: Verteilung von Riffazies und Schichtkalken im Oberen Malm, mit Angabe wichtiger Bohrungen

Vorwort

Zur zentralen, gesetzlich vorgegebenen Aufgabe des Bayerischen Geologischen Landesamtes gehören die geowissenschaftliche Landesaufnahme und die „Auswertung der Ergebnisse in der Weise, daß sie für Wirtschaft, Wissenschaft und Behörden nutzbringend werden.“ Mit einer umfassenden Bearbeitung einer ganzen Region – der Planungsregion 10 Ingolstadt – wurde nun versucht, bei der Erfüllung dieses Auftrags neue Wege zu beschreiten. Es wurde damit gestiegenen Anforderungen an die Geowissenschaften sowie geänderten Umfeldbedingungen Rechnung getragen: Die Bedeutung fundierter Informationen über die Erde als Grundlage für die Nutzung ihrer Potentiale, für den Schutz der natürlichen Umgebung und für den Schutz des Menschen vor natürlichen Risiken steigt kontinuierlich. Es geht damit auch insbesondere um wichtige Grundlagen für die Raumordnung und die Landesplanung sowie für die Daseinsvorsorge. Zur neuen Situation gehört aber auch die rasante Entwicklung der Datenverarbeitung. Damit ergeben sich für die Geowissenschaften völlig neue Möglichkeiten der Forschung und der Bereitstellung von Informationen, aber auch große neue Herausforderungen und Verpflichtungen.

Mit der umfassenden Landesaufnahme in einer ganzen Planungsregion werden Kräfte gebündelt und Synergieeffekte genutzt. „Umfassend“

heißt, daß die Region gleichzeitig geologisch, bodenkundlich, hydrogeologisch, geochemisch, rohstoffkundlich und ingenieurgeologisch bearbeitet wird, wobei auch der Geophysik und der dreidimensionalen Betrachtung des Untergrundes Beachtung zukommt. Die Daten werden in einem EDV-gestützten Informationssystem gespeichert.

Möglich wurde die Durchführung des Projekts durch die Finanzierung aus dem Allgemeinen Umweltfonds der Bayerischen Staatsregierung. Der Bayerische Ministerpräsident Dr. Edmund Stoiber hatte am 23. 5. 1996 im Landtag eine Regierungserklärung „Offensive Zukunft Bayerns“ zur Verwendung von Privatisierungserlösen abgegeben, in der er u. a. ein Modellprojekt für die geologische Landesaufnahme Bayerns und die Schaffung eines „Geologischen und Hydrogeologischen Informationspools“ ankündigte.

Die Laufzeit des Projektes betrug fünf Jahre. Die Ergebnisse werden jetzt vorgestellt. Die Erfahrungen, die mit dem Modellprojekt und einer neuen Arbeitsweise gewonnen wurden, sind überaus positiv und werden bei der künftigen Weiterführung der Geowissenschaftlichen Aufnahme Bayerns gezielt genutzt. Es geht um Geo-Wissen für unsere Zukunft.

Prof. Dr. Hubert Schmid
Präsident des Bayerischen Geologischen Landesamtes

Die geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 10 Ingolstadt – ein Überblick

Die vorliegenden Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:100 000 der Planungsregion 10 Ingolstadt entstanden im Rahmen des Vorhabens „Geologischer und hydrogeologischer Infopool; Projekt Region 10 (Ingolstadt)“, das bei fünfjähriger Laufzeit mit Sondermitteln aus dem Allgemeinen Umweltfonds der Bayerischen Staatsregierung gefördert wurde. In den Erläuterungen werden die geologischen Verhältnisse in der gesamten Planungsregion Ingolstadt zusammenfassend dargestellt. Sie enthalten zudem Beiträge zu Geophysik, Geotechnik und Geotopschutz. Für Hydrogeologie, Rohstoffgeologie und Bodenkunde liegen eigenständige Erläuterungen zu den jeweiligen Karten im Maßstab 1:100 000 vor. Sie stützen sich wie die Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:100 000 der Region auf die Geländeaufnahme im Maßstab 1:25 000. Zu den einzelnen Blättern der Geologischen Karte 1:25 000 gibt es zudem jeweils kurz gefaßte Erläuterungen; ausführliche Beiträge zur Geologie sind vorgesehen. Die Hydrogeologischen Karten 1:50 000 und die Rohstoffgeologischen Karten 1:25 000 für die Planungsregion Ingolstadt werden digital vorgehalten und sind bei Bedarf als Plot oder auf CD-ROM erhältlich. Die digital erstellten Konzeptbodenkarten 1:25 000 werden in Zukunft ebenfalls zur Verfügung stehen.

Geowissenschaftliche Informationen haben für viele Fragen aus den Bereichen Planung, Wirtschaft, Wissenschaft und Allgemeininteresse eine grundlegende Bedeutung. Eingriffe in den Untergrund sind wie alle Auswirkungen menschlichen Handelns auf die feste Erde, auf der wir uns bewegen, meist nicht isoliert für den Boden, den tieferen Untergrund oder das Grundwasser zu betrachten. Häufig bestehen enge Wechselbeziehungen, die nur dann richtig bewertet werden können, wenn wir über größere Flächen hinweg gute Kenntnisse über den Gesamtkomplex Untergrund besitzen.

Die herkömmlichen geowissenschaftlichen Karten im Blattschnitt der Topographischen Karte 1:25 000 bzw. 1:50 000 allein genügen den heutigen Anforderungen nicht mehr. Sie liefern zwar nach wie vor unverzichtbare Grundlagen, müssen aber ergänzt werden durch die systematische Erfassung chemischer, physikalischer und geotechnischer Parameter von Gesteinen, Böden und Grundwasser. Hierfür sind große Datenmengen zu erzeugen und zu verarbeiten, wobei die Möglichkeiten der modernen Datenverarbeitung und der Informationstechniken genutzt werden müssen.

In einem immer intensiver genutzten Raum wie Bayern und ebenso die ganze Bundesrepublik Deutschland nimmt die Beanspruchung von Boden, tieferem Untergrund und Grundwasser ständig zu. Geowissenschaftliche Karten und Informationen sind deshalb wichtige Beurteilungsgrundlagen für die Bewältigung von Zielkonflikten z. B. in der Landes- und Regionalplanung. Verbunden mit der immer intensiveren Flächenbeanspruchung sind auch vielfältige Gefährdungen von Boden und Grundwasser. Geowissenschaftliche Informationen gewinnen daher zunehmend an Interesse und sind zudem von wesentlicher Bedeutung, um dem Leitziel Nachhaltigkeit in der Landesentwicklung gerecht zu werden.

Die Zwecke, für die geowissenschaftliche Karten und Informationen eingesetzt werden, lassen sich folgenden Hauptthemen zuordnen:

- Planung
- Nutzung des Naturraums
- Schutz des Naturraums
- Schutz des Menschen vor natürlichen Risiken
- Wissenschaftliche Forschung

Die Tätigkeiten des Bayerischen Geologischen Landesamtes stützen sich auf folgende gesetzliche Grundlagen:

- Gesetz über die Aufgaben des Bayerischen Geologischen Landesamtes (1970)

-
- Bodenschutzgesetzgebung (1999/2000)
 - Lagerstättengesetz (1934/1974)

Die Aufgaben des Bayerischen Geologischen Landesamtes sind, kurzgefaßt, die geowissenschaftliche Landesaufnahme mit der zugehörigen Erfassung von Daten und Informationen und deren Auswertung sowie Bereitstellung für Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und sonstige interessierte Stellen.

Die Vorgehensweise, die bei der geowissenschaftlichen Landesaufnahme in der Planungsregion Ingolstadt erstmals und modellhaft beschrieben wurde, ist die flächendeckende, ganzheitliche Bearbeitung einer größeren politischen Einheit in einem überschaubaren Zeitraum. Einige der Vorteile dieses Vorgehens liegen auf der Hand, andere erschließen sich erst bei näherer Betrachtung. Gerade bei Planungsaufgaben ermöglicht erst das flächendeckende Vorliegen geologischer, hydrogeologischer, bodenkundlicher und rohstoffgeologischer Karten, unterstützt durch geochemische, geophysikalische und geotechnische Informationen, sachgerechte Beurteilungen. Dies gilt z.B. für großräumige Trassenplanungen von Verkehrswegen oder Pipelines, für die Abgrenzung von Trinkwassereinzugsgebieten oder die Ausweisung von Rohstoffsicherungsflächen. Hierbei ist zudem von Vorteil, daß die Flächen- und Punktdaten in einem Informationssystem digi-

tal vorgehalten werden und mit Methoden der graphischen Datenverarbeitung mit Informationen aus anderen Bereichen wie der Wasserwirtschaft oder dem Natur- und Landschaftsschutz zusammengeführt und bewertet werden können.

Ein weiterer Vorteil der in der Region Ingolstadt geübten Vorgehensweise war die parallele Bearbeitung des Gebiets durch die verschiedenen Fachrichtungen des Bayerischen Geologischen Landesamtes. Dies führte zu Synergieeffekten im Hinblick auf den Einsatz von Mitteln und Personal sowie zu einer stärker fachübergreifenden Betrachtung mit positiven Auswirkungen auf die Qualität der Arbeitsergebnisse. Durch den intensiven Kontakt und die enge Zusammenarbeit mit staatlichen und kommunalen Stellen in der Region, mit der Wirtschaft und mit privaten Stellen gelang es, eine Fülle von Informationen zu erheben und zu speichern. Zusammen mit den Aufnahmen und Untersuchungen des Bayerischen Geologischen Landesamtes lassen sie den Schluß zu, daß die Region Ingolstadt die derzeit am besten untersuchte Region in Bayern, wenn nicht in ganz Deutschland ist. Dennoch muß darauf hingewiesen werden, daß die verschiedenen geowissenschaftlichen Karten und die umfangreichen Punktdaten des Bodeninformationssystems spezielle Untersuchungen zur Beantwortung von Detailfragen oder zur Lösung engräumiger Probleme nicht ersetzen können.

Dr. Jan-Peter Wrobel
Projektleiter

Einführung

Die Geologische Karte 1:100 000 mit Erläuterungen der Region 10 Ingolstadt baut auf den Ergebnissen einer flächendeckenden geologischen Neukartierung im Rahmen eines Vorhabens der ganzheitlichen, regionsorientierten Geowissenschaftlichen Landesaufnahme auf (s. auch vorstehender Beitrag). Die Kartierung für die Geologische Karte von Bayern 1:25 000 (GK 25) wurde im wesentlichen in den Jahren 1997 bis 2001 durchgeführt. Insgesamt wurde auf 26 Blättern der Topographischen Karte 1:25 000 (TK25) neu kartiert und 17 Vollblätter sowie 9 Teilblätter der digitalen GK 25 von Bayern erstellt. 9 bereits ausgedruckte Blätter der GK 25 wurden in die digitale Form überführt und an die neue Generallegende angepaßt, z.T. auch überarbeitet. Von diesen war das Blatt 7234 Ingolstadt gleichzeitig bayernweit das erste der digitalen Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Alle Ergebnisse werden im derzeit in Ausarbeitung befindlichen Bodeninformationssystem vorgehalten.

Die geologische Bearbeitungen der Blätter der GK 25 im Projekt erfolgte durch R. ANNAU, G. DOPPLER, M. FIEBIG, D. JUNG, H. JERZ, M. KLEINSCHNITZ, E. KROEMER, R. K. F. MEYER, TH. PÜRNER, M. SEIDEL, H. J. UNGER und J. F. WIERER. Zusätzlich haben W. GROTTENTHALER, H. SCHMIDT-KALER, R. STREIT und M. TRAPPE aktuelle Kartiererergebnisse beigetragen. Die insgesamt verwendeten geologischen Aufnahmen und Beschreibungen sind in Tabelle 1 angegeben, die verfügbaren Produkte (unveröffentlichte und veröffentlichte Karten sowie Erläuterungen) werden zusätzlich im Kapitel 10 aufgeführt. Für eine einheitliche Textform der Hauptbeiträge (Kap. 1–4) sorgte G. DOPPLER. Den Beitrag zu Jura und Kreide erstellte R. K. F. MEYER, die Beiträge zu Tertiär und Tektonik G. DOPPLER und den Beitrag zum Quartär M. FIEBIG.

Allen weiteren Fachkollegen, die mit Textbeiträgen und darüber hinaus durch ihre Mitarbeit zum Gelingen des vorliegenden Werkes beigetragen haben, sei hier ein besonderer Dank aus-

gesprochen.

Die vorliegende geologische Karte mit Erläuterungen ist mehr als eine übliche Übersichtskarte. Sie ist gleichzeitig ein Produkt, das für die Gesamtergebnisse des Kartiervorhabens in der Region 10 Ingolstadt steht. Die mehr oder minder zeitgleiche moderne Bearbeitung der gesamten Fläche ermöglichte erst die Lösung verschiedener, länger bestehender Probleme. Hierzu zählen z.B. der Übergang zwischen den Gliederungssystemen der Ost- und der Westmolasse oder eine abgestimmte, systematische Erfassung der verschiedenen Arten der Albüberdeckung. Fortschritte ergaben sich auch aus einer Vielzahl neu aufgenommener bzw. neu geschaffener Aufschlüsse (Kleinbohrungen). Zudem war die konzentrierte Aufnahme aller Bohraufschlüsse (vor allem in Zusammenhang mit dem Verkehrswegebau) Grundlage für eine qualitativ hochwertige Gesamtbearbeitung. Zur Klärung u.a. lithostratigraphischer Fragen, z.B. zur Ost-West-Korrelation in der Molasse, wurden zusätzlich Forschungsbohrungen (s. Kap. 9) abgeteuft. Die dargestellten Kartiereinheiten sind meist durch Zusammenfassung unmittelbar aus der GK 25 abgeleitet. Bei der geologischen Generalisierung und kartographischen Ausführung der Kartenelemente, vor allem der Schichtgrenzen, wurde eine möglichst detailreiche Darstellung angestrebt, die auch noch die Nutzung in einem größeren Maßstab erlaubt.

Die Erläuterungen zur Karte erleichtern auch den Zugang zum Bodeninformationssystem, indem für die meisten Einheiten der Schichtenfolge der Bezug zu einer Auswahl einschlägiger Aufschluß- und Bohrungs-Objekte der Zentralen Datenbank am Bayerischen Geologischen Landesamt hergestellt wird. Um geologisch nicht vorgebildeten Lesern der Erläuterungen das Verständnis zu erleichtern, wurden die Kapitel „Naturräumlicher Überblick“ und „Erdgeschichte“ relativ ausführlich gehalten. Ein kleines Glossar soll unvermeidliche Fachbegriffe erklären. Im Literaturverzeichnis sind zudem allgemeinverständliche Schriften entsprechend kenntlich gemacht.

Tab. 1: Bearbeitung der von der Planungsregion 10 Ingolstadt berührten Blätter der Topographischen Karte von Bayern 1:25 000

TK25			Blattbearbeiter (Aufnahmezeitraum)
Nr.	Name		Fettschrift: gleichzeitig Verfasser der Erläuterungen
6932	Nennslingen	t	Schmidt-Kaler, H. (1967—69)
6933	Thalmässing	v	Schmidt-Kaler, H. (1981—84)
6934	Beilngries	v	Schmidt-Kaler, H. (1977—79)
6935	Dietfurt	t	Meyer, R. K. F. (1999—2001), Schmidt-Kaler, H. (1995)
7032	Bieswang	v	Schmidt-Kaler, H. (1985—87)
7033	Titting	v	Meyer, R. K. F. (1998/99), Edlinger, G. v. (1964)
7034	Kipfenberg	v	Meyer, R. K. F. (1999—2001), Schmidt-Kaler, H. (1995)
7035	Schamhaupten	v	Meyer, R. K. F. (1996/97)
7036	Riedenburg	t	Meyer, R. K. F. (1999/2000)
7131	Monheim	t	Schmidt-Kaler, H. (1988—90)
7132	Dollnstein	v	Schmidt-Kaler, H. (1990—92), Meyer, R. K. F. (1990—92)
7133	Eichstätt	v	Kleinschnitz, M. (2000/01), Meyer, R. K. F. (1999—2001), Trappe, M. (1996—2000)
7134	Gaimersheim	v	Kleinschnitz, M. (1998/99)
7135	Kösching	v	Meyer, R. K. F. (1995/96)
7136	Neustadt a.d.D.	v	Schmidt-Kaler, H. (1965/66), Diez, T. (1966)
7231	Genderkingen	t	Schmidt-Kaler, H. (1994/95), Kleinschnitz, M. (2001), Grottenthaler, W. (1992, 1996)
7232	Burgheim Nord	v	Streit, R. (1960—62, 1974/75)
7233	Neuburg a.d.D.	v	Kleinschnitz, M. (2000/01), Kroemer, E. (2000/01)
7234	Ingolstadt	v	Jerz, H. (1991, 1993), Schmidt-Kaler, H. (1989)
7235	Vohburg	v	Jerz, H. (1998), Jung, D. (2000), Unger, H. J. (1995), Meyer, R. K. F. (1999)
7236	Münchsmünster	t	Fiebig, M. (1999), Jung, D. (2000), Unger, H. J. (1998)
7331	Rain	t	Jung, D. (2001)
7332	Burgheim Süd	v	Jung, D. (2001), Wierer, J. F. (2001)
7333	Karlshuld	v	Fiebig, M. (1999—2001), Pürner, Th. (1999—2001)
7334	Reichertshofen	v	Pürner, Th. (1999—2001), Fiebig, M. (1999—2001)
7335	Geisenfeld	v	Unger, H. J. (1995/96), Annau, R. (2000), Jung, D. (2000)
7336	Mainburg	t	Unger, H. J. (1996), Jung, D. (2000)
7432	Pöttmes	t	Wierer, J. F. (2000/01)
7433	Schrobenhausen	v	Wierer, J. F. (1999—2001), Doppler, G. (1996—2000)
7434	Hohenwart	v	Pürner, Th. (1996—98)
7435	Pfaffenhofen a. d. Ilm	v	Unger, H. J. (1997/98), Seidel, M. (1997)
7436	Au i.d. Hallertau	t	Seidel, M. (1997)
7533	Kühbach	t	Annau, R. (2001)
7534	Petershausen	v	Seidel, M. (1998/99)
7535	Allershausen	v	Unger, H. J. (1998)

Aufgeführt sind die Topographischen Karten 1:25 000 (TK25) mit Blattnummer und -name, der Grad ihrer geologischen Aufnahme als Vollblatt (v) oder Teilblatt (t) und die jeweiligen geologischen Bearbeiter mit dem Zeitraum der Aufnahme. Die Verfasser zugehöriger Erläuterungen sind dabei halbfett gedruckt (s. auch Kap. 10).

1 Naturräumlicher Überblick

Allgemeine Angaben

Die Planungsregion 10 Ingolstadt umfaßt neben der zentral gelegenen, namengebenden Kreisfreien Stadt Ingolstadt die Landkreise Eichstätt im N, Neuburg-Schrobenhausen im SW und Pfaffenhofen a.d. Ilm im SE. Insgesamt umschließen die Grenzen eine Fläche von 2848 km² mit einer Bevölkerung von etwa 433 000 Personen (30. 06. 2000), die überwiegend im Donautalbereich mit dem Ballungsraum Ingolstadt leben (www.pv-region-ingolstadt.de).

Die größte Meereshöhe wird ganz am Nordrand der Region erreicht. Am Buchschar im Workerszeller Forst NNW Eichstätt verzeichnet die topographische Karte 585,1 m ü. NN. Nach S sinken die Werte allmählich bis um 370 m ü. NN im Donautal, um im anschließenden Hügelland nach S wieder anzusteigen. Die größte Höhe wird hier mit 531 m ü. NN beim Brunnhof S Jetzendorf im südlichsten Zipfel der Region gemessen. Der tiefste Punkt findet sich mit 345 m ü. NN naturgemäß dort, wo der Hauptvorfluter, die Donau, die Planungsregion verläßt. Der gesamte Höhenunterschied ist mit 240 m vergleichsweise gering, erreicht aber vor allem im Altmühltal mit teilweise weit über 100 m steil ansteigenden Talhängen lokal beeindruckende Ausmaße.

Naturräumliche Gliederung

Vier größere Landschaftseinheiten können in der Region unterschieden werden, die von der Donau in eine Nord- und eine Südhälfte geteilt wird (s. Abb.1-1):

- die Südliche Frankenalb (auch Altmühlalb) als Teil der Fränkischen Alb
- das Donautal
- das Donau-Isar-Hügelland als Teil des Tertiärhügellands
- die Aindlinger Terrassentreppe als nordöstlichster Ausläufer der schwäbischen Iller-Lech-Schotterplatten

Die Fränkische Alb greift mit dem Neuburger Jurasporn noch nach S über die Donau, die diesen Vorsprung in der Neuburger Enge durchschneidet. Noch westlich dieses Durchbruchstals zweigt vom Donautal das Wellheimer Trockental nach N ab. Es mündet bei Dollnstein in das mäandrierend tief in die Juragesteine eingeschnittene Altmühltal, das den Nordteil der Region in ostnordöstlicher Richtung durchquert. Zu ihm stoßen die Täler verschiedener Seitenbäche, aber auch kleiner Fließchen von N. Vom Wellheimer Trockental nach E zweigt das Schuttertal ab, um W Ingolstadt ins Donautal auszumünden.

Erst östlich der Region, bei Kelheim, mündet die Altmühl in die Donau, nachdem diese ein weiteres Durchbruchstal durchflossen hat. Diese sog. Weltenburger Enge liegt ebenfalls bereits außerhalb der Regionsgrenzen, beeinflusst aber das Geschehen flußaufwärts ganz wesentlich. Bedingt durch den „Stauereffekt“ an der Enge hat die mäandrierende und akkumulierende Donau eine Talweitung mit ausgedehnten Terrassenfeldern gebildet, die in Richtung Weltenburg zusammenlaufen und stromaufwärts bis Neuburg reichen. Zwischen Neuburg und Ingolstadt greift die Ingolstädter Bucht zudem noch mit einem ausgedehnten Hochterrassenfeld nach N aus. Nach S schließen zwischen Neuburg und Vohburg an die Donauauen und -terrassen die ausgedehnten, heute weitgehend kultivierten und trockengelegten Moorflächen des Donau- und des Feilenmooses an.

Aus der Ebene des Donautals und Donaumooses steigt nach S, meist sanft und von verschiedenen Talmündungen durchbrochen, das Donau-Isar-Hügelland. Wegen des Vorherrschens tertiärer Sedimente wird diese Landschaftseinheit auch Tertiärhügelland genannt. Im SE wird es innerhalb der Regionsgrenzen von den Tälern der Paar und der Ilm durchzogen, die meist ostseitig von Terrassenflächen begleitet werden. Die Hochgebiete zwischen den Haupttälern werden von zahllosen Seitentälchen in einzelne Rücken



Abb. 1-1. Naturräumliche Übersicht der Planungsregion 10 Ingolstadt. – Wichtige, im Text erwähnte Landschaftseinheiten sind abgegrenzt und benannt (s. auch GRAUL 1962, JÄTZOLD 1962, SPORBECK & SCHLICHTMANN 1990). Das unterlegte Relief auf Grundlage des Digitalen Geländemodells des Bayerischen Landesvermessungsamts (DGM 25 mit 50-m-Gitter) veranschaulicht die der Landschaftsgliederung zugrundeliegenden Geländeformen.

1 Naturräumlicher Überblick

und Kuppen zerschnitten. Das Tertiärhügelland etwa südöstlich der Paar ist auch als Hallertau bekannt.

Der deutliche Anstieg zur Aindlinger Terrassentreppe im W des Donaumooses rechnet ebenfalls noch zum Tertiärhügelland. Erst von der Kammlinie treppen quartäre Terrassenflächen nach WNW zum Lechtal hin ab. Sie werden durch tief eingeschnittene Quertäler in etwa senkrecht zur ursprünglichen Schüttungsrichtung der Terrassenschotter verlaufende Rücken zerteilt. Die Rainer Hochterrasse als tiefste Stufe leitet bereits zum Lechtal über.

Geologische Grundlagen der naturräumlichen Gliederung

Die Unterscheidung der verschiedenen Landschaftseinheiten ist geologisch bedingt (s. Abb. 1-2).

Am abwechslungsreichsten und geologisch vielfältigsten ist sicherlich der Bereich der Südlichen Frankenalb. Nur ganz im N um Beilngries treten am Fuß der Talhänge mit weicheren Formen noch Mergel und Sandsteine des Mittleren Jura (Dogger) zutage. Prägendes Element der Fränkischen Alb sind die der Verwitterung und Abtragung besser widerstehenden Kalk- und Dolomitsteine des Oberen Jura (Malm). Typisch ist hier der Wechsel massiger, häufig dolomitierter Riffgesteine, die oft eindrucksvolle Felsbastionen bilden, mit zwischengelagerten grob- bis feingeschichteten Kalksteinen. Abgesehen von durch die Erosion entblößten Talhängen und Kuppenlagen werden die harten Karbonatgesteine des Malm aber häufig von jüngeren Bildungen verhüllt. Die sanft nach S einfallende Karbonatplattform bildet eine uralte Landoberfläche. In sie greifen neben wenigen, noch heute bestehenden Oberflächenabflüssen auch ältere, oft verfüllte Rinnen und Karststrukturen ein (Karstwannen, Dolinen, Ponore). Nur westlich etwa einer Linie Neuburg–Eichstätt sind in entsprechenden Hohlformen meist lockere Ablagerungen der Kreidezeit erhalten: schluffige Feinsedimente, aber auch kiesführende Sande. Weiter östlich liegen in vergleichbaren Rinnen und

Karstwannen nur noch Ablagerungen der tertiären Oberen Süßwassermolasse: Süßwasserkalksteine und nach S in Verbreitung und Mächtigkeit zunehmendes, tonig-mergeliges bis sandig-kiesiges Lockermaterial. Von W her reichen wenige Vorkommen der bunt zusammengesetzten Trümmermassen des Ries-Meteoriteneinschlags noch in die Region. Unregelmäßig verbreitet sind die jüngeren, tertiären bis quartären Deckschichten aus Alblehm, Löß und Lößlehm sowie verschiedene Umlagerungsbildungen, meist Lehme mit unterschiedlich starker Schuttbeteiligung. Andere quartäre Ablagerungen erlangen flächenmäßig kaum Bedeutung. Flußschotter in verschiedenen Terrassenniveaus finden sich fast nur entlang des Altmühltals. Talböden sind meist von feinkörnigen Auenablagerungen aufgebaut.

Das Donautal wird überwiegend von quartären Flußablagerungen eingenommen. Die vorherrschenden Karbonatschotter sind im Bereich der flußnäheren, jüngeren Terrassenflächen, aber auch am Talrand weithin von feinkörnigen Auen-sedimenten bzw. Verschwemmungsablagerungen überdeckt. Auf den älteren Flächen der Neuburger und Ingolstädter Hochterrasse treten Löß und Lößlehm hinzu. Die Niedermoortorfe des Donau- und des Feilenmooses greifen noch über die Schotterverbreitung hinaus auf Molassesedimente und Ablagerungen der Nebentäler über.

Die schon auf der Alb und im Liegenden der Donauschotter verbreiteten Lockergesteine der Oberen Süßwassermolasse werden im Tertiärhügelland südlich des Donautals landschaftsprägend. Quarzschotter, Sande und Feinsedimente (Mergel, Schluffe und Tone) wechseln in der kleingliedrigen Landschaft oft engräumig. Auffällig ist der Übergang von sanften Formen zu einem steileren Relief südsüdöstlich der Paar, was offenbar auf die zunehmende Beteiligung kiesigen Materials zurückgeht. Nur die größeren Täler der Paar und Ilm, aber auch der Weilach, werden von quartären Flußablagerungen in Form von Terrassenkörpern begleitet. Im Gegensatz zum Donautal treten in diesen autochthonen Tälern, deren Einzugsgebiet nicht über das Donau-Isar-Hügelland hinausreicht, nur Quarzschotter auf. Flugsand, oft in Form morphologisch deut-

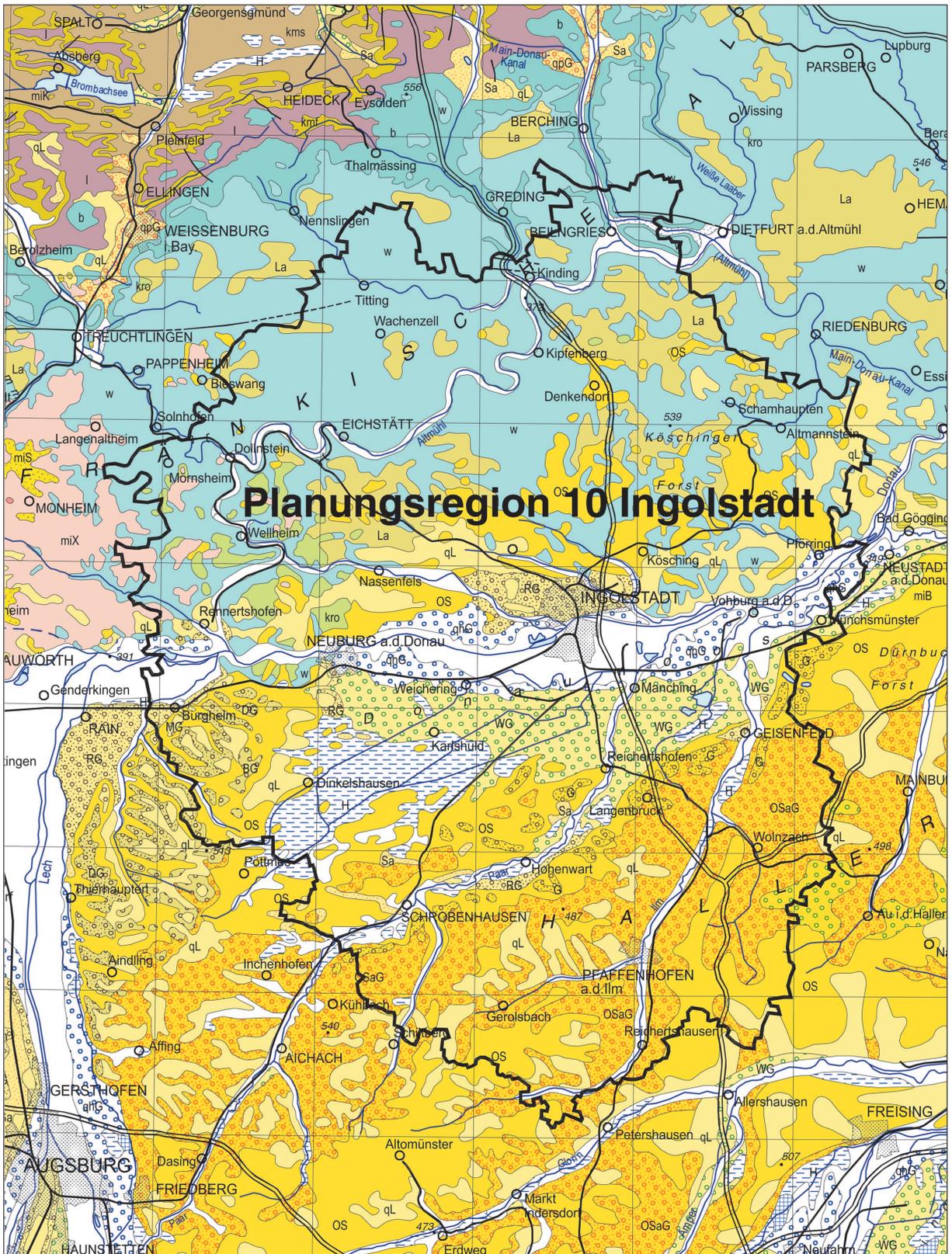


Abb. 1-2. Geologische Übersicht der Planungsregion 10 Ingolstadt. – Der Ausschnitt aus der Geologischen Karte von Bayern 1:500 000 (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1996) stellt den geologischen Aufbau der Region und ihres Umlandes im Überblick dar. Neben den Grenzen der Region ist der Blattschnitt der TK25 eingetragen.

1 Naturräumlicher Überblick

lich ausgeprägter Dünenkuppen oder -rücken, greift vom Donautal her z.T. noch über das Paartal hinaus. Lößlehm, seltener auch Löß, überdeckt zunehmend erst im SE, aber auch östlich der Aindlinger Terrassentreppe vor allem die in östlicher Richtung exponierten Talhänge in größerer Ausdehnung. Flachere Hangbereiche, insbesondere die Unterhänge, sind selten frei von sandigen bis lehmigen Umlagerungsbildungen.

Die Grundstruktur der Aindlinger Terrassentreppe ist in einer Folge quartärer Flußschotter begründet, die sich gegen das Lechtal im W hin immer tiefer in den unterlagernden Sockel aus Lockergesteinen der Oberen Süßwassermolasse einschneiden. Die häufig bereits zu Restschottern verwitterten Karbonatschotter werden aber weithin von mächtigen Löß- und Lößlehmdecken, die Unterhangbereiche auch von anderen lehmigen Umlagerungsbildungen verhüllt. Senkrecht zur ehemaligen Abflußrichtung haben sich vorwiegend ESE–WNW-orientierte Quertäler mit überwiegend feinkörnigen Talablagerungen eingetieft, die teilweise bis ins Donaumoosgebiet durchgreifen.

Bodenverhältnisse, land- und forstwirtschaftliche Nutzung

Die Ausgangsgesteine bestimmen die Ausbildung der Böden, ihre Nährstoff- und Wasserversorgung und über das Relief auch die Bearbeitbarkeit. Die geologischen Verhältnisse haben somit ganz wesentlichen Einfluß auf die Nutzung verschiedener Gebiete für Land- oder Forstwirtschaft. Die Bodenverhältnisse werden ausführlich in der Bodenkarte 1:100 000 der Planungsregion 10 Ingolstadt und den zugehörigen Erläuterungen dargestellt (AUSSENDORF et al. 2002).

Typisch für den Bereich der Südlichen Frankenalb sind schuttführende Rendzinen und Braunlehme aus der Verwitterung der jurazeitlichen Karbonatgesteine. Sie sind vor allem bei stärkeren Hangneigungen mit Wald bestockt. Die Möglichkeiten der ackerbaulichen Nutzung steigen mit der Beteiligung lehmiger Ablagerungen aus der Karbonatverwitterung und der Lößeinwehung, die sich z.B. im Alblehm verbinden.

Die kieseligen, kreidezeitlichen Gesteine im Bereich NW Neuburg stellen Standorte mit geringer Nährstoffversorgung dar. Durch die zunehmende Überdeckung der jurazeitlichen Karbonatfestgesteine mit teilweise bindigen Lockergesteinen der Tertiärmolasse, vor allem aber durch Löß- und Lößlehmdecken werden die Verhältnisse für den Ackerbau auf der Südabdachung zur Donau hin deutlich besser.

Im Donautal bieten die feinkörnigen Auenböden im flußnahen Bereich günstige Voraussetzungen für ackerbauliche Nutzung und sind nur im engeren Überschwemmungsbereich des Flusses durch auwaldähnliche Wälder bestockt. Ungünstiger sind die trockenen, flachgründigen Schotterböden der höherliegenden holozänen und wärmzeitlichen Terrassenflächen zu bewerten. Auch hier und noch mehr auf den älteren, tiefgründiger verwitterten Hochterrassenflächen sorgen aber bereichsweise feinerkörnige Deckschichten (Löß, Lößlehm und Umlagerungsbildungen) für bessere landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten. Die ausgedehnten, weitgehend trockengelegten Moorböden des Donau- und Feilenmooses werden, außer als Grünland, auch für Sonderkulturen verwendet (v.a. Saatkartoffelanbau). Der allgemein hohe Grundwasserstand in den meisten übrigen Tälern der Region führt ebenfalls häufig zu Gley- bis Moorbildungen. Grünland- und z.T. forstliche Nutzung herrschen dort vor, unter anderem wegen der Gefahr von Überschwemmungen.

Auch im Tertiärhügelland sind die fruchtbarsten Böden an Löß- bis Lößlehmdecken gebunden. Die Nutzung der Molassegesteine hängt von deren Zusammensetzung ab. Die leicht bearbeitbaren, sich im Frühjahr rasch erwärmenden Sandböden, besonders im weiteren Schrobenhausener Umland, bieten ideale Voraussetzungen für Spargelkulturen. Südöstlich davon hat sich in der Hallertau auf den kiesig-sandigen Böden mit häufigerer Lößbeteiligung Deutschlands bekanntestes Hopfenanbaugesbiet entwickelt. Die trockenen, sauren Böden der Quarzschotter, oft in Kuppen- und Hanglagen, werden meist forstwirtschaftlich genutzt.

Die Aindlinger Terrassentreppe mit ihren ausgedehnten, mächtigen Löß- und Lößlehmdecken bietet ideale Voraussetzungen für den Ackerbau. Grünland- oder forstliche Nutzung erfolgt lediglich in den Steillagen der Talhänge und auf den Schotterkuppen am östlichen Rand.

Baugrundverhältnisse

Mit Land- und Forstwirtschaft konkurriert die zunehmende Nutzung der Landschaft für den Bau von Siedlungen und Verkehrswegen. Weiterentwickelte technische Möglichkeiten haben in der jüngeren Vergangenheit die Abhängigkeit der Baumaßnahmen von den vorliegenden Untergrundverhältnissen in den Hintergrund gedrängt. Eine ingenieurgeologische Bewertung der oberflächlich anstehenden Gesteine der Region wird im Kapitel 6 dieser Erläuterung vorgenommen.

Einschränkungen für die Eignung als Baugrund gehen in der Planungsregion Ingolstadt vor allem auf setzungsempfindliche Auen- und Bachsedimente oder organisches Material (Torfe) in den Talräumen zurück. Seltener tritt Rutschgefährdung in Hanglagen auf, wo Feinsediment-Einschaltungen zu Wasseraustritten und Vernäsungen führen. Schwer vorhersagbar sind die Untergrundverhältnisse im Verkarstungsbereich der Karbonatfestgesteine der Frankenalb.

Rohstoffvorkommen

Hinter den anderen Nutzungsarten der Landschaft tritt der Rohstoffabbau flächenmäßig, nicht aber in der wirtschaftlichen Bedeutung zurück. Voraussetzungen und Stand der Rohstoffgewinnung werden eingehend in der Rohstoffgeologischen Karte 1:100 000 und den begleitenden Erläuterungen dargestellt (DOBNER et al. 2002). Insgesamt erfolgte beim Rohstoffabbau in den vergangenen Jahrzehnten eine deutliche Konzentration auf wenige, dafür aber größere Abbaustellen.

Eine abnehmende Zahl von Steinbrüchen erschließt die Karbonatfestgesteine der Franken-

alb. Weltbekannt sind die sehr gleichmäßig feinkörnig ausgebildeten Solnhofener Plattenkalke (z.T. „Lithographieschiefer“), die vor allem in der Gegend um Eichstätt, Mönsheim und Solnhofen abgebaut werden. Auch dicker gebankte Kalke werden als Naturwerksteine abgebaut. Bekannt ist hier z.B. der Treuchtlinger „Marmor“, ein polierfähiger Kalkstein. Die massigen Karbonatgesteine, vor allem Riffdolomite, dienen oft der Herstellung von Bruchschotter.

Überregionale Bedeutung haben die zumeist in Karsthohlformen erhaltenen Vorkommen der kreidezeitlichen Neuburger Kieselerde („Kieselweiß“), die heute im Tagebau gewonnen wird und früher auch bergmännisch abgebaut wurde. Der mehlfine Kieselrohstoff dient als begehrtes Füllmittel in verschiedensten Produkten vom Autoreifen bis zur Kosmetik.

Massenrohstoffe für die Bauindustrie stellen die Lockergesteine des Quartärs und der Tertiärmolasse dar. Kies als Schütt- und Zuschlagsstoff wird vor allem im Donautal, daneben auch am Rand des Lechtals (Rainer Hochterrasse) und im Tertiärhügelland gewonnen. Die meist nur im Grundwasser abzubauenen Schotter des Donautals unterscheiden sich durch ihren hohen Karbonatanteil dabei deutlich von den trocken gewinnbaren Quarzschottern des Tertiärhügellands. Reine Sandvorkommen sind vor allem im nordwestlichen Teil des Donau-Isar-Hügellands erschlossen. Die Gewinnung von Ziegelrohstoffen erfolgt derzeit aus Lößlehmvorkommen. Abbau mächtigerer Molassemergel findet höchstens sporadisch statt. Deren Gewinnung zur Bodenverbesserung („Mergeln“) in zahlreichen kleinen Gruben kam mit der Einführung von Kunstdüngern zum Erliegen.

Auch ein Abbau der Torfe des Donaumooses zu Heizzwecken findet heute nicht mehr statt. Lokale Anreicherungen von Eisenerz in Moorgebieten (Eisenocker, Raseneisenerz) oder aus der tertiärzeitlichen Verwitterung der Albgesteine (Limonitschwarten, Bohnerz) hatten wohl nur bis ins Mittelalter Bedeutung für die lokale Eisenherstellung.

Hydrologische und hydrogeologische Verhältnisse

Neben den Niederschlägen (ca. 600–800 mm/a), der Verdunstung (um ca. 550 mm/a), der Vegetation und der Morphologie steuert die Verteilung durchlässiger und undurchlässiger Gesteine den Oberflächenabfluß und die Grundwasserneubildung. Die hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse der Planungsregion Ingolstadt werden ausführlich in der Hydrogeologischen Karte 1:100 000 und ihren Erläuterungen behandelt (BÜTTNER et al. 2002).

Den Hauptvorfluter des Gebietes bildet die Donau, der über den Umweg verschiedener Nebenflüsse alles Oberflächenwasser des Arbeitsgebietes zufließt, auch die auf die Altmühl im N und die über die Amper auf die Isar ausgerichteten Abflüsse im SE. Für die regulierte Donau ergibt sich von ihrem Eintritt in die Region NNW Burghelm bei 391 m ü. NN bis zum Austritt WNW Neustadt bei 345 m ü. NN bei einer Laufstrecke von etwa 60 km ein Gefälle von knapp 0,8 ‰. Die Altmühl tritt ESE Solnhofen bei etwa 400 m ü. NN in die Region ein und verläßt sie ESE Beilngries bei 361 m ü. NN. Wegen ihres starken Mäandrierens ist ihre Laufstrecke mit 75 km deutlich länger als die der Donau. Das Flußgefälle beträgt nur wenig mehr als 0,5 ‰. Die Paar überschreitet bei etwa 421 m ü. NN die Regionsgrenze und mündet WNW Vohburg bei ungefähr 354 m ü. NN in die Donau. Bei Glättung der engräumigen Mäanderschlingen bis Reichertshofen ergibt sich für die Paar eine ungefähre Laufstrecke von 50 km. Die Ilm tritt schon wenige Kilometer nach ihrem Ursprung W Jetzendorf bei 470 m ü. NN in unser Gebiet ein, um es nach fast 65 km geglätteter Lauflänge W Neustadt kurz vor der Mündung in die Donau wieder zu verlassen. Das Gefälle der noch im Tertiärhügelland gelegenen Abschnitte der autochthonen Täler von Paar und Ilm liegt mit ca. 1,7 bzw. 2,5 ‰ deutlich höher als beim Donau- oder Altmühltal. Dagegen erreicht der künstliche Lauf der Donaumoos-Ach im Gebiet der ehemaligen Moorflächen, wohl aufgrund von Moorsackungen, auf weite Strecken nicht einmal 0,3 ‰ (BEZIRKSPLANUNGSSTELLE BEI DER REGIERUNG VON OBERBAYERN 1977). E Pöttmes

wechselt die Ach bei 389 m ü. NN in die Region, um NE Manching bei 379,5 m ü. NN in die Paar zu münden.

Im Karstgebiet der Südlichen Frankenalb fehlt mit Ausnahme der im nördlichen Albvorland entspringenden Altmühl, Anlauer, Schwarzach und Sulz sowie des Schambachs und der Schutter im südlichen Teil eine Oberflächenentwässerung weitestgehend (Trockentäler). Dagegen werden Tertiärhügelland und Aindlinger Terrassentreppe von einem vergleichsweise engen Gäßt kleiner und kleinster Fließgewässer durchzogen. Als größte Nebenbäche können die Weilach für die Paar, der Gerolsbach und die Wolnzach für die Ilm genannt werden. Das Donaumoos und in geringerem Umfang auch das Feilenmoos werden von einem dichten Netz meist künstlich angelegter Entwässerungsgräben durchzogen.

Die Möglichkeiten der Grundwasserneubildung, aber auch seiner Verunreinigung, und die Fähigkeit zu seiner Speicherung hängen von der Durchlässigkeit der Gesteine ab. Diese wird von der Klüftung und Verkarstung der Karbonatfestgesteine bzw. vom nutzbaren Porenraum der überlagernden tertiären und quartären Lockergesteine bestimmt.

Grundwasserleiter unterhalb des Malmkarstes (Eisensandstein des Dogger, Keuper-Sandstein) sind im Bereich der Region nur ausnahmsweise erschlossen (z.B. Forschungsbohrung Geisenfeld, ZDB-ID [7335BN0189]). Den wichtigsten Grundwasserleiter im N der Region stellen die oft verkarsteten Karbonatgesteine des Malm dar. Diese werden auch zunehmend in größeren Tiefen südlich der Donau zur geothermischen Nutzung interessant. Verkarstet sind vor allem die massig ausgebildeten Riffgesteine, während die Schichtfazies als Kluftwasserleiter fungiert.

Porengrundwasserleiter der bereichsweise sandig bis kiesig ausgebildeten, älteren Molasse wurden bisher nicht gezielt erschlossen. Die tiefsten, im größeren Umfang zur Wassergewinnung genutzten Molasseeinheiten sind glaukonitische Sande der jüngeren Oberen Meeresmolasse (z.B. Schrobenhausen Tiefbrunnen 2b [7433BB0013]) und in einem etwa 10 km breiten Streifen süd-

lich der Donau die etwas jüngeren Kiessande der Graupensandrinne (ältere Süßbrackwassermolasse, s. Abb. 2-6). Das Grundwasser der Graupensande steht offenbar teilweise in hydraulischem Kontakt mit dem Malmkarst und tritt in Brunnen des Donautals bereichsweise artesisch aus. Die höhere Süßbrackwassermolasse bzw. Obere Brackwassermolasse und die darüber folgende älteste Obere Süßwassermolasse sind weitgehend bindig und damit grundwasserhemmend ausgebildet. Erst die anschließenden, sandigen, nach oben und E zunehmend kiesigen Schichten der Oberen Süßwassermolasse bergen die Hauptgrundwasservorkommen im Bereich des Tertiärhügellands.

Die Quartärschottervorkommen des Donautals mit ihrem reichen Grundwasserdargebot haben

durch Stoffeintrag von der Oberfläche her ihre Bedeutung für die Trinkwasserversorgung weitgehend eingebüßt, werden aber weiterhin zur Brauchwassergewinnung genutzt. Auch das oberflächennahe Wasser in den übrigen Talräumen wie entlang von Paar oder Ilm ist gefährdet oder es ist mengenmäßig unbedeutend, wie in den hochgelegenen Schotterkörpern der Aindlinger Terrassentreppe.

Feinkörnige, vor allem lehmige Deckschichten (z.B. Ablehm, Löß und Lößlehm) haben als Schadstofffilter große Bedeutung für den Grundwasserschutz, insbesondere für das ansonsten kaum geschützte Malmkarstwasser. Sie verringern aber gleichzeitig die Grundwasserneubildung.

2 Erdgeschichte

Dieses Kapitel soll die im Gebiet der Planungsregion Ingolstadt anzutreffenden Gesteinseinheiten in ihren erdgeschichtlichen Zusammenhang stellen. Zusätzlich zu den im Kapitel 3, Schichtenfolge, beschriebenen, oberflächlich anstehenden Gesteinseinheiten werden auch die nur durch Bohrungen erschlossenen Gesteine des tieferen Untergrunds mit kurzen Angaben zu Mächtigkeit und Ausbildung behandelt (s. auch Kap. 9 Bohrprofile). Allgemeine Vorstellungen zur Schichtlagerung können dem Schemaprofil (Abb. 2-1) sowie den Profilen in Beilage 1 entnommen werden. Die zeitliche Ordnung der stratigraphischen Begriffe ist aus der erdgeschichtlichen Übersicht (Tab. 2-1) und den stratigraphischen Tabellen des Kapitels 3 (Tab. 3-1, 3-3, 3-4) ersichtlich.

Die Zeit des Vindelizischen Landes

Die ältesten Gesteine, die im Bereich der Region in Tiefbohrungen erschlossen werden konnten, gehören dem Kristallinen Grundgebirge an. Es handelt sich um Metamorphite (Umwandlungs-

gesteine), vor allem unter hohen Drücken und Temperaturen entstandene Gneise, und um Plutonite, aus Gesteinsschmelzen gebildete Tiefengesteine, vor allem Granite. Beide entstanden während der variskischen Gebirgsbildung, die vom Altpaläozoikum bis ins Oberkarbon (bis vor ca. 320 Mio. Jahre) andauerte. Das variskische Gebirge unterlag in der Folgezeit der Abtragung. Sandige bis tonige Sedimente des Karbons bis Perms haben sich nur in wenigen, trogförmig eingetieften Bereichen erhalten. Sie konnten in Bohrungen z.B. bei Wolnzach, aber auch bei Treuchtlingen und Daiting, knapp außerhalb der Regionsgrenzen, mit z.T. mehr als 150 m Mächtigkeit nachgewiesen werden. Noch in der Trias ragten Teile des variskischen Gebirges als sog. Vindelizisches Land über die umgebenden Meeresflächen.

Während der älteren Trias nahm ein nördlich gelegenes Becken das Abtragungsmaterial des Vindelizischen Landes auf. Erst allmählich dehnte sich der Ablagerungsbereich bis ins Gebiet zwischen dem heutigen Treuchtlingen und Beiln-

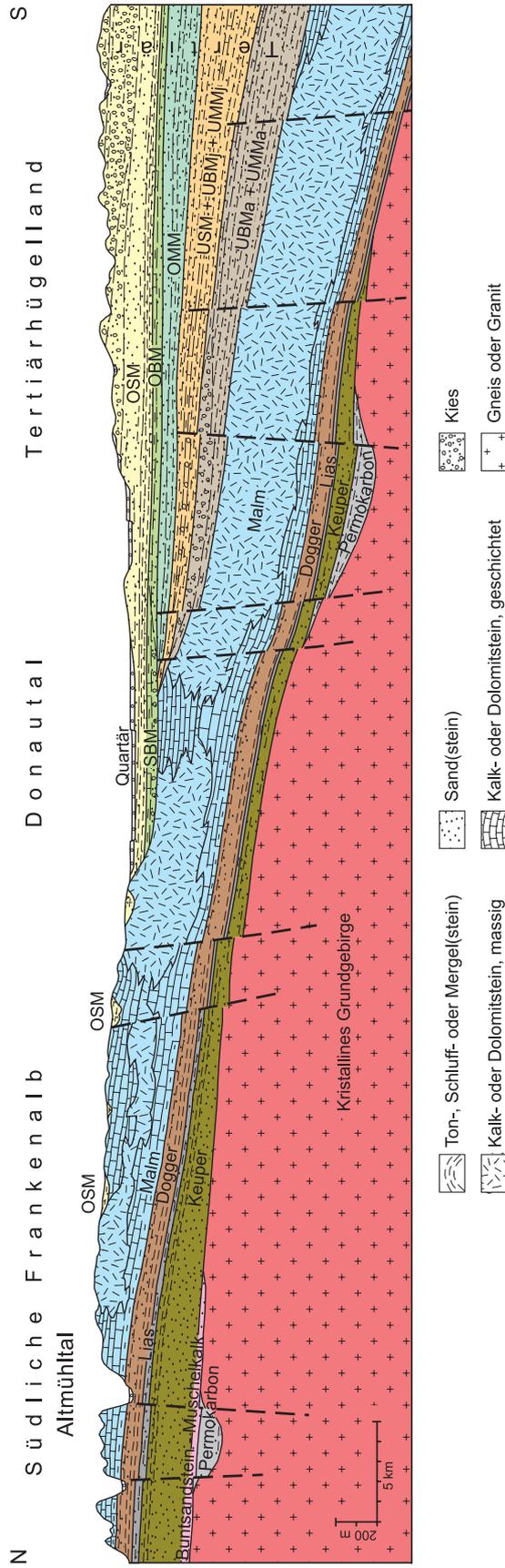


Abb. 2-1. Schematischer Profilschnitt durch die Planungsregion 10 Ingolstadt. – Der Querschnitt durch die obersten 1,5 km der Erdkruste veranschaulicht den geologischen Aufbau und die Schichtlagerung (s. auch Beil. 1). Der Schnitt ist 10-fach überhöht, um alle wesentlichen Differenzierungen darstellen zu können. Das allgemeine Einfallen von der Albtal nach S ins Molassebecken wird durch verschiedene Bruchstörungen, meist mit Abschiebungscharakter, modifiziert. – Abkürzungen: UBMa: Ältere Untere Brackwassermolasse, UMMj: Jüngere Untere Brackwassermolasse, UMM: Jüngere Untere Meeressmolasse, UMMj: Jüngere Untere Meeressmolasse, OSM: Obere Brackwassermolasse, OSM: Obere Stüßbrackwassermolasse, SBM: Stüßbrackwassermolasse, SBM: Obere Brackwassermolasse.

Tab. 2-1: Erdgeschichtliche Übersicht für die Planungsregion 10 Ingolstadt

Alter	Erdgeschichtliche Abschnitte		Max. Mächt.	Erdgeschichtliche Vorgänge (Typische Gesteine und Bildungen)
0,01	Quartär	Holozän	10 m	Warmphase, Eingriffe des Menschen (Fluß- und Hangablagerungen, Moorbildungen)
2,6		Pleistozän	25 m	Kaltphasen mit Dauerfrostboden im Tertiärhügelland und auf der Alb wechselnd mit Warmphasen (Fluß- und Windablagerungen, Frostbodenbildungen)
5,3	Tertiär	Pliozän	5 m	Hebung und Abtragung im Alpenvorland, Ausbildung der Urdonau mit Abfluß nach E (Flußablagerungen)
24		Miozän	0 m	Hebung und Abtragung im Alpenvorland
			300 m	Einsinken des Molassebeckens im Vorfeld des alpinen Deckenstapels Westgerichtetes Flußsystem im Molassebecken mit Zuflüssen von N (Urnaab, Urmayn) Einschlag des Riesmeteoriten (15 Mio. Jahre) (Süßwassermolasse)
			150 m	
34		Oligozän	250 m	Ostgerichtetes Flußsystem im Molassebecken mit Übergang ins Meer im E (Süßwassermolasse, Brackwassermolasse und Meeresmolasse)
			200 m	Vordringen des Meeres ins entstehende Molassebecken (Meeresmolasse)
53		Eozän	5 m	Verwitterung und Verkarstung der nach Meeresrückzug trockengefallenen Malmoberfläche, Rinnenbildung (Rückstandslehm, Spaltenfüllungen)
65		Paläozän		
96	Kreide	Oberkreide	50 m	Meeresvorstoß von SE (Kieselschichten und Festlands-Ablagerungen)
135		Unterkreide	0 m	Meeresrückzug, Abtragung und Verwitterung
154	Jura	Malm	550 m	Höhepunkt der Meeresüberflutung mit durchgehender Verbindung vom germanischen Meeresbecken zur Tethys (alpine Fazies) im S (Kalk- und Dolomitsteine des Schelfgebiets in Schicht- und Riff-Fazies)
175		Dogger	120 m	Überflutung des Vindelizischen Landes durch weiteres Vordringen des Meeres von N (Sandsteine und Mergel der Flachsee)
203		Lias	20 m	Vordringen des Meeres aus N (Küsten-Sandsteine und Mergel der Flachsee)
232	Trias	Keuper	200 m	Ablagerung auf dem Vindelizischen Land (Sandsteine, z. T. Tonsteine, aus Flüssen und Seen)
240		Muschelkalk	30 m	Vindelizisches Land mit Meeresküste im NW (Sandsteine des Küstenbereichs)
250		Buntsandstein	0 m	Abtragung auf dem Vindelizischen Land
298	Perm		>150 m	Beginnende Abtragung des alten Gebirges (Abtragungsschutt in langgestreckten Becken)
354	Karbon			
	Altpaläozoikum – Präkambrium			Ältere Phasen der Gebirgsbildung (Granite und Gneise des Grundgebirges)

Alter der Zeitgrenzen (Millionen Jahre vor heute) nach REMANE (2000), ausgenommen die Tertiär/Quartär-Grenze (z. B. nach PARTRIDGE 1997); Max. Mächt. = ungefähre maximale Mächtigkeit der erhaltenen Ablagerungen.

2 Erdgeschichte

gries aus. Die dort unmittelbar über dem Grundgebirge liegenden, teilweise geröllführenden Sandsteine können innerhalb der Trias aber nicht zweifelsfrei dem Buntsandstein oder Muschelkalk zugeordnet werden. Im Keuper (vor ca. 230 Mio. Jahren) dehnte sich der Ablagerungsraum dann nach S nahezu über die gesamte Region aus. Durch große Flußsysteme wurden weiterhin grobe Sande, später z.T. auch bunte, tonige Feinsedimente abgesetzt.

Die Zeit des Jura-Meeres

Vor etwa 200 Millionen Jahren setzte das von N vordringende Jura-Meer die Überflutung des vindelizischen Festlandes fort. Im Unteren Jura (Lias oder Schwarzjura) wurden zunächst wieder grobe Geröllsandsteine, diesmal im Küstenbereich abgelagert. Dann folgen rasch Ammoniten-reiche Kalkbänke und Ölschiefer, die in festlandsferneren, ruhigeren Meeresbereichen entstanden. Im gesamten Schwarzjura wurden nur 15–20 m Sedimente in einer Zeit von 30 Millionen Jahren abgelagert. Im Mittleren Jura (Dogger oder Braunjura) folgten deutlich mächtigere dunkle Tone (Opalinuston), dann braune, eisenreiche Sandsteine (Eisensandstein) und schließlich fossilreiche, oolithische Kalke des Dogger Gamma bis Zeta. Im Gegensatz zum Lias erreichte der Dogger bereits in 20 Millionen Jahren rund 120 m Mächtigkeit. Immer noch herrschte eine deutlich Zufuhr von Abtragungsmaterial des nahen Festlands.

Mit Beginn des Oberen Jura (Malm oder Weißjura) vor etwa 150 Millionen Jahren überflutete das Meer das Vindelizische Land endgültig und bildete einen flachen Schelfbereich am Nordrand des Tethys-Ozeans. In dem tropisch warmen Flachmeer wurden mächtige Schichtkalkserien ausgefällt. Später entwickelten sich ausgedehnte Rifffkomplexe und nur noch in dazwischen liegenden Becken („Wannen“) setzte sich weiterhin die Bildung von Schichtkalcken fort. Vor allem die Rifffkalke wandelten sich diagenetisch teilweise in Dolomit um. In 20 Millionen Jahren wurden über 500 m, ganz im S der Region nahezu 600 m helle Kalksteine, seltener auch Mergel abgelagert. Die Abbildungen 2-1 bis 2-3 geben einen Überblick

über die Verzahnung der Schichtfazies des Weißjura mit Rifffkörpern und Schwamm-Fazies.

Die Entstehung der Kalkstein/Mergel-Wechselfolgen des Malm ist bis heute nicht endgültig geklärt. Man stellt sich vor, daß kalkreiches Tiefenwasser der Tethys auf dem flachen fränkischen Schelf erwärmt wurde und so die Kalkfällung einsetzte. Dabei spielten auch Bakterien, kugelige Blaugrünalgen (Cyanobakterien) und Kalkflagellaten (Coccolithen) eine Rolle. Die Kalkbildung unterlag rhythmisch wechselnden Bedingungen: Ließ sie nach, überwog die vom nördlich gelegenen Mitteldeutschen Festland (s. Abb. 2-2) eindriftende Tontrübe und es entstanden Mergelzwischenlagen. Außer diesen kurzfristigen Schwankungen gab es auch noch längerfristige Veränderungen im Tonantransport, so daß mergelreichere Kalkbankfolgen mit mergelärmeren wechseln.

Aufgrund der unterschiedlichen Ausbildung durch wechselnde Mergelanteile und Bankung sowie durch Bestimmung des Ammoniten-Inhalts hat man das mächtige Weißjurapakete in 6 Stufen (Malm Alpha bis Zeta) gegliedert. Dabei wird der bis 300 m mächtige Malm Zeta nochmals in 6 Unterstufen geteilt.

Der Weißjura begann mit dem mergelreichen Malm Alpha, der wohl in einem noch etwas kühleren und tieferen Meer abgelagert wurde. Nach oben wird er durch die Bankkalkfolge des Malm Beta abgelöst, die auf eine erste Meeresverflachung hindeutet.

Mit den Ammoniten-reichen Mergelkalkbänken zu Beginn des Malm Gamma setzt ein neuer Ablagerungszyklus ein, der über die dicken Kalkbänke des Treuchtlinger Marmors mit einzelnen Schwämmen bis zu den Schwammrasen des höheren Malm Delta reicht. Weisen schon die Kieselschwämme im unteren Malm Delta auf geringere Wassertiefe hin, so zeigen feingeschichtete Algenkrusten (sog. Stromatolithe), Ooide (konzentrisch gebaute Kalkkugelchen) und sogar Korallen im höchsten Malm Delta nun überall bewegtes Flachwasser an. Unter diesen Bedingungen kam es in unserem Raum zur Bildung einer ausgedehnten Schwammriff-Plattform.

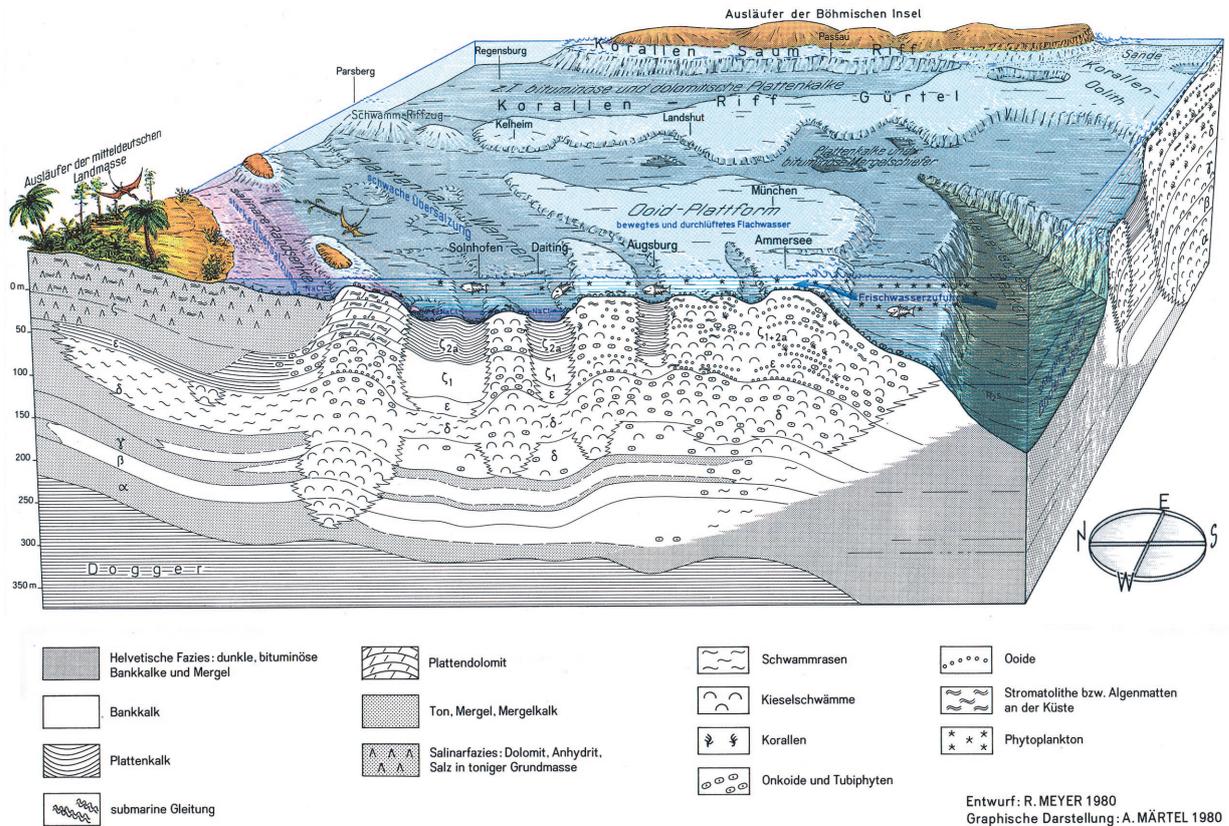


Abb. 2-2. Das süddeutsche Oberjura-Meer zur Zeit der Bildung der Solnhofener Plattenkalke (Malm Zeta 2). – Die Planungsregion 10 Ingolstadt überdeckt etwa das Gebiet der Plattenkalkwannen im nordwestlichen Teil des Blockbilds. Auf den seitlichen Schnittflächen wird die fazielle Entwicklung des vorangehenden Malm erkennbar (griechische Buchstaben: biostratigraphische Malm-Gliederung).

In das weit ausgedehnte, flache Schelfmeer schiebt sich von NW 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 Meeresströmungen driften die von Salz teilweise konservierten Lebewesen zwischen den kleinen Inseln hindurch in die bis 100 km entfernten, tieferen Lagunen der Südlichen Frankenalb und geben uns dort heute Zeugnis vom Leben auf den bereits abgetragenen Küstenlandstrichen. In den Wannsen zwischen den Schwammriffen sammelt sich bei ruhiger See salzreicherer Bodenwasser und läßt die Meerestiere (Fische, Reptilien, Krebse, Seeigel, Ammoniten usw.) absterben. Kugelige Blaugrünalgen vermehren sich dagegen am Boden besonders stark und fördern die Kalkausfällung und damit die Plattenkalkbildung. Stürme bringen aber immer wieder Frischwasser mit Fauna über die flache Plattform im S, die Kalkbildung geht zurück, der von N eingeschwemmte Ton bildet Mergellagen (Fäulen). An den Wannsenrändern gleiten hin und wieder frisch abgelagerte und noch nicht verfestigte Schichtpakete ab, heute erkennbar als z.T. stark verfaltete „Krumme Lagen“.

Von der Donau bis S München dehnt sich eine Flachwasserplattform mit nur kleinen Wannenzügen aus. Bei bewegtem Wasser werden die Kieselschwämme der Plattform immer wieder von Stromatolithen überwachsen und durch konzentrisch gebaute Algenkugeln (Ooide) eingedeckt. Nur an den Wannsenrändern treten 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, d. h. im unteren Malm Delta auf. Zugleich setzt hier das Korallenwachstum ein und dauert im S bis zum Ende des Malm an. Der Korallenriffgürtel ist im N noch durch eine Plattenkalklagune von der Böhmisches Insel getrennt. Im S vereinigt er sich jedoch mit dem Korallensaumriff zu einer größeren Korallen-Oolith-Plattform. Das im S (rechts) dargestellte, tiefe helvetische Becken mit dunklen bituminösen Kalken liegt in Bayern heute bereits unter den Alpen.

2 Erdgeschichte

Mit dem Rückzug der Riffe im Malm Epsilon setzt wieder eine neue Kalkbankfolge ein. Ihr Reichtum an Ammoniten und Coccolithen-Plankton deutet auf direkte Beziehungen zum Tethys-Ozean hin, wohl verursacht durch eine Absenkung der Riff-Plattform.

Im Laufe des unteren Malm Zeta, vor allem im Malm Zeta 2 (Solnhofener Plattenkalke), kam es zur zunehmenden Abschirmung unseres Gebietes vom Tethys-Ozean durch eine ausgedehnte, flache Schwammriff-Ooid-Plattform im südbayerischen Raum (s. Abb. 2-2). Durch Heraushebung der Mitteldeutschen Schwelle wurde auch die Verbindung nach N zeitweise unterbrochen. In den Vertiefungen zwischen den Riffen sammelte sich durch die Verdunstung bei zunehmend trocken-heißem Klima schweres, salzreiches Wasser, das die Schwämme hier absterben ließ. Gleichzeitig vermehrten sich Kalkproduktion-fördernde Blaugrünalgen in diesen Lagunen; es kam zur Bildung der reinen Plattenkalke (= Flinze), welche die Schwammriffe immer mehr eindeckten. Stürme brachten jedoch immer wieder frisches Meerwasser mit neuer Fauna vom Tethys-Becken her über die flache Plattform. Die Kalkbildung ging für kurze Zeit zurück, und die von NW andriftende Tontrübe ließ feinstgeschichtete Mergel (= Fäulen) entstehen, wodurch ebenfalls die Riffe zurückgedrängt wurden. Die Strömungen spülten auch Landpflanzen und -tiere in die Lagunen. In dem übersalzenen, sauerstoffarmen Bodenwasser wurden die Tierleichen nicht zersetzt, sondern rasch von einem Algenfilm überzogen und von feinem Kalkschlamm zugedeckt, so daß sie ausgezeichnet als Fossilien überliefert sind. Am bekanntesten ist wohl der Urvogel *Archaeopteryx*.

Mit dem Malm Zeta 3 begann wieder eine Zeit der stärkeren Frischwasserzufuhr. Darauf deuten der erneute Ammoniten- und Coccolithen-Reichtum und das Korallenwachstum auf den absterbenden Schwammriffen hin. Der Einfluß des nahen Landes blieb auch weiterhin erhalten, worauf zahlreiche Landpflanzenfunde hinweisen. Im höchsten, nur bei Neuburg/Donau erhaltenen Weißjura (Malm Zeta 6: Neuburger Bankkalk) rückte von N her die Küste immer näher,

so daß dort z.T. schon Süßwassermuscheln eingeschwemmt wurden.

Die Festlandszeiten in Kreide und Alttertiär und die Meeresüberflutung in der Oberkreide

Mit dem Rückzug des Jura-Meeres spätestens vor 135 Millionen Jahren begann eine lange Zeit der Zerstörung der vorher abgelagerten Schichten. Diese Erosionsperiode dauert bis heute an. Sie wurde allerdings zeitweise unterbrochen, so in der Oberkreidezeit mit einem kurzen Vorstoß des Meeres aus dem Alpenraum bis in unser Gebiet und später wieder im jüngeren Tertiär mit der Ablagerung der Oberen Süßwassermolasse.

Im N, wo sie länger offen lag, wurde die etwa 500 m dicke Weißjura-Platte besonders stark zerstört. Motor der Abtragung waren Kräfte aus dem Erdinneren: In Zusammenhang mit der Entstehung der Alpen im S wurde die Kalkplattform angehoben, schiefgestellt und zerklüftet. Dadurch konnten die erosiven Kräfte des fließenden Wassers angreifen. Hinzu kam die chemische Verwitterung der Karbonatgesteine. Besonders intensiv war die Lösung von Kalk unter dem warmen und feuchten Klima, wie es auch noch in der Tertiärzeit in unserem Raum herrschte. Der komplizierte Ablauf der Landschaftsentwicklung ist am besten anhand eines Entwicklungsschemas aus dem Bereich der Südlichen Frankenalb zu erklären (Abb. 2-4), wo Ablagerungen von der Kreide bis ins Quartär auch heute noch an der Oberfläche anstehen.

Über 40 Millionen Jahre während der Unterkreidezeit hatte die Verkarstung die Weißjura-Platte stark zerfressen. Gegen Anfang der Oberkreidezeit (vor mehr als 95 Mio. Jahren) lagerten Flüsse aus NE bei angestiegenem Grundwasser quarzreiche, kaolinführende Kiese, Sande und Tone über die Karstflächen. Die Sedimente sind Verwitterungs- und Abtragungsprodukte des ostbayerischen Grundgebirges. Diese sog. Schutzfelschichten waren weit verbreitet und füllten vielerorts Karsthohlformen auf. Bei der weiteren Heraushebung blieben nur solche geschützt liegenden Vorkommen vor Wiederabtragung verschont.

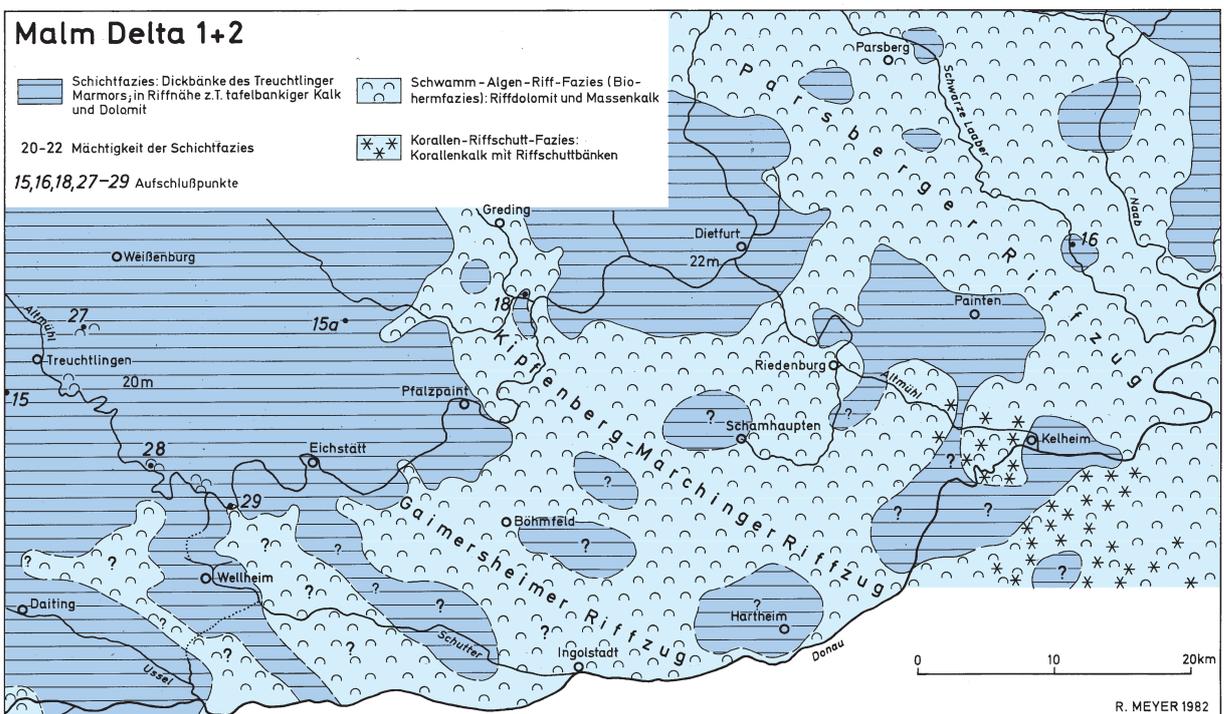
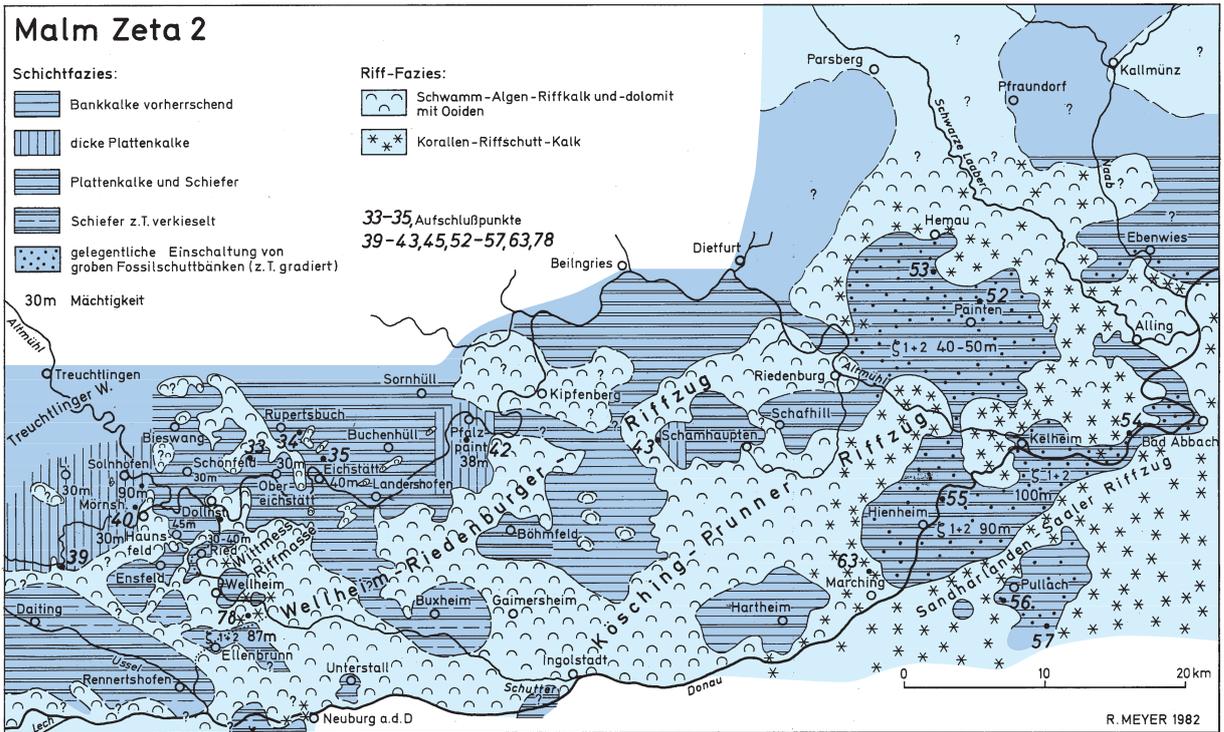


Abb. 2-3. Verteilung von Riffen und Wannen zur Zeit der Ablagerung des Treuchtlinger Marmors (Malm Delta 1+2) und der Solnhofener Schichten (Malm Zeta 2). – Schon im Malm Delta ist der Meeresboden in der Region durch flache, aber ausgedehnte Schwammriffzüge gegliedert. In den Senken zwischen den Riffkörpern werden Schichtkalke abgelagert, vor allem im W der Riffe der dickbankige Treuchtlinger Marmor. Die Senken bilden später im Malm Zeta 2 die berühmten Plattenkalklagunen. Im Kelheimer Raum sind sie von Korallenriffen umgeben, die ihren Schutt weit in die Lagunen liefern. – Aus MEYER & SCHMIDT-KALER (1994).

2 Erdgeschichte

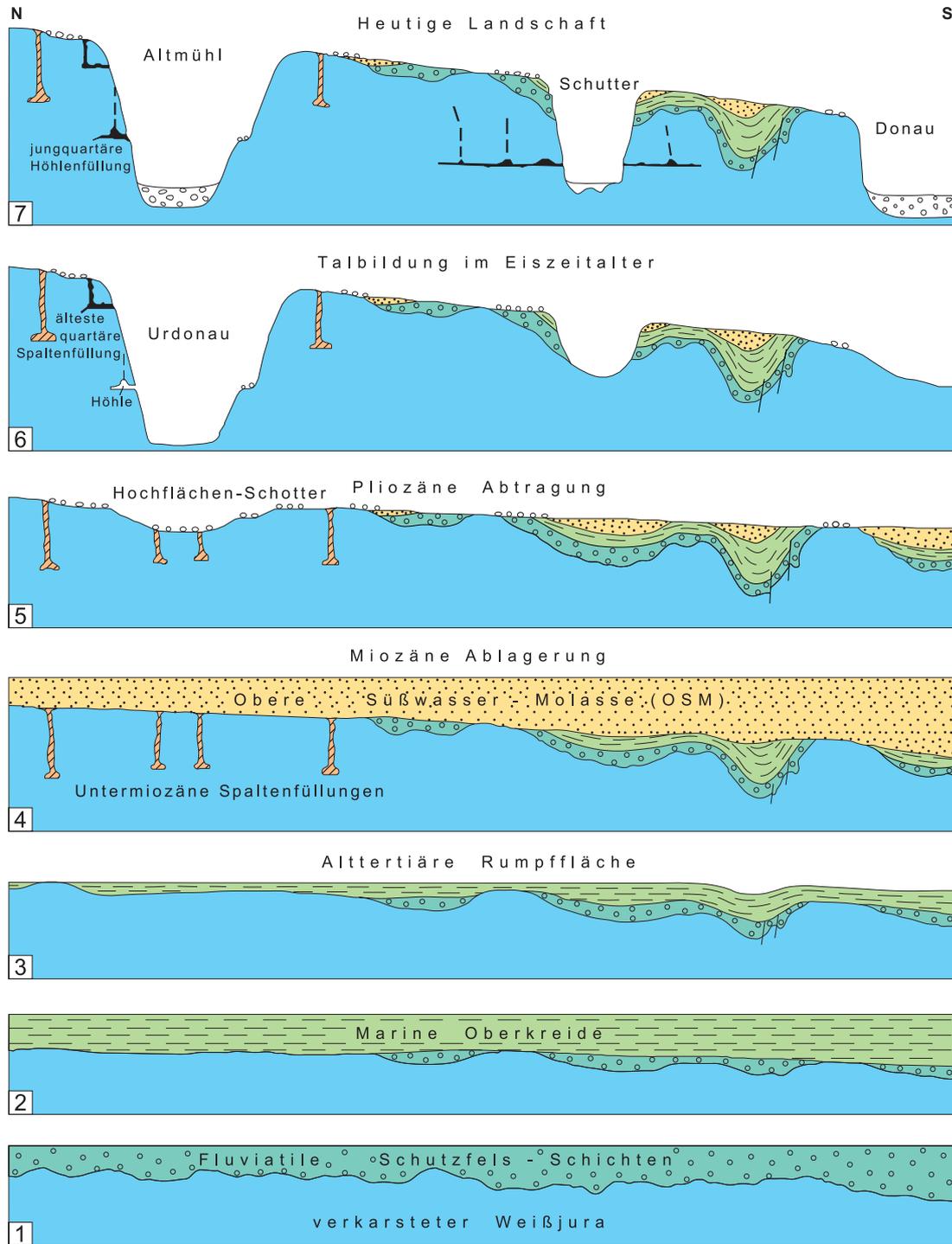


Abb. 2-4. Entwicklungsschema der Sedimente im Bereich der Südlichen Frankenalb von der Unterkreide bis heute (weitere Erläuterung der Vorgänge im Text); nach MEYER & SCHMIDT-KALER (1991).

Phase 1: Nach der Hebung und Verkarstung des Gebiets in der Unterkreide-Zeit (vor 135—95 Millionen Jahren) werden gegen Anfang der Oberkreide-Zeit Kiese, Sande und Tone aus dem ostbayerischen Grundgebirge geschüttet. Diese sog. Schutzfels-schichten überdecken den verkarsteten Weißjura weitgehend.

Phase 2: Bei einer anschließenden Hebung und Abtragung bleiben nur die in Karsthohlformen liegenden Teile der Schutzfels-schichten erhalten. Über die Einebnungsfläche stößt vor 95 Millionen Jahren rasch das Oberkreide-Meer von S her vor und hinterläßt fossilführende Sandsteine und feinkörnige, kieselige Sedimente.

Phase 3: Nach der kurzen Meeresüberflutung setzen Abtragung und Verwitterung in der ausgehenden Kreidezeit und besonders im Alttertiär (65–25 Millionen Jahre vor heute) verstärkt wieder ein. Im S kommt es durch Verkarstung der Weißjura-Kalke an Bruchsystemen zur Sackung der darüberliegenden Kreidesedimente, die so geschützt und erhalten bleiben. Im N wird dagegen die sandige Kreide fast vollständig entfernt und der freigelegte Weißjura-Kalk verkarstet bei abgesunkenem Grundwasserspiegel. In die Karstspalten und -schlotten werden die bei der Auflösung des Kalksteins zurückbleibenden, roten Rückstandslehme eingespült, stellenweise zusammen mit Resten der damaligen Tierwelt (s. Tab. 3-2, Abb. 3-17).

Phase 4: Nach dieser mehr als 40 Millionen Jahre andauernden Verkarstungsphase und einer Zeit der Talbildung zu Beginn des Miozäns stoßen noch im Untermiozän die Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) über unser Gebiet nach N vor. In kalkreichen Tümpeln entstehen Süßwasserkalke, von N werden Sedimente aus dem Grundgebirgsbereich, von SE aus den sich heraushebenden Alpen geschüttet. Unterbrochen von Phasen neuerlicher Talbildung überdeckt schließlich die Obere Süßwassermolasse mit nach N abnehmender Mächtigkeit das Gebiet zu großen Teilen (s. auch Abb. 2-6).

Phase 5: Hebungsvorgänge seit Ende des Miozäns führen im Pliozän (Beginn vor ca. 5 Millionen Jahren) zur Umstellung der Flußsysteme. Urmain (von N) und Urdonau (von SW) bilden sich heraus und fließen gemeinsam nach E ab. Die ältesten Hinterlassenschaften dieser Flüsse, die sog. Hochflächenschotter, sind noch nicht an die Talmäander der Urdonau im heutigen Altmühltal gebunden.

Phase 6: Im folgenden Quartär (Eiszeitalter; seit ca. 2,6 Millionen Jahren) schneidet sich die Urdonau tief in die Malmkalke ein und hinterläßt mehrere Schotterterrassenreste (Talschotter 10–50 m über Tal) an den Talhängen des heutigen Altmühltals. Wann die Donau im Altmühltal ihre tiefste Lage etwa 20 m unter der heutigen Talsohle erreicht, ist derzeit noch unklar. Im Zuge der Eintiefung der Urdonau sinkt auch der Grundwasserspiegel in den verkarsteten Weißjura-Kalken. Erneut werden Lehme und Sande in Karstschlotten eingespült, die nun auch eiszeitliche Knochenreste enthalten können (z.B. bei Schernfeld).

Phase 7: Heute ist die Donau, nach einem vorübergehenden Abfluß durch das Schuttertal, in das Neuburger Donautal gewechselt. Damit hat die Donau zwischen Rennertshofen und Kehlheim ihren Lauf um 50 km verkürzt. Diese Flußverlegung ist eine der größten in Süddeutschland (s. Abb. 2-7). Ab Dollnstein benutzt nun nur noch die Altmühl das viel zu breite Urdonautal.

Später überflutete dann das Oberkreide-Meer die Einebnungsfläche in einem raschen Vorstoß von S her. Es hinterließ eine marine Schichtenfolge mit teilweise fossilführenden Sandsteinen und auch feinerkörnigen, kieseligen Sedimenten. Erhalten geblieben sind diese Ablagerungen vor allem im W der Region, zwischen Altmühl- und Donautal. Im südlichen Teil tritt die sog. Neuburger Kieselkreide in Form der mehlig-feinkörnigen Neuburger Kieselerde („Kieselweiß“) auf. Auf der Hochfläche um Wellheim nehmen dagegen vor allem gröbere Sande, wohl aus küstennahen Meeresbereichen, größere Flächen ein. Ihre Verbreitung ist auf der Jurahochfläche an der ganz andersartigen, saure Böden liebenden Flora (Heidekraut, Föhre) zu erkennen.

Als Relikte der späteren Abtragung kreidezeitlicher Gesteine werden die auffälligen „Quarzsandstein“-Blöcke bis Kubikmeter-Größe gedeutet („Kallmünzer“). Sie bestehen aus unter festländischen Bedingungen verkieselten Schutzfelschichten oder teilweise aus muschel-führenden, marinen Kreideablagerungen (Wellheimer Inoceramen-„Quarzit“).

Nach der vergleichsweise kurzen Meeresüber-

flutung der frühen Oberkreidezeit setzte wohl schon vor etwa 90 Millionen Jahren die Abtragung unter dem warmen, oft wechselfeuchten Klima der jüngeren Kreidezeit und besonders des anschließenden Alttertiärs (ca. 65–25 Mio. Jahre vor heute) verstärkt wieder ein. Dabei wurden die Kreideschichten erneut verbreitet abgetragen. Durch Lösung (Verkarstung) der Weißjura-Kalksteine vor allem entlang von Bruchsystemen kam es zur Sackung darüberliegender Kreidesedimente. Auf diese Weise blieben Teile der Neuburger Kieselkreide in großen, Dolinen-artigen Hohlformen bis heute erhalten. Weiter im N und E wurde dagegen die sandige Kreide fast vollständig entfernt und der freigelegte Weißjura-Kalk verkarstete bei abgesunkenem Grundwasserspiegel weiter. In die Karstspalten und -schlotten wurden die bei der Auflösung des Kalkes zurückbleibenden, roten Verwitterungslehme eingespült. Häufiger finden sich darin Anreicherungen schalig aufgebauter Bohnerzkügelchen, die im Zuge der Verwitterungsvorgänge entstanden. Gelegentlich, z.B. bei Wintershof, sind in die Spaltenlehme auch Knochen und Zähne tertiärzeitlicher Landtiere eingelagert. Reste z.B. von Nashorn, Tapir, Krokodil und Schildkröte weisen auf warmes, sub-

2 Erdgeschichte

tropisches Klima während des Alttertiärs hin. Aus der Gesamtf fauna ist auf einen Wechsel offener Bereiche mit lichten Wäldern und Wasserstellen zu schließen. Mit Hilfe der Säugerzähne kann auch das Alter der Spaltenfüllungen bestimmt werden (s. Tab. 3-2).

Für die im Gebiet südlich der Donau durch Bohrungen bereichsweise über der Malmkalk-Oberfläche erschlossenen, oft quarzsandigen bis -kiesigen, z.T. mit bunten Tone durchsetzten oder dolomitisch verfestigten Ablagerungen kann eine Entstehung durch kreidezeitliche oder auch alttertiäre Verwitterungs- und Umlagerungsvorgänge zwar angenommen, aber nicht im Einzelfall belegt werden. Die Mächtigkeit entsprechender Bildungen schwankt zufolge ihrer Bindung an Hohlformen der Malmoberfläche vom Meterbereich bis zu wenigen Zehnermetern.

Die Zeit der tertiären Molasseablagerung

Im höheren Alttertiär, etwa mit Beginn des Unteroligozäns (vor ca. 34 Mio. Jahren) entwickelte sich das Molassebecken als Vorlandsenke des entstehenden Alpengebirges. Unter der Auflast der vorrückenden alpinen Deckenstapel wurde die Erdkruste, also zuoberst die bestehende Malmtafel, allmählich nach unten gebogen und dabei auch tektonisch zerbrochen, z.T. entlang älterer, wiederbelebter Störungen. Die entstehende Senke wurde kontinuierlich mit dem Abtragungsschutt des aufsteigenden Gebirges, der sog. Molasse, aufgefüllt. Von S her erreichte die Sedimentation schon im Unteroligozän unser Gebiet und griff zu Ende des Untermiozäns (vor ca. 17 Mio. Jahren) immer weiter auf die Albtafel über (s. Abb. 2-6). Wohl schon im frühen Obermiozän (vor spätestens ca. 10 Mio. Jahren) setzten sich aufgrund von Ausgleichsbewegungen im Molassebecken Hebungstendenzen durch, und die Molassesedimentation kam zum Erliegen.

Am Anfang jedoch, noch im Unteroligozän, geriet das Gebiet von S bis etwa in den Bereich Schrobenhausen–Langenbruck unter Meeresbedeckung. Sandige bis mergelige Sedimente der Älteren Unteren Meeresmolasse gelangten zum

Absatz, deren Mächtigkeit ganz im S der Region bereits auf über 150 m ansteigen kann. Möglicherweise müssen höhere, nördlich gelegene, z.T. kiesig-sandig ausgebildete Abschnitte bereits dem brackischen Faziesraum (Ältere Untere Brackwassermolasse) zugerechnet werden.

Ab dem Oberoligozän (vor ca. 28 Mio. Jahren) drängten die Ablagerungen mächtiger Flußsysteme aus W die Meeresküste nach E zurück. Bis ins tiefere Untermiozän (vor ca. 24 Mio. Jahren) lag unser Gebiet im Übergangsbereich zwischen den festländischen Bildungen der Unteren Süßwassermolasse und den marinen der Jüngerer Unteren Meeresmolasse (s. Abb. 2-5). In dem wohl viele Kilometer breiten, flachen Küstenstreifen wurden meist in brackischem, wechselweise aber auch in ausgesüßtem oder salzwasserbeherrschtem Milieu die Sedimente der Unteren Brackwassermolasse abgesetzt. Dabei handelt es sich um Wechsellagerungen oft fossilreicher, kalkiger, teilweise humoser, tonig-mergeliger bis sandiger Gesteine. In den nördlichen, heute Donau-nahen Randbereichen auftretende, gröbere Sande mit Feinkiesbeteiligung müssen auf Einschüttungen von N, möglicherweise von Main- und Naab-Vorläufern zurückgeführt werden. Nach W nehmen gleichzeitig braune bis bunte Tone und Mergel, seltener auch Sande und Sandsteine der Unteren Süßwassermolasse immer größeren Raum in der Abfolge ein. Nur an der Wende vom Oligozän zum Miozän (vor ca. 24 Mio. Jahren) griff ein Meeresvorstoß weit nach W vor und verbreitete Brackwasserablagerungen bis weit westlich der behandelten Region (Obere Cyrenenschichten der Jüngerer Unteren Brackwassermolasse). Der gesamte Sedimentstapel aus sich verzahnender Unterer Süßwassermolasse, Unterer Brackwassermolasse und Jüngerer Unterer Meeresmolasse erreicht im südlichsten Teil der Region Mächtigkeiten von mehr als 300 m, keilt aber bereits südlich der Donau unter diskordant übergreifenden, jüngeren Molasseablagerungen nach N aus.

Das mittlere Untermiozän (ca. 24 bis 22 Mio. Jahre) ist nicht durch Sedimente vertreten. Offenbar war das süddeutsche Molassebecken vorübergehend weithin der Abtragung ausgesetzt, ehe es im höheren Untermiozän, noch vor dem

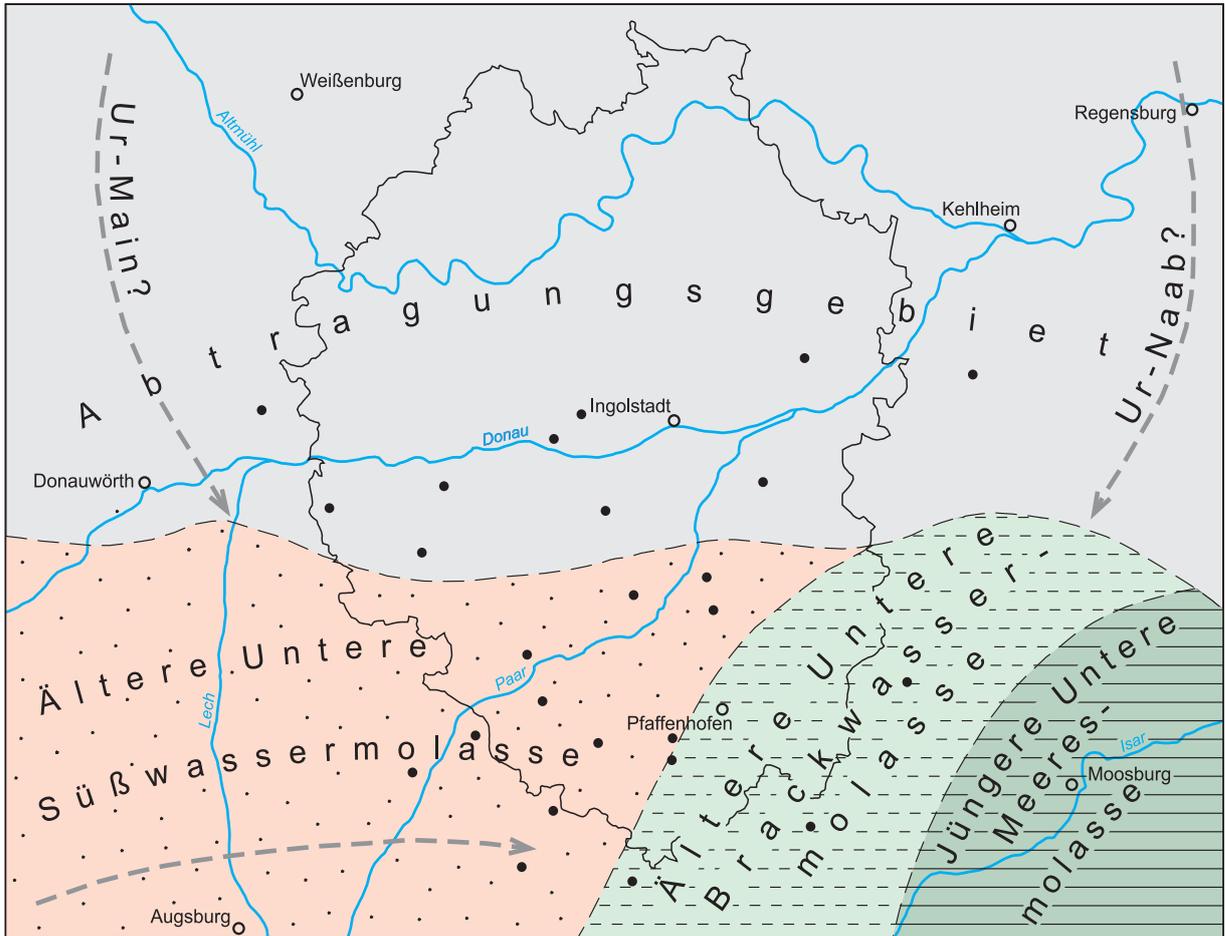


Abb. 2-5. Paläogeographische Übersicht des Oberen Oligozäns für die Planungsregion 10 Ingolstadt und Umgebung. – Ein von W kommendes Flußsystem ergoß sich über einen kilometerbreiten, brackischen Küstenstreifen in das Molassemeer im E. Die Küstenlinie war im Laufe der Zeit deutlichen Verschiebungen unterworfen. Meeres- und Brackwasserablagerungen schoben sich an der Wende zum Miozän sogar über den dargestellten Bereich hinaus weit nach W vor. Als Punkte sind die Bohrungen im Umkreis der Planungsregion 10 Ingolstadt eingetragen, die den Teufenbereich der Älteren Unteren Süßwassermolasse, Älteren Unteren Brackwassermolasse und Jüngeren Unteren Meeresmolasse noch erschließen.

Beginn des Ottgangs, wieder zunehmend vom Meer überflutet und die Obere Meeresmolasse abgelagert wurde. Auf nur lokal mit wenigen Metern nachgewiesene, gröbere, glaukonitreiche Transgressionssande folgen graue Sandmergel der Neuhofener Schichten mit unregelmäßigen Tonmergel- und Sandeinschaltungen. Verbreitet nur wenige Zehnermeter mächtig, können sie im südlichsten Teil der Region jedoch bereits auf mehr als 100 m anwachsen. Stärkere Wasserbewegung in einem gezeitenbeeinflussten Meer (SALVERMOSER 1999) zeigen die basisnah auch geröllführenden Ablagerungen des mittleren Ottgangs. Unter der Bezeichnung Glaukonitsande und Blättermergel sind die unregelmäßigen

Wechselfolgen aus oft glaukonitreichen, grügefärbten Sanden und grauen, teilweise flasrig geschichteten Ton- bis Sandmergeln zusammengefaßt, die auch in ihren südlichsten Vorkommen in der Region kaum 50 m Mächtigkeit erreichen. Die ehemalige Küstenlinie dieses jüngsten Molassemeeres ist im Riesvorland westlich der Regionsgrenze sporadisch noch zu erkennen. Weiter nach E in die Region hinein sind entsprechende Spuren eines Kliffs zwar von jüngeren Sedimenten überdeckt, kann die ehemalige Küstenlinie aber ebenfalls im Bereich der steileren Malmaufragungen am Donautalrand vermutet werden (s. Abb. 2-6).

2 Erdgeschichte

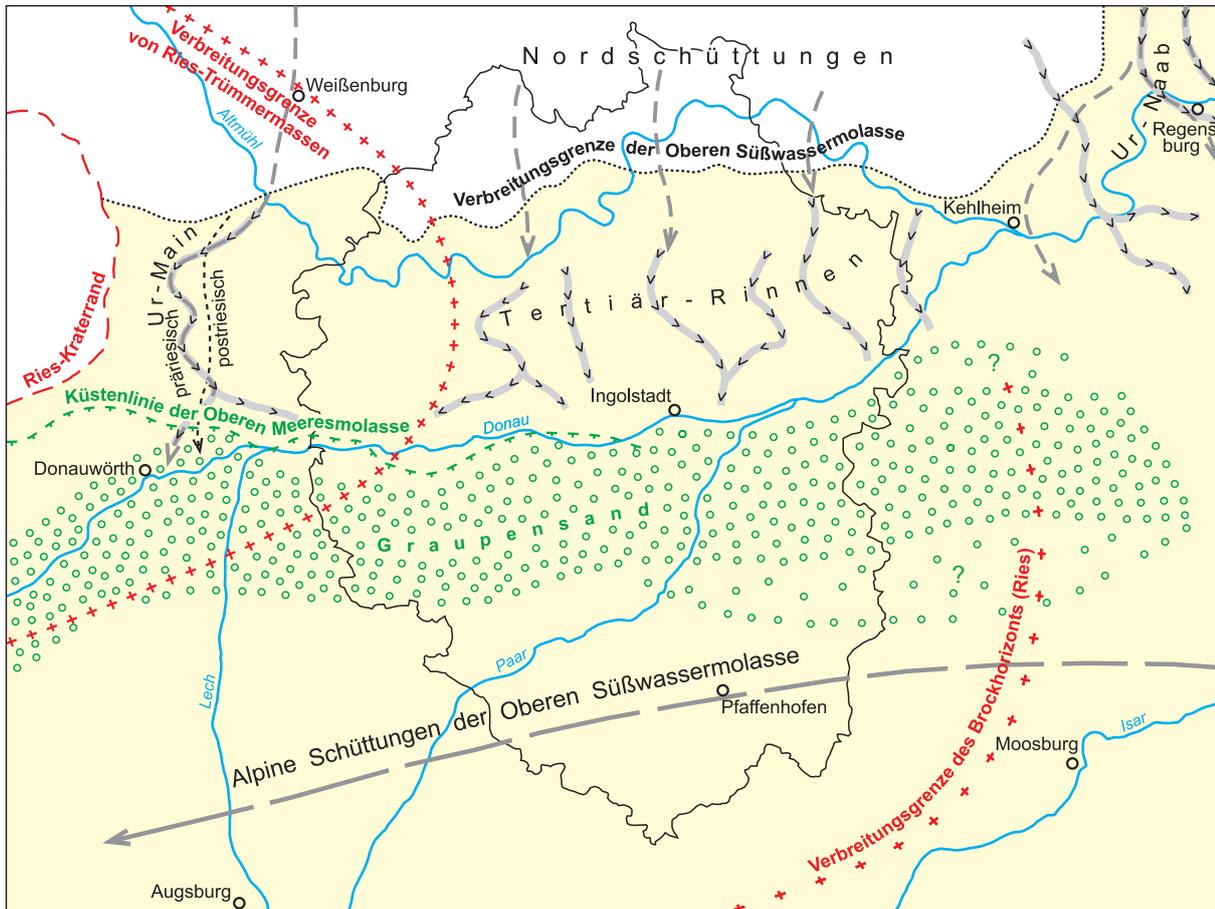


Abb. 2-6. Paläogeographische Elemente des Miozäns in der Planungsregion 10 Ingolstadt und Umgebung. Dargestellt sind:

- der Kraterrand des Meteoriten-Einschlags im Ries im mittleren Baden sowie die vermutliche Ausdehnung einer geschlossenen Decke aus Trümmern bzw. die Nachweisgrenze einzelner Ries-Trümmer (Brockhorizont)
- die Verbreitung fluviatiler bis lakustrischer Ablagerungen des Karpat und Baden (ältere Obere Süßwassermolasse) mit Schüttungsrichtungen
- in die Malmkarbonatgesteine eingetiefte, jungtertiäre Rinnen des Albsüdrandes
- die Verbreitung der Graupensandfazies der Grimmelfinger Schichten des oberen Otnangs (Süßbrackwassermolasse; Abgrenzung im E unsicher)
- die ungefähre Küstenlinie (im W Kliff) des Molassemeeres im unteren bis mittleren Otnang (Obere Meeresmolasse)

Nach dem Zurückweichen des Meeres bildete sich zu Beginn des oberen Otnangs (vor ca. 17,5 Mio. Jahren) im heutigen Donauebiet die sog. Graupensandrinne als Ästuar, möglicherweise aber auch als submarine Rinne, aus. In ihr wurden die Grimmelfinger Schichten mit den namensgebenden Graupensanden und darüber schluffig-feinsandige Graupensand-Deckschichten abgesetzt. Die größten nachgewiesenen Mächtigkeiten der Grimmelfinger Schichten liegen wenig über 30 m. Die Sedimentfracht stammt in dem hier betrachteten Bereich wohl von einer Ur-Naab, zu der erst westlich außer-

halb der Regionsgrenze der Ur-Main stieß. Verschiedene, auf die Basis der Graupensandrinne eingestellte, tief in die Malmkarbonate eingeschnittene Talwege konnten nördlich der Donau vor allem durch geophysikalische Messungen nachgewiesen werden (s. Abb. 2-6; BADER et al. 2000). Im Anschluß an die Graupensand-Deckschichten gelangten, vielleicht als Folge eines kurzfristigen Meereseinbruchs von W in die Graupensandrinne, meist deutlich weniger als 20 m mächtige Kirchberger Schichten zum Absatz. Diese humosen Tone, fossilreichen Mergel und Kalksteine wurden bei geringer Wasserbewegung

abgesetzt. Sie leiten nach oben allmählich zu den folgenden Süßwasserablagerungen über. Grimmfinger und Kirchberger Schichten werden zur sog. Süßbrackwassermolasse zusammengefaßt.

Südlich der Graupensandrinne ging die Aussüßung des Meeresbeckens während des oberen Otnangs offenbar kontinuierlich vonstatten. Aus den Glaukonitsanden und Blättermergeln entwickelt sich ohne deutlichen Einschnitt die Sandige Abteilung der Sand-Kalkmergelserie, deren Feinsande teilweise noch Glaukonit, gleichzeitig aber eine typische Brackwasserfauna führen. Die abschließende Kalkmergelige Abteilung ähnelt den Kirchberger Schichten der Graupensandrinne. Die nach oben und unten nur schwer eindeutig abzugrenzende Sand-Kalkmergelserie erreicht Maximalmächtigkeiten um 50 m, wobei oft über 2/3 der Serie der Sandigen Abteilung zugeschlagen werden können. Jeneits des Landshut-Neuöttinger Hochs, innerhalb der Regionsgrenzen derzeit nicht eindeutig nachweisbar, wurden gleichzeitig im Zuge der allmählichen Aussüßung des Meeresbeckens die Oncophoraschichten mit einer Feinsand-Mergel-Abfolge abgelagert. Sand-Kalkmergel-Serie und Oncophoraschichten werden als Obere Brackwassermolasse bezeichnet.

Im Karpat (vor ca. 17 Mio. Jahren) setzten sich im süddeutschen Molassebecken mit der Sedimentation der Obere Süßwassermolasse endgültig wieder limnisch-fluviatile Ablagerungsbedingungen durch. Großräumige tektonische Bewegungen hatten zu einer Schwellenbildung im oberösterreichischen Raum und zu einer Gefällemkehr im süddeutschen Molassebecken in Westrichtung geführt. Ein großes, im alpinen Salzach-Enns-Gebiet wurzelndes, beckenachiales Stromsystem bildete sich aus. In anfangs offenbar nur träge durchströmten, teilweise vermoorten Flußniederungen und Seebecken kamen vorwiegend feinkörnige Sedimente mit humosen Tonen, z.T. auch Braunkohle-Einschaltungen zum Absatz. Sie werden im W als Limnische Untere Serie, im E als Limnische Süßwasserschichten bezeichnet und können vor allem im donau-näheren Molassegebiet der Region bis um 60 m, vereinzelt sogar 80 m Mächtigkeit erreichen.

Der Ablagerungsbereich dehnte sich nun erstmals im Tertiär vergleichsweise rasch über den heutigen Donaauraum hinaus nach N auf die Albtafel aus. Die tief eingeschnittenen Erosionsrinnen wurden offenbar von S her weitgehend mit feinkörnigen, tonig-mergeligen bis schluffig-feinsandigen Ablagerungen verfüllt. Von N wurde wohl vor allem sandig-kiesiges Material zeitweise unterschiedlich weit nach S geschüttet (s. Abb. 2-6). Kalkreiches Karstwasser förderte noch vor der Anlieferung klastischen Materials in lokalen Seebecken die Ausfällung meist nur wenige Meter mächtiger Süßwasserkalke. In dem nicht von Sedimenten eingedeckten Teil der Alb setzten sich wie bisher Verwitterung und Verkarstung fort. Von der reichen Vegetation der Tertiärzeit zeugen die im Bereich der Alb, aber auch im Tertiärhügelland zahlreich gefundenen verkieselten Holzreste. Die Verwandten der fossilisierten Bäume wachsen heute besonders in Südostasien.

Zunehmendes Gefälle nach W führte vom Ende des Karpats (ca. 16,5 Mio. Jahre) über das Baden bis ins Sarmat (vor ca. 12 Mio. Jahren) zur Ausbildung eines immer transportkräftigeren Stromsystems im Molassebecken. Eine Gefälleabnahme und die Abrollung in Abflußrichtung geben sich durch eine kontinuierliche Korngrößenabnahme nach W zu erkennen. So werden Sande der Fluviatilen Süßwasserschichten und Schotter der Nördlichen Vollschotter-Abfolge in den westlicher gelegenen Gebieten durch Sande der Fluviatilen Untere Serie und die Geröllsandserie zeitlich teilweise vertreten (s. Tab. 3-3). Allen Einheiten gemeinsam ist eine zyklische Entwicklung von grobkörnigen Sedimenten der Flußrinnen zu feinerkörnigen Bildungen der Überflutungsebenen. Seltener stammen feinkörnige Einschaltungen auch aus Seen, Altwassern oder den Flußrinnen selbst. Die Nördliche Vollschotter-Abfolge wird z.B. verbreitet durch Feinsedimente abgeschlossen, die derzeit mit dem informellen Namen „Feinkörnige Kalkige Deckschichten“ belegt sind.

Durch tektonische Bewegungen und Schwankungen in der Sedimentzufuhr kam es im Molassebecken auch zu vorübergehenden Erosionsphasen, die sich in größeren Schichtlücken

2 Erdgeschichte

niederschlugen. Eine solche Phase griff unmittelbar vor dem nachfolgend beschriebenen Riesereignis mit starker Taleintiefung auch ins heutige Albgebiet zurück.

Im mittleren Baden (vor ca. 15 Mio. Jahren) erfolgte im Albgebiet der Einschlag eines Steinmeteoriten mit mehreren hundert Metern Durchmesser. Er hinterließ den Krater des heutigen Nördlinger Rieses. Die ausgeschleuderten Gesteinsmassen reichen als metermächtige Decken aus Trümmern (,,Bunte Breccie“ und abgescherte Schollen) von W her noch in die Region. Einzelne Malmkalk-Bruchstücke bis Metergröße können lokal noch östlich der Regionsgrenze gefunden werden (s. Abb. 2-6). Dieser sogenannte Brockhorizont bietet eine der wenigen verlässlichen Zeitmarken innerhalb der Oberen Süßwassermolasse. Die in ihren Hauptvorkommen meist etwas jüngeren Bentonite stellen verwitterte Überreste eingewehter vulkanischer Glasaschen dar.

Im Sarmat (vor ca. 13 Mio. Jahren) verstärkte sich vorübergehend der bereichsweise schon früher zu vermerkende Einfluß von Schüttungen der Urnaab aus dem ostbayerischen Grundgebirge. In den Schottern und Sanden der sogenannten Mischserie vereinigten sich Sedimente aus dem alpinen mit solchen aus dem nordostbayerischen Raum. Die reinen Nordschüttungen der Moldanubischen Serie sind im Arbeitsgebiet nicht mehr nachzuweisen. Von SE her verzahnen sich mit der Mischserie Schotter, Sande und meist kalkarme Feinsedimente der Hangendserie, die aus rein alpinem Abtragungsschutt bestehen. Zur Hangendserie rechnen die letzten in diesem Teil des Molassebeckens überlieferten Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse. In der generellen Korngrößenabnahme gegenüber den liegenden Einheiten deutet sich bereits eine erneute Gefälleänderung im Molassebecken an.

Ablagerungen mit möglicherweise weit über 100 m Mächtigkeit, die noch im Obermiozän auch an der Nordflanke des Molassebeckens zum Absatz gelangten, wurden im anschließenden Pliozän bis ins Quartär hinein wieder abgetragen (mindestens seit ca. 5 Mio. Jahren). Die Bewegungen im Untergrund des Molassebek-

ens führten während des Pliozäns allmählich zu einer Gefälleumkehr in Richtung E. Die Ur-Donau entwickelte sich am nördlichen Rand der Molasseablagerungen als neuer Vorfluter der Flüsse des Alpenvorlands, der Alb und der Böhmisches Masse. In diesen Donaulauf mündete z.B. auch noch der Ur-Main.

Vom jüngsten Tertiär bis ins Eiszeitalter

Die generelle Klimaänderung im Tertiär von ehemals subtropischen zu gemäßigten Verhältnissen setzte sich im Pliozän zwischen etwa 5,3 und 2,6 Millionen Jahren vor heute fort. Als einzige Ablagerungen in der Region werden dieser Phase mehr als 100 m über dem Talboden der Altmühl gelegene, meist nur noch geringmächtig erhaltene Schotter aus verwitterungs- und transportbeständigen Geröllen zugeordnet. Diese sog. Hochflächen- und Hochschotter lassen im Gegensatz zu den jüngeren Talschottern noch keine strenge Bindung an spätere, in die Fränkische Alb eingeschchnittene Talwege erkennen.

Im Quartär (Beginn nach derzeitigem Gebrauch am Bayerischen Geologischen Landesamt vor ca. 2,6 Mio. Jahren, s. Tab. 2-1), dem sogenannten Eiszeitalter, setzte ein mehrfacher Wechsel zwischen warm-gemäßigten, dem heutigen Klima vergleichbaren Interglazialen und kühl bis kalt geprägten Phasen ein. In den kalten Phasen stießen die Alpengletscher teilweise bis weit ins Alpenvorland vor.

Die Interglaziale des Pleistozäns waren in der Region Ingolstadt geologisch gesehen eher ruhige Waldzeiten, in denen neben Verwitterung und Bodenbildung zumeist nur Moorbau sowie Sedimentumlagerungen in den Flußtätern stattfanden.

Dagegen brachten die Eiszeiten neben einer völligen Veränderung von Klima und Vegetation eine Öffnung der Landschaftsräume für geologische Prozesse unterschiedlichster Art. Periodisch anschwellende Schmelzwässer transportierten Gletscherschutt durch Täler wie das Lechtal zur Donau. Sand und Schluff wurden durch starke Winde aus den unbewachsenen Landschaftsflä-

chen ausgeblasen und stellenweise dünenförmig als Flugsand oder deckenförmig als Löß wieder abgelagert. In den Sommermonaten gerieten oberflächlich aufgetaute, tauwasserübersättigte Dauerfrostböden als Fließerden in Bewegung.

Vermutlich weitgehend unabhängig von den klimatischen Veränderungen fanden in weiten Teilen Mitteleuropas Hebungsvorgänge statt. Viele Flüsse sahen sich gezwungen, in den Untergrund einzuschneiden. Deshalb liegen die Ablagerungen der großen Flüsse Lech und Donau wie auch der kleineren, autochthonen Abflüsse wie Paar oder Ilm heute im allgemeinen als Terrassen an Talhängen vor: mit abnehmendem Alter immer weniger hoch über den heutigen Talböden. Bei der Alterseinstufung dieser Flußterrassen bestehen noch große Unsicherheiten.

Auf der Fränkischen Alb lassen sich mit den Hochschottern (90–110 m über Tal) erstmals die weitgeschwungenen, flachen Hochtäler von Ur-Main und Ur-Donau erkennen. Der Ur-Main brachte aus dem Frankenwald die schwarzen, weiß geäderten Lyditgerölle mit. Sie sind z.B. am Galgenberg SE Dollnstein zu finden; dort treten auch die roten, weiß geäderten Radiolaritgerölle auf, die die Ur-Donau über ihre Nebenflüsse (vor allem Ur-Iller) aus dem Allgäu bezog. Beide Leitgerölle sind Kieselgesteine und haben den weiten Transport durch ihre Härte überstanden. Im Bereich um Dollnstein muß also damals der Zusammenfluß von Ur-Main und Ur-Donau gelegen haben.

In der Folgezeit schnitt sich die Ur-Donau weiter ein und hinterließ mehrere Schotterterrassen-Reste an den Gleithängen ihrer weiten Talmäander (Talschotter 10–50 m über Tal). Wann die größte Eintiefung der Donau (bis 20 m unter der heutigen Talsohle) in der Frankenalb erreicht wurde, ist noch unklar. Jedenfalls fanden nach dieser größten Eintiefung die Laufveränderungen der Donau statt (s. Abb. 2-7). Von ihrem ursprünglichen Abfluß durch das Wellheimer Trockental und das Altmühltal wechselte die Donau vorübergehend in das Schuttetal und schließlich zur heutigen Neuburger Talstrecke. Nach neuen Datierungen (FIEBIG & PREUSSER in Vorb.) sind diese Vorgänge vermutlich nicht, wie bisher an-

genommen, in die späte Rißzeit (vor ca. 140 000 Jahren), sondern in die frühe Würmzeit (vor ca. 80 000 Jahren) einzuordnen.

In Verbindung mit dem letzten großen (würmzeitlichen) Eisvorstoß ins Alpenvorland wurde zwischen Neuburg und Neustadt ein breiter Schwemmfächer ins Ingolstädter Becken geschüttet, die sog. Niederterrasse. Im verlassenen Ur-Donautal bis Dollnstein lagerte sich dagegen – wie auch auf den Hochflächen – Löß ab; von den Seitenhängen wurde Hangschutt bis ins Tal transportiert, den kein starker Fluß mehr wegschaffte. Dadurch kam es in den dazwischen liegenden Talabschnitten bei lokal hochliegendem Grundwasserspiegel immer wieder zu Versumpfung und Moorbildung. Ab Dollnstein benutzte nun die Altmühl das viel zu breite Ur-Donautal. Die Höhlen am Unterhang des Ur-Donautals boten den eiszeitlichen Menschen Schutz; berühmt sind z.B. die Weinberghöhlen bei Mauern.

Im Zuge der generellen Taleintiefung sanken die Grundwasserspiegel großflächig in den verkarsteten Weißjura-Kalken. Durch das auf der freigelegten Albhochfläche versickernde Regenwasser wurden Karstgerinne freigespült und neue angelegt. In sie wurden wieder Lehme und Sande eingeschwennt, die z.T. auch eiszeitliche Knochenreste enthalten (z.B. bei Schernfeld).

Die Wiedererwärmung nach der letzten Eiszeit leitete das Holozän (vor ca. 10 000 Jahren) ein. Im Vergleich zu den bereits früher erwähnten, geologisch eher ruhigen Warmzeiten mit intensiver Vegetationsbedeckung kann im Holozän eine zunehmende Beeinflussung durch den wirtschaftenden Menschen festgestellt werden: Rodungen im Zuge der Einführung des Ackerbaus schufen vegetationsfreie Flächen. Der dadurch intensivierte Abtrag spiegelt sich in den Auenablagerungen der Flüsse, aber auch z.B. in jungen Flugsanddünen (FIEBIG & PREUSSER 2001) oder in Hangablagerungen wider. Mit fortschreitender Technisierung nehmen die durch Abtragungen oder Ablagerungen künstlich veränderten Flächen immer weiter zu, sei es durch Rohstoffabbau oder Deponierungstätigkeit.

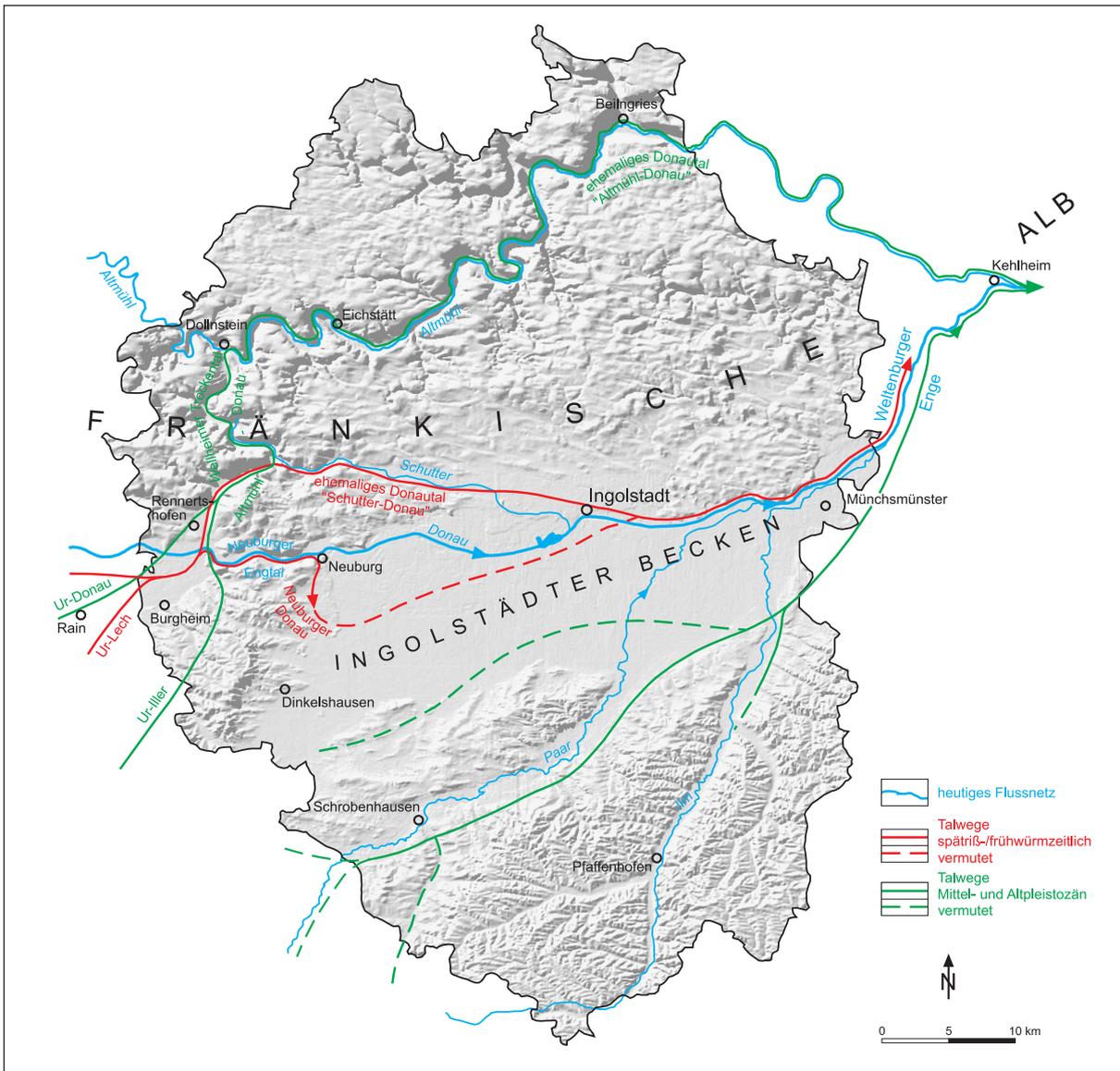


Abb. 2-7. Paläogeographische Übersicht der pleistozänen Flußsysteme in der Region 10 Ingolstadt. – Die Flußgeschichte der Donau und ihrer Nebenflüsse weist um Ingolstadt einige besondere Ereignisse auf. Ursprünglich floß die Donau nicht durch das Ingolstädter Becken nach Kelheim, sondern benutzte ab Rennertshofen das Wellheimer Trockental bis nach Dollnstein und weiter das heutige Altmühltal nach Kelheim. Bisher wurde angenommen, daß sich dieser ursprüngliche Donaulauf durch die Fränkische Alb in zwei Schritten während der mittleren und der späten Rißzeit zum heutigen Flußverlauf verlagerte. Neue Datierungen (vgl. Tab. 3-5) deuten nun darauf hin, daß sowohl die Sedimente der Schutter-Donau („Ingolstädter Hochterrasse“) als auch die Sedimente der Neuburger Donau („Neuburger Hochterrasse“) erst in der Würmzeit zwischen 90 000 und 60 000 Jahren vor heute abgelagert wurden.

Auch im Tal der Paar ergaben sich durch Datierungen (vg. Tab. 3-5, 3-7) neue Hinweise zur Flußgeschichte. Bisher wurde angenommen, daß die Zwischenterrassen der Paar und der Ilm älter als rißzeitlich wären, da sie bei Münchenmünster ca. 15 m oberhalb der Hochterrasse von Schutter-Donau und Neuburger-Donau münden. Neue Datierungen weisen nun darauf hin, daß diese bisher als altpleistozän eingestuftes Zwischenterrassenschotter erst während der mittelpleistozänen Rißzeit abgelagert worden sein dürften.

Schließlich zeigen Datierungen von Sedimenten aus der Rainer Hochterrasse (vgl. Tab. 3-5) am Lech, daß auch der Lech während des Frühwürms im Bereich der Hochterrasse akkumuliert hat.

Zusammen betrachtet ergeben die Datierungen ein neues Bild der Flußgeschichte von Lech, Donau und Paar. Sie belegen recht gut, daß die berühmte Laufveränderung der Donau vermutlich nicht, wie bisher angenommen, während der Rißzeit stattfand, sondern in die frühe Würmzeit zu stellen ist.

3 Schichtenfolge

Das Kapitel 3 Schichtenfolge beschreibt die in der Planungsregion 10 Ingolstadt oberflächlich anstehenden Einheiten, wie sie in der Geologischen Karte 1:100 000 dargestellt sind. Auf die Gesteinseinheiten des tieferen Untergrunds wurde bereits im Kapitel 2 eingegangen.

Soweit sie nicht bereits im Namen enthalten ist, erfolgt die genauestmögliche chronostratigraphische Einordnung der Gesteinseinheiten unmittelbar unter der als Überschrift gebrauchten Legendenbezeichnung mit dem Kartenkürzel. Nach Angaben zur Mächtigkeit und zur Ausbildung des jeweiligen Gesteins (Lithologie und Fazies) folgen ausgewählte Aufschlüsse und Bohrungen. Hinter deren Namen wird in eckigen Klammern die Identifikationsnummer in der Zentralen Datenbank (ZDB) des Bayerischen Geologischen Landesamts angegeben. Die ersten vier Stellen dieser Nummer bilden die Blattnummer der jeweiligen Topographischen Karte 1:25 000. Schichtenverzeichnisse eines Großteils dieser Aufschlüsse und Bohrungen werden in den Kapiteln 8 bzw. 9 wiedergegeben.

3.1 Jura

Tabelle 3-1 gibt eine Übersicht der gesamten Schichtenfolge des Jura in der Südlichen Frankenalb. Davon stehen in der Planungsregion 10 Ingolstadt nur Gesteine des Mittel- und Oberjura übertage an.

3.1.1 Dogger (Brauner Jura)

3.1.1.1 Dogger Alpha

Opalinuston, b α
Unteraalen

Nur um Beilngries und im Schwarzachtal NW Kinding kommt der Dogger in größerem Umfang an die Oberfläche. Zuunterst liegt der Opalinuston. An der unscharfen Grenze zum darüber

folgenden Eisensandstein treten zahlreiche Quellen aus.

Mächtigkeit: bis ca. 70 m.

Lithologie und Fazies:

Der Opalinuston bildet eine eintönige Folge dunkelgraublauer, pyritischer, leicht kalkiger Schiefertone mit Toneisensteingeoden. Verwittert ist er braun und plastisch.

3.1.1.2 Dogger Beta

Eisensandstein mit Disciteston, b β
Oberaalen

Wie der Opalinuston streicht auch der Eisenstandstein mit Disciteston im Kartengebiet nur um Beilngries und im Schwarzachtal NW Kinding zutage aus.

Mächtigkeit: ca. 40 m.

Lithologie und Fazies:

Der Eisensandstein setzt sich vorwiegend aus angewittert gelb- bis ockerbraunen, feinkörnigen Sandsteinen zusammen mit zwischengeschalte-ten, grauen bis braunen, schluffigen Tonsteinen. Frisch ist der Sandstein dagegen dunkelgrau, die Tonsteine sind schwarz. Rotviolette Eisenerzhorizonte in Kalksandsteinlagen sind nur selten entwickelt.

Bohrungen:

BK 7.2/1, N Enkering [6934BP0162]

Lage: Bl. Nr. 6934, R 44 53 157, H 54 29 531

3.1.1.3 Dogger Gamma bis Zeta

Kalksandstein, Eisenoolithkalk und Ornaten-ton, b γ - ζ
Unterbajoc–Obercallof

Der Dogger Gamma–Zeta bildet ein schmales feuchtes Band unter dem Malm-Anstieg entlang des Sulz- und Schwarzachtals.

3 Schichtenfolge

Tab. 3-1: Schichtenfolge des Jura in der Planungsregion 10 Ingolstadt

Alter	Chrono- und Biostratigraphie			Lithostratigraphie / Fazies		Max. Mächt.		
135	Kreide / Unterkreide / Berrias			Ablagerungen fehlen		0 m		
141	Oberjura	Obertithon		Malm	ζ 6	Neuburger Bankkalk	50 m	
		Mitteltithon						
		Untertithon	O.	Malm	ζ 5	Rennertshofener Schichten	Massenfazies, Riffrandfazies und Tafelbankige Fazies	100 m
			M.		ζ 4	Usseltalschichten		30 m
			U.		ζ 3	Mörsheimer Schichten, Reisbergschichten, Teufelskopfkalk, Hartheimer Bankkalk		50 m
					ζ 2	Solnhofener Schichten		50 m
		146			ζ 1	Röglinger Bankkalk, Geisentalsschichten	30 m	
					ε	Malm Epsilon, Schichtkalk	30 m	
					δ	Treuchtlinger Marmor	60 m	
					γ	Oberer Mergelkalk	28 m	
β	Werkkalk				17 m			
154			α	Unterer Mergelkalk	36 m			
160	Mitteljura	Obercallov		Dogger	ζ	Ornatenton	9 m	
		Mittelcallov						
		Untercallov						
164			ε3	Kalksandstein bis Eisenoolithkalk	5 m			
			ε2					
170			ε1b					
			ε1a					
175			δ					
			γ					
			β			Eisensandstein mit Disciteston	40 m	
184	Untejura	Lias	α			Opalinuston	75 m	
			ζ			Jurensismergel	2,5 m	
			ε			Posidonienschiefer	7,5 m	
			δ	Amaltheenton	2,5 m			
			γ	Numismalisschichten	0,7 m			
			β	Turneri- bis Raricostatenschichten				
			α 3	Arietensandstein	0,4 m			
			α 2	Rhät-Lias-Übergangsschichten	1,2 m			
α 1								
Trias / Keuper / Rhät								

Alter der Zeitgrenzen (Millionen Jahre vor heute) nach REMANE (2000); Max. Mächtigkeit = ungefähre maximale Mächtigkeit der Ablagerungen; die Mächtigkeitsangaben für die oberflächlich nicht aufgeschlossenen Schichten im Liegenden des Eisensandsteins entstammen der Bohrung Eichstätt 1 [7133BN0010].

Mächtigkeit: Kalksandstein ca. 3 m, Eisenoolithkalk ca. 2–3 m, Ornatenton ca. 8 m.

Lithologie und Fazies:

In der Kernbohrung BK 7.2/1 (Abb. 3-1) treten

über dem Kalksandstein des Dogger Gamma (mit Sowerbykonglomerat an der Basis) graue, selten rotbraune Kalksteinbänke und Mergel des Eisenoolithkalkes (Dogger Delta-Epsilon 2) mit den charakteristischen, feinen Eisenoolithen auf.

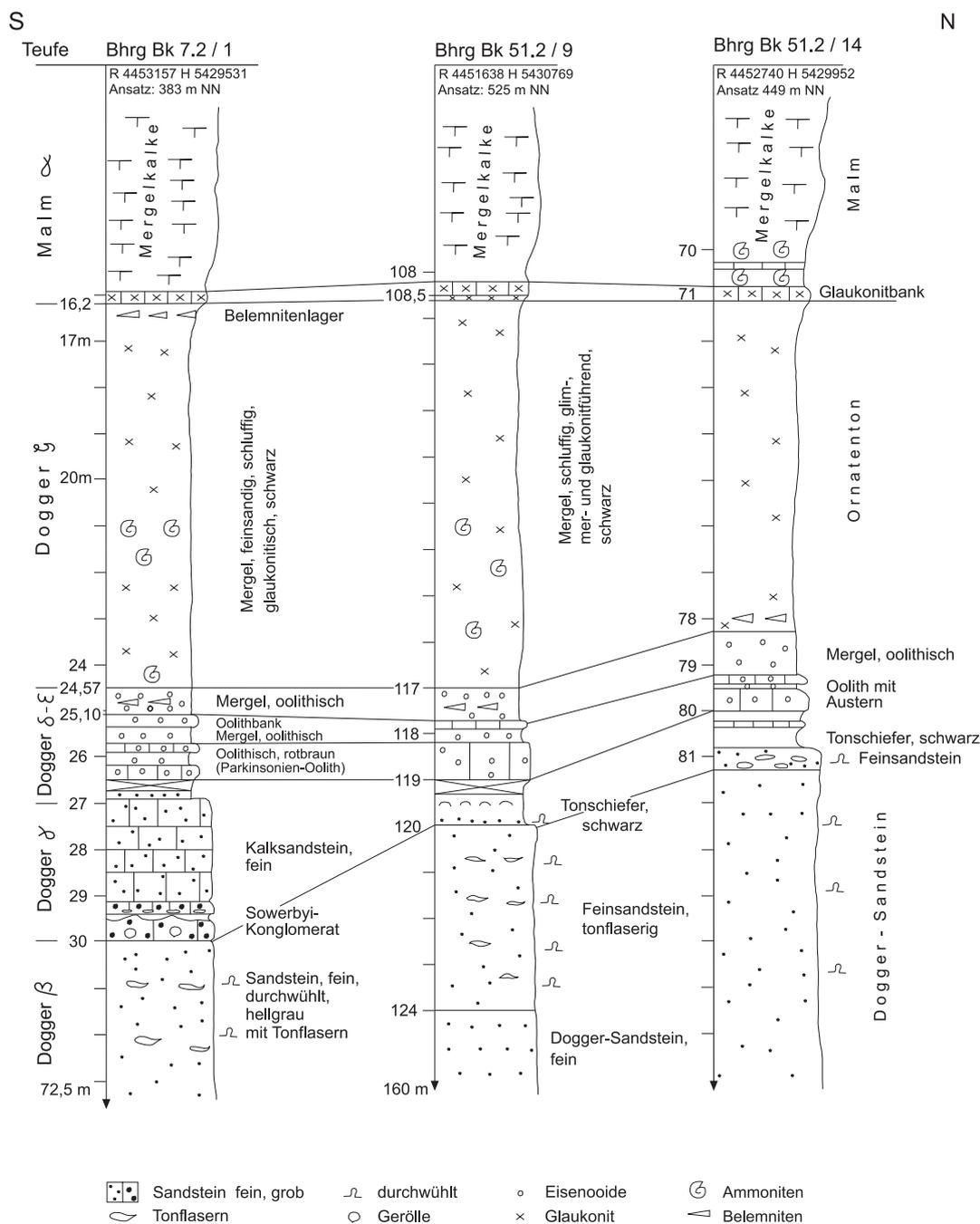


Abb. 3-1. Bohrprofile vom Dogger Beta bis in den Malm Alpha an der ICE-Bahn-Trasse W Kinding im Altmühltal (Bl. 6934 Beilngries). – Über dem feinen Sandstein des Dogger Beta folgen z.T. Kalksandsteine des Dogger Gamma, Eisenoolithkalksteine und Eisenoolithmergel des Dogger Delta bis Dogger Epsilon sowie schließlich mächtige, schwarze Glaukonitmergel des Dogger Zeta (Ornatenton). Mit der Glaukonitbank beginnen die hellen Mergelkalksteine des typischen Malm Alpha.

3 Schichtenfolge

Den Abschluß der Folge bildet der Ornatenton (Dogger Zeta) mit schwarzen, feinsandig-glaukonitischen Mergeln und zahlreichen Ammoniten und Belemniten.

Bohrungen:

BK 7.2/1, N Enkering [6934BP0162]

Lage: Bl. Nr. 6934, R 44 53 157, H 54 29 531

3.1.2 Malm (Oberer Jura oder Weißer Jura)

Gesamtmächtigkeit: um Eichstätt 250 m, bei Neuburg 500 m.

Dieses mächtige Kalkpaket (Abb. 3-2) wird durch verschiedene Ausbildung, durch Mergeleinlage-

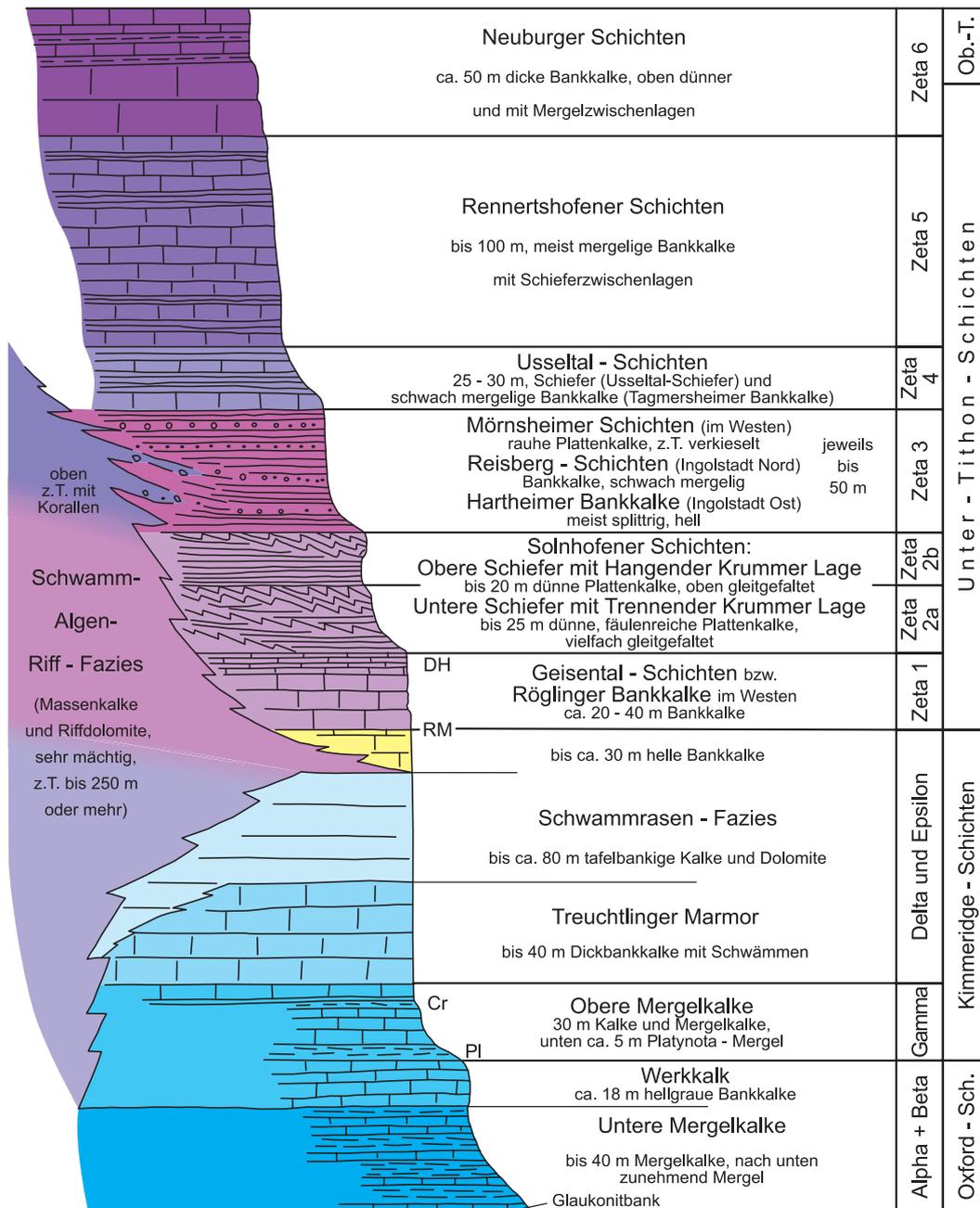


Abb. 3-2. Schichtfolge des Malm (Weißjura). – Schematische Profildarstellung für den Raum Eichstätt – Neuburg (Pl: Platynotamergel, Cr: Crussoliensismergel, RM: Rote Mergellage, DH: Dachhornstein).

rungen und Ammoniten-Inhalt in 6 Stufen (Malm Alpha-Zeta) gegliedert. Dabei wird der hier besonders interessierende und bis 300 m mächtige Malm Zeta nochmals in 6 Unterstufen geteilt. Eingeschaltete Massenkalk und Rifffolomite komplizieren die Faziesverhältnisse weiter.

3.1.2.1 Malm Alpha und Beta

Schichtkalk (Werkkalk über Unterem Mergelkalk), w α + β

Unter- bis Oberoxford

Mächtigkeit: Malm Alpha + Beta bis ca. 55 m.

Lithologie und Fazies:

Der Malm beginnt mit der charakteristischen, 40 cm mächtigen, grünschwarzen Glaukonitbank (mit Ammonitenseife). Darunter liegende, 30 cm mächtige, dunkle Mergel sind noch von dicken, glaukonitischen, wahrscheinlich von Seeigeln erzeugten Gängen durchzogen.

Über der Glaukonitbank lagern, ca. 15 m mächtig, dunkle Mergelkalkstein-Bänke mit dicken, durchwühlten Mergelschichten dazwischen. Auch die folgenden grauen Bankkalk, zunächst mit über 6 m mächtigen dicken, dann über 16 m mächtigen dünnen Mergelzwischenlagen, gehören noch zum Malm Alpha (Mächtigkeit bei Beilngries etwa 38 m). Erst darüber folgen die hellen, splitterigen, wohlgebankten Kalksteine des Malm Beta mit einer Mächtigkeit von 16 m bis 18 m, die sich über große Entfernungen Bank für Bank in gleicher Stärke verfolgen lassen.

Aufschlüsse:

Steinbruch E Beilngries, aufgelassen
[6934AG0003]

Lage: Bl. Nr. 6934, R 44 62 500, H 54 32 850
Steinbruch W Beilngries, aufgelassen
[6934AG0011]

Lage: Bl. Nr. 6934, R 44 60 650, H 54 33 670

Bohrungen:

52.2/13, Schellenberg E Enkering
[7034BP0041]

Lage: Bl. Nr. 7034, R 44 53 978, H 54 28 945
Eichstätt 1 [7133BN0010]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 40 500, H 54 16 000

3.1.2.2 Malm Gamma

Schichtkalk (Oberer Mergelkalk), w γ ,

Unterkimmeridge

Mächtigkeit: ca. 30 m.

Der Malm Gamma liegt vorwiegend in kalkig-mergeliger Schichtfazies vor und bildet im N bei Beilngries und N Titting das flache Dach der Albtafel. Nach S abtauchend verschwindet er rasch unter den Schichten des Malm Delta. Im Altmühltal tauchen die Malm-Gamma-Kalke bereits bei Kipfenberg unter die Talsohle.

Lithologie und Fazies:

Der fossilreiche Malm Gamma gliedert sich in die Platynotamergel (ca. 5 m mächtig), die vorwiegend kalkigen Ataxioceratenschichten (17–18 m mächtig) und die Crussoliensismergel (1,5–2 m mächtig) samt Uhlandikalken (ca. 4 m mächtig) (Abb. 3-3). In den Platynotamergeln und in den Crussoliensismergeln sind Ammoniten sehr häufig und als Ammonitenseifen angereichert.

Eine Kernbohrung (Treuma 1/1) im westlichen Raitenbucher Forst (im Nordteil des Blattes Nr. 7032 Bieswang) hat unter 12 m Treuchtlinger Marmor 32 m graue Bankkalk und Mergelkalke des Malm Gamma erbohrt, die sich deutlich von den hellen Werkkalken des Malm Beta darunter abheben. Die Abbildung 3-4 zeigt, daß die Bankkalk- und insbesondere Mergelfolgen mit Vorkommen bei Treuchtlingen im W und bei Beilngries im E (Arzberg) weitgehend Bank für Bank verglichen werden können. Die obersten Dickbänke der Uhlandikalke enthalten schon Kieselschwämme.

Steinbruch SW Dietfurt, aufgelassen
[6935AG0001]

Lage: Bl. Nr. 6935 R 44 66 400, H 54 31 560
Steinbruch Geiger bei Pfraundorf
[6934AG0009]

Lage: Bl. Nr. 6934, R 44 58 640, H 54 29 380

Bohrungen:

Treuma 1/1 [7032BN0005]

Lage: Bl. Nr. 7032, R 44 32 600, H 54 26 950

3 Schichtenfolge



Abb. 3-3. Großer Steinbruch der Fa. Geiger W Pfraundorf [6934AG0009]. – Die über 100 m hohe Bruchwand erschließt über den Werkkalken des Malm Beta ($w\beta$) die Bankkalken des Malm Gamma ($w\gamma$) mit den Platynotamergele ($w\gamma 1$) an der Basis und den Crussoliensismergele ($w\gamma 3$) im Dach. Darauf folgen im Malm Delta die Dickbänke des Treuchtlinger Marmors ($w\delta T$), die in der Bruchwand im Vordergrund rechts mächtiger als in der hohen Wand im Hintergrund anstehen. Über dem Treuchtlinger Marmor entwickeln sich mehr als 50 m bräunlich verwitterte Tafelbankige Dolomite des Malm Delta ($w\delta, D, b$), die nach links in ungegliederte Riffdolomite ($w\delta, D$) übergehen. Im höchsten Teil des Bruches schalten sich in Riffdolomite des Malm Epsilon ($w\epsilon, D$) feingeschichtete Plattendolomite ($w\epsilon, D_p$) mit Kieselplatten und Kieselknollen ein.

Sehensand, Br. 9 [7232BB0017]
Lage: Bl. Nr. 7232, R 44 37 050, H 53 97 230

Tafelbankiger Kalk, $w\gamma, b$
Massenkalk, $w\gamma, m$
Riffdolomit $w\gamma, D$
Unterkimmeridge

Mächtigkeit: bis 40 m.

Lithologie und Fazies:
Im Anlautertal W Erlingshofen setzten tafelbankige Schwammkalken schon direkt über den Crussoliensismergele ein. Im Schwarzachtal W Kinding greift der Riffdolomit bis in den Malm Gamma herab, ebenso bei Kipfenberg, in Bohrungen bei Pietenfeld (SE Eichstätt) und E Well-

heim (hier sogar Malm-Beta-Dolomit). Ein Schwammkalkfelsen (Massenkalk) des Malm Gamma ragt an der Autobahn-Abfahrt Kindinger Berg aus dem Steilhang. Dies alles sind Anfänge der sich herausbildenden Schwammriff-Züge (s. Abb. 2-3).

3.1.2.3 Malm Delta

Schichtkalk (Treuchtlinger Marmor), $w\delta T$
Mittelkimmeridge

Mächtigkeit: bis 60 m.

Die Dickbänke des Treuchtlinger Marmors (auch Treuchtlinger Jura-Marmor; unterer Weißjura Delta) bilden vor allem die Hochfläche S

3 Schichtenfolge

Titting und werden dort in zahlreichen Brüchen abgebaut (Abb. 3-5). Im Treuchtlinger Marmor treten in der Schichtfazies erstmals Kieselchwämme auf, die den damaligen Meeresboden locker besiedelten. Außerdem wuchsen freie, dunkle Cyanobakterienkrusten, die von den weissen Flämmchen nubecularoider Foraminiferen (sog. Tubiphyten) durchwuchert sind. Dunkle Bruchstücke von Krusten und Schwämmen werden als Tuberoide bezeichnet.

Lithologie und Fazies:

Der Treuchtlinger Marmor ist ein partikelreicher, schwammführender, tuberoidischer Bankkalk, der geschliffen im Innenausbau häufige Verwendung findet. Die Dickbänke lassen sich über große Entfernungen in gleicher Stärke verfolgen und zeigen teilweise einen charakteristischen Aufbau.

Den untersten Teil des Treuchtlinger Marmors bildet die 1,2 m mächtige Basisbank (Hauptschwammbank), über der die 30 cm mächtige Knollige Lage folgt. Die im Profil weiter oben auftretende Geblünte Bank (Bank 11) enthält hauptsächlich Tubiphyten. Die Untere und Obere Mergelplatte (Bank 19 und 25) liegen 16 bzw. 20 m über der Basis des Treuchtlinger Marmors und begrenzen den Malm Delta 2.



Abb. 3-5. Dickbänke des Treuchtlinger Marmors im Steinbruch Schöpfel E Petersbuch, mit Verkarstungserscheinungen an Klüften und Kleinabschiebungen. – UMP: Untere Mergelplatte, OMP: Obere Mergelplatte.

Über der Oberen Mergelplatte liegt noch eine bis zu 20 m mächtige Folge sehr dicker Treuchtlinger-Marmor-Bänke, die dann von dem undeutlich dicktafelbankigen Kalk- und Dolomitstein des höheren Malm Delta abgelöst wird.

Aufschlüsse:

Steinbruch J. Schöpfel, E Petersbuch
[7033AG0163]

Lage: Bl. Nr. 7033, R 44 41 440, H 54 27 000
Steinbruch Neumeyer, SE Petersbuch
[7033AG0164]

Lage: Bl. Nr. 7033, R 44 41 500, H 54 27 250

Bohrungen:

Treuma 1/1 im Raitenbucher Forst
[7032BN0005]

Lage: Bl. Nr. 7032, R 44 32 600, H 54 26 950
Treuma 1/6 [7032BN0010]

Lage: Bl. Nr. 7032, R 44 37 660, H 54 28 120

Tafelbankiger Kalk, wδ,,b

Tafelbankiger Dolomit, wδ,D,b

Mittelkimmeridge

Mächtigkeit: bis 80 m.

Bis mehrere Meter dicke Schwammrasenbänke bilden weithin den höheren Malm Delta unter den Plattenkalk-Wannen des Oberen Malm. Im Trockental SW Altdorf und im unteren Anlautertal setzten die tafelbankigen Schwammkalke aber schon im unteren Malm Delta unmittelbar über dem Malm Gamma ein.

Lithologie und Fazies:

Die Gesteine unterscheiden sich vom Treuchtlinger Marmor durch die unscharfe Dickbankung mit welligen, verschwimmenden Schichtflächen, graue Farbe und höheren Schwammgehalt

(am Ponor 500 m S Wachenzell 15–20 verkie-selte Tellerschwämme pro Meter vertikal; Abb. 3-6). Hier sind Mikrobenkrusten auf den Schwämmen, im Gegensatz zur Rifffazies, nur schwach entwickelt. Dünnschliffe zeigen Kalke mit Schwammstrukturen im Wechsel mit groben Partikelkalken (Bioonkomikrite, oben mit Ooiden).



Abb. 3-6. Tafelbankiger Kalk (dicke Schwammrasen-Bänke) des höchsten Malm Delta mit herauswitternden Kiesel-schwämmen am Ponor SW Wachenzell [7033AG0011].

Vielfach ist die tafelbankige Fazies in grobes Korn umkristallisiert (Zuckerkorn), sehr häufig dolomitisiert, und dadurch sind die organischen Strukturen zerstört. Die bleigrauen Dolomitsteinbänke bilden an den Talhängen charakteristische, flache, z.T. pilzförmig überstehende Felsen mit horizontaler Gliederung, gelegentlich von Lochreihen und weißen Kieselknollen unterstrichen. Im Dolomitsteinbruch NE Wachenzell werden sie abgebaut und z.T. geschliffen. Schemenhaft erkennt man im hellbräunlichen, mittelkristallinen Dolomitstein dunkle Schwamm-

strukturen, Partikel und feinkörnigere Schlieren in horizontaler Anordnung. Solche Dolomitsteine sind an den Hängen des unteren Anlauer- und Altmühltales und dazwischen in den Trokentälern der Albhochfläche angeschnitten. Am Torfelsen S Unteremmdorf (Blatt Kipfenberg) bilden sie sogar eine Naturbrücke.

Aufschlüsse:

Höhlen-Ponor-Felsen SW Wachenzell

[7033AG0011], Tafelbankiger Kalk

Lage: Bl. Nr. 7033, R 44 43 148, H 54 24 510

Dolomitsteinbruch der Kelheimer Naturstein-

werke [7033AG0007], Tafelbankiger Dolomit

Lage: Bl. Nr.7033, R 44 43 840, H 54 25 740

Felsen von Pfünz [7133AG0149], Tafelbankiger

Dolomit

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 46 200, H 54 17 000

Massenkalk, wd.,m

Mittelkimmeridge

Mächtigkeit: Massenkalk gemeinsam mit im An-schluß beschriebenen Riffdolomit bis 110 m.

Nur zwischen Solnhofen und Dollnstein bestim-men die grauweißen Felstürme des Malm-Delta-Riffkalkes das Landschaftsbild des Altmühltales. Die Riffe beginnen hier meist erst im oberen Malm Delta.

Lithologie und Fazies:

Erste Ansätze des Riffwachstums sind z. B. 250 m E Altendorf an der Straße erschlossen. Die gut gebankten Kalksteine bilden hier ganz flache Kuppelbauten, die sich bei Durchmessern um 50 m nur 0,5–1 m über ihre Umgebung erhoben. Schon etwas kräftiger ist das Riffwachstum am Eisenbahntunnel E Esslingen (2 m Höhe bei 20 m Durchmesser, Zurücktreten der deutlichen Bankung). Sehr schön erkennt man hier das Riffge-rüst aus tellerförmigen Kieselschwämmen mit den daraufsitzenen, dunklen, kräftigen Algenkrusten. Die Matrix besteht aus Mikrit. Größere Partikel wie Onkoide und Intraklaste fehlen; sie stellen sich erst am Rifftrand ein.

Die sich im oberen Malm Delta dann rasch aus-breitende Riffe schließen sich zu Riffkomplexen zusammen. An den Zwölf-Apostel-Felsen N

3 Schichtenfolge

Esslingen (Abb. 3-7) zeigen diese Riffkomplexe nur einen flachwelligen Bau mit Böschungswinkeln bis 20°. Sie werden etwa 40 m mächtig und oben wieder von der Biostromfazies des Malm-Delta/Epsilon-Grenzbereiches zugedeckt. Dieses kurze Aufblühen der Rifffazies ließ keine größeren Riffbauten entstehen. An der Auffahrt von Esslingen nach Schömfeld bietet sich das gleiche

Bild: Flache Riffkuppeln mit Böschungswinkeln von 5–15° E werden von tafelbankigem Schwammkalk (s. MEYER 1975) überlagert. In diesen obersten Riffkalken sind die Schwämme (25 pro Meter vertikal) im Gegensatz zu den tieferen Bereichen von stromatolithischen Algenkrusten bewachsen. Dies deutet auf eine Verflachung des Meeres hin.

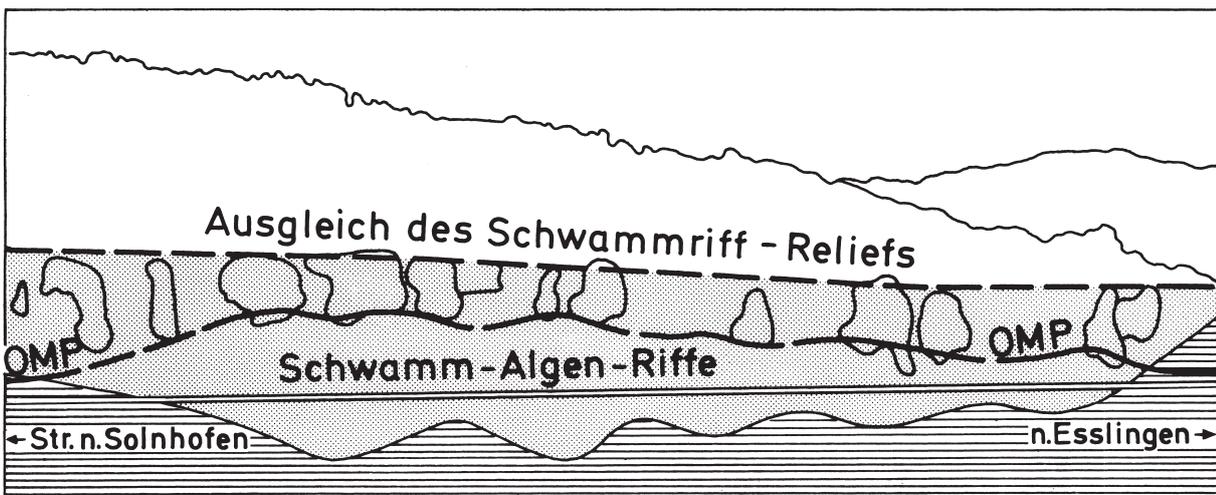


Abb. 3-7. Die Zwölf-Apostel-Felsen bei Solnhofen im Überblick, mit geologischer Interpretation (unten). – Sie zeigen einen flachwellig gebauten Schwamm-Algen-Riffkomplex (aus der Nähe am Verlauf der Hohlkehle der Oberen Mergelplatte, OPM, erkennbar), der im höheren Malm Delta wieder ausgeglichen wurde. Die Riffkalke sind durch spätere Verwitterung in einzelne Felstürme zerlegt.

Charakteristische Malm-Delta-Riffkalke bauen auch den Burgstein E Dollnstein auf (s. obere Abb. auf vorderer Umschlagseite). An seinem Fuß lassen sich Schwammzählungen durchführen: 23 verkieselte Schwämme pro Meter vertikal. Die dünnbankige Zone im obersten Malm Delta (425 m ü. NN) darüber ist außerordentlich ooidreich.

Ein Teil der Schwammriffkalke in Dolomitnähe, insbesondere die zuckerkörnige bis späte Ausbildung mit braunen Farbtönen, ist aus Dolomit durch Recalcitisierung entstanden. Dadurch erklärt sich auch, neben der unvollkommenen Dolomitisierung, die innige Verzahnung von Dolomit- und Kalkstein, wie sie z.B. an der Straße N Affenthal (Blatt Titting) zu sehen ist. Auch Klüfte im Dolomitstein werden hier von braunen Kalksäumen begrenzt.

Aufschlüsse:

Zwölf-Apostel-Felsen [7132OF0008]

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 28 090, H 54 17 730

Burgstein E Dollnstein [7132OF0020]

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 33 700, H 54 14 840

Felskanzel über Hagenacker [7132OF0028]

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 30 500, H 54 17 200

Riffdolomit (Älterer Riffdolomit), wδ,D
Mittelkimmeridge

Mächtigkeit: bis 110 m.

Lithologie und Fazies:

Schon im Altmühltal um Dollnstein sind die Malm-Delta-Riffe teilweise dolomitisiert. So besteht die Felswand über Hagenacker zur Hälfte aus hellem Kalkstein, im W aber aus schmutziggrauem Dolomitstein. Dolomit- und Kalkstein wechseln in diesem Teil des Altmühltales vielfältig miteinander ab.

Im Talabschnitt von Eichstätt stehen dann überwiegend tafelbankige Dolomite an, die weniger zur Felsbildung neigen. Erst zwischen Arnsberg und Kipfenberg verengt sich das Tal wieder und die hohen dunkelgrauen Dolomitwände sind sofort als Malm-Delta-Riffdolomite zu identifizieren. Die Felspartie S Schloß Kipfenberg zeigt

vom gegenüberliegenden Hangweg am St. Michaelsberg aus den Aufbau: Anhand undeutlicher Absonderungsflächen erkennt man die sich miteinander verzahnenden, z.T. sogar überschneidenden Riffkuppeln. Sie erreichen Durchmesser von über 200 m, Böschungswinkel bis zu 40° und Reliefunterschiede bis 35 m. Diese gegenüber den Apostelfelsen wesentlich gewaltigeren Riffbauten verdanken ihre Größe der schon im obersten Malm Gamma beginnenden Riffentwicklung.

Am St. Michaelsberg selbst finden sich im oberen Malm-Delta-Riffdolomit überall sehr schöne Schwammstrukturen. Ebenso ist dies W Kipfenberg an der Nordseite des Bergspornes, der den Limes trug (heute Skilift), der Fall (etwa 25 Schwämme pro Meter vertikal). Auch am Riffdolomitkomplex von Arnsberg lassen sich von NW her undeutliche Baustrukturen erkennen.

Bei Kinding verläßt dann die Altmühl wieder den Riffdolomitbereich. Zum letzten Mal begleiten die grauen Malm-Delta-Riffdolomitwände das Altmühltal zwischen Meihern und Riedenburg. Auch das Schambachtal S Riedenburg wird von ihnen bestimmt.

Abgebaut werden die Malm-Delta/Zeta-1-Riffdolomite im großen Steinbruch am Bahnhof Eichstätt.

Aufschlüsse:

Steinbruch am Bahnhof Eichstätt

[7133AG0006]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 39 400, H 54 14 850

3.1.2.4 Malm Epsilon

Die Faziesentwicklung im Oberen Malm

Nachdem die Schwammfazies (Schwammriffe und Schwammrasen) im obersten Malm Delta fast den gesamten Meeresboden erobert hatte, geht das Schwammwachstum nun mit Beginn des Oberen Malm (Malm Epsilon und Zeta) zurück. In Senken („Wannen“) zwischen den zurückweichenden Riffen werden ab dem Malm Epsilon z.T. wieder reine Bankkalke abgelagert. Auch im darüber folgenden Malm Zeta 1 herr-

3 Schichtenfolge

schen noch Bankkalke vor; dann setzt im Malm Zeta 2 die Plattenkalkfazies mit Plattenstärken von 1–10 cm ein (Abb. 3-8).

Die von Riffgürteln getrennten Wannen zeigen ganz unterschiedliche Ausbildung der Plattenkalke. Ihre Einstufung bereitet deshalb erhebliche Schwierigkeiten: Ein Bank-für-Bank-Vergleich wie im tieferen Malm ist aufgrund der wechselnden Feinschichtigkeit schon innerhalb einer Wanne kaum möglich; feinschichtige Schiefer (<1cm Stärke) können seitlich weniger aufspalten und in dickere Platten übergehen; rei-

ne, glatte Plattenkalke können am Wannenrand und in anderen Wannen zu rauhen, feinschuttreichen Bänken und Platten mit Kieselknollen wechseln.

Da Malm Epsilon und Zeta sehr rasch im flachen, warmen Meer abgelagert wurden, gibt es sehr wenige Ammoniten, die noch dazu in der kurzen Zeit (um 1 Mio. Jahre für Malm Zeta 1-3) keinen großen Formenwandel durchmachten: Der Malm Zeta 1–3 (bis 150 m mächtig) muß daher mit einem Leitammoniten (*Hybonotoceras hybonotum*) auskommen. Nur im Malm Epsilon

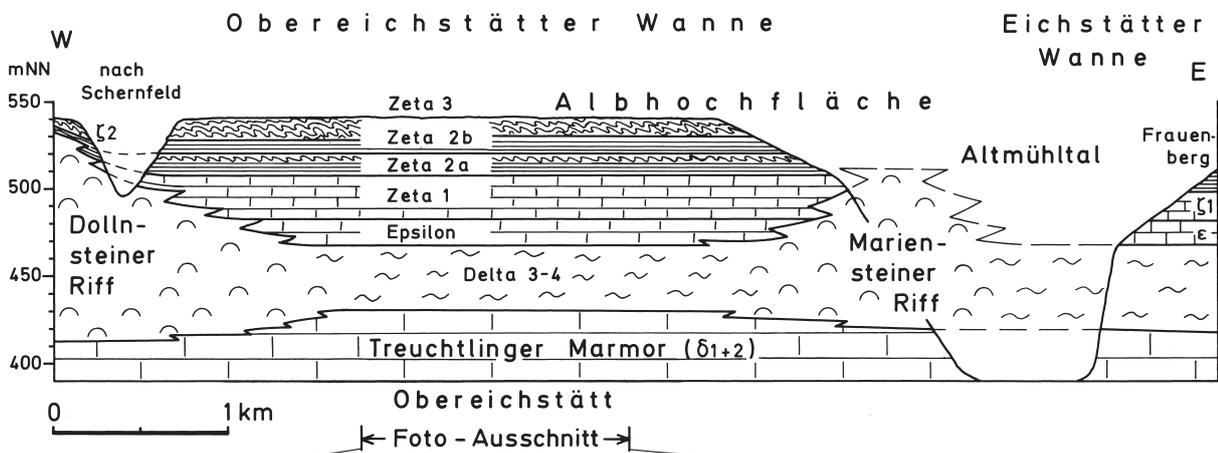


Abb. 3-8. W-E-Schnitt durch die Obereichstätter Wanne zwischen Dollnstein und Mariensteiner Riff. – Der große, von der Urdonau geschaffene Prallhang, an den sich Obereichstätt schmiegt, erschließt über dem Treuchtlinger Marmor (a, mit Steinbruch) horizontal gegliederte Dolomitwände (b). Diese Schwammrasenbänke bilden den Lagunenboden für die darüber abgelagerten Bank- und Plattenkalke des Malm Epsilon bis Malm Zeta 3 (c). – Im geologischen Schnitt im oberen Bildteil ist der Aufbau der gesamten Wanne und ihrer Riffbegrenzung im W (Dollnsteiner Riff ab Seitental Richtung Schernfeld) und im E (Mariensteiner Riff) schematisch dargestellt. Der Übergang in die Eichstätter Wanne ist durch das Altmühltal ausgeräumt.

sind die Ammoniten noch häufiger und aussagekräftiger (3 Ammonitenzonen: *Sutneria pedinopleura* ($\epsilon 1a$), *Sutneria subeumela* ($\epsilon 1b$) und *Virgataxioceras setatum* ($\epsilon 2$)). Durch die rasche Sedimentation und Sauerstoffarmut am Meeresboden sind jedoch empfindliche Tiere und Pflanzen nach ihrem Tod der Verwesung entgangen und in dem feinen Sediment ($<4/1000$ mm Korngröße des Kalkes) als die berühmten Solnhofener Fossilien erhalten geblieben (z. B. Qualen, Libellen oder Fische).

lon-Bankkalk großflächig an, da hier die Abtragung bis zum Wannboden herabreicht, ebenso S Beilngries. Dort finden sich im Albverwitterungslehm häufig die Kieselplattenrelikte des abgetragenen höheren Malm Epsilon, z. T. mit dem Leitammonit *Virgataxioceras setatum*. In der Schamhauptener Wanne stehen diese feingeschichteten, rauhen, bituminösen Bank- und Plattenkalke des Malm Epsilon 2 mit ihren Kieselagen noch an. Sie haben zahlreiche Fossilien geliefert, u. a. auch einen kleinen Dinosaurier.



Abb. 3-9. Bankkalk des Malm Epsilon und Malm Zeta 1, getrennt durch die charakteristische rote Mergellage (Hammer) im Straßenanschnitt an der Torleite SW Hagenacker [7137AG0005].

Schichtkalk, we,,
Braunkalk, we,,br
 Oberkimmeridge

Mächtigkeit: 20–35 m.

Lithologie und Fazies:

Die Malm-Epsilon-Bankkalk bilden vielfach die ersten harten, hellen Kalksteine am Wannboden über dem dunklen Tafelbankigen Dolomit des Malm Delta. In Dolomitnähe sind sie verbraunt. Der Braunkalk entstand durch Recalcitierung von Dolomitsteinbänken an der tertiären Landoberfläche infolge Süßwassereinfluß. Auf der Albhochfläche N Eichstätt steht Malm-Epsi-

Die Malm-Epsilon-Schichtkalk verzahnen sich seitlich noch mit Tafelbankigem Kalk und Dolomit sowie Massenkalk und Riffdolomit (s. Kap. 3.1.2.5). Der Übergang von den Malm-Epsilon zu den Malm-Zeta-Bankkalken ist nur an der Torleite W Dollnstein aufgeschlossen (Abb. 3-9).

Aufschlüsse:

Torleite 1,5 km SW Hagenacker [7132AG0005],
 Schichtkalk

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 29 920, H 54 15 500
 Grube 1 km W Schamhaupten [7035AG0017],
 Schichtkalk

Lage: Bl. Nr. 7035, R 44 69 600, H 54 20 030

3 Schichtenfolge

3.1.2.5 Malm Epsilon und Zeta

Plattendolomit, $w\varepsilon+\zeta$,Dp

Tafelbankiger Kalk, $w\varepsilon+\zeta$,,b

Tafelbankiger Dolomit, $w\varepsilon+\zeta$,D,b

Oberkimmeridge–Tithon

Mächtigkeit: zusammen bis ca. 50 m.

Lithologie und Fazies:

Die gegenüber dem Malm Delta vielfach sehr dünnbankige Biostromfazies des Malm Epsilon–Zeta bildet dort den Wannenboden, wo die Schichtfazies erst höher einsetzt, insbesondere am Wannenrand (z.B. im Röglinger Tal W Mörnshiem). Die Tafelbankigen Kalke und Dolomite enthalten Kieselknollen, z.T. auch verkieselte Schwämme. Unter dem Mikroskop kann man im Dünnschliff neben Kieselschwämmen zahlreiche, ehemals organisch entstandene Kalkpartikel wie Onkoide oder Schalenreste erkennen. Ooide deuten auf bewegtes Flachwasser hin.

An den Wannenrändern im Übergang zum Riffdolomit sind Platten- und Bankkalke z.T. in feinkristalline, braune, bituminöse Plattendolomite umgewandelt.

Aufschlüsse:

Steinbruch Geiger bei Pfraundorf

[6934AG0009], im oberen Bruchbereich Plattendolomit,

Lage: Bl. Nr. 6934, R 44 58 640, H 54 29 380

Felsen an der Auffahrt Esslingen-Schönfeld

[7132OF0030], Tafelbankiger Kalk

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 29 000, H 54 17 330

Felsenkanzel über Hagenacker [7132OF0028],

oben Tafelbankiger Dolomit

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 30 500, H 54 17 200

Massenkalk, $w\varepsilon+$,,ζm

Riffdolomit (Älterer Riffdolomit), $w\varepsilon+\zeta$,,D

Oberkimmeridge–Tithon

Mächtigkeit: zusammen bis ca. 100 m.

In den Riffgürteln setzt sich die Riffentwicklung auch noch im Oberen Malm fort, wenn die Riffe auch zunehmend von N her absterben. Eine Ab-

trennung vom Malm Delta gelingt z.T. durch im Grenzbereich eingeschaltete, gebankte Zonen, die auf kurzfristige Unterbrechung des Riffwachstums an der Malm-Delta/Epsilon-Grenze hindeuten (Meeresverflachung).

Lithologie und Fazies:

Vielfach sind die Malm-Epsilon-Dolomite hell, grobkristallin und als typische Bretterdolomite mit senkrechten Klüften ausgebildet. Zahlreiche, flache, tellerförmige Kerben im Grenzbereich zum Malm Delta bilden z.T. schemenhaft die dichte, ehemalige Schwamm-Besiedlung ab. Mit den Riffdolomiten innig verzahnt sind im Dollnsteiner Raum helle Massenkalke. Sie haben häufig einen grobkristallinen, zuckerkörnigen Aufbau und sind z.T. durch Rekristallisation aus Dolomit entstanden. Mikrostrukturen sind dann nicht mehr zu erkennen. Mikrofazielle Studien lassen sich jedoch z.B. an den Massenkalkfelsen E Konstein (Abb. 3-10) durchführen. Neben Schwämmen kommen auch Korallen vor (s. auch TRÖGL 2000). Außerdem weisen einge-



Abb. 3-10. Massenkalk des Malm Delta bis Malm Zeta am Dohlenfelsen NE Konstein [7132OF0021] mit Andeutung einer Dickbankung im linken mittleren Wandbereich (Malm Epsilon). – Die Massenkalke lassen ihren Fossilinhalt erst im Dünnschliff erkennen. Schwämme und Korallen sind selten. Meist besteht das Gestein aus feinen Partikelkalken mit Fossilenschutt und kleinsten Ooiden, die immer wieder von dicken, stromatolithischen Cyanobakterienkrusten überwachsen sind.

schaltete Ooidsande, die von stromatolithischen Cyanobakterienkrusten überzogen sind, ebenso wie Korallen und Fossilschuttlagen auf bewegtes Flachwasser hin. Weitere Korallenfunde wurden bei Hütting und am Hüttenbuck W Konstein gemacht; dort finden sich auch Echinodermenschutt- und Muschelschillkalke.

Die Datierung der Massenkalk von Konstein-Wellheim als Oberer Malm basiert auf Einschaltungen kleiner Zeta-1-Bankkalk-Inseln und Epsilon-Bankkalk-Reste auf dem Galgenberg. Ansonsten ist die Plattenkalk-Wanne von Wellheim durch die Urdonau vollkommen ausgeräumt worden.

Aufschlüsse:

Dohlenfelsen E Konstein [7132OF0021], Massenkalk

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 32 750, H 54 10 660
Steinbruch am Bahnhof Eichstätt

[7133AG0006], Riffdolomit

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 39 400, H 54 14 850
Torleitenberg SE Dollnstein [7132OF0029],

Riffdolomit

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 33 040, H 54 13 750

3.1.2.6 Malm Zeta

Riffrandkalk, w ζ ,,r

Braunkalk, w ζ ,,br

Unteres Untertithon

Mächtigkeit: bis 30 m.

Lithologie und Fazies:

Die Riffrandkalke des Malm Zeta weisen eine große Faziesvielfalt auf. Sie reicht von mergeligen Feinschuttkalken (z. B. auf Bl. 7134 Gaimersheim) über gröbere Riffschuttkalke und -dolomite, z. T. mit Korallen (z. B. um die Schamhauptener Wanne) bis zu schlecht bis besser gebankten, verbraunten Riffrandkalken. Letztere führen unruhige, latente Feinschichtung, Kieselknollen und Fossilreste (z. B. auf Bl. 7133 Eichstätt).

Die Randbereiche der Bank- und Plattenkalke des Malm Zeta zum Riffdolomit hin sind, wie die schlecht gebankten Riffrandkalke, z. T. verbraunt. Es handelt sich um teils intensiv braune,

eisenreiche, fein- bis grobkristalline Kalksteine. Sie sind nach BAUSCH et al. (1986) durch Recalcitisierung aus Dolomit entstanden und gehen daher häufig in Dolomitstein über.

Aufschlüsse: Kleiner Bruch in Herrnholz SE Eichstätt [7133AG0157]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 42 140, H 54 14 920

Malm Zeta 1+2

Schichtkalk (Zeta 1: Röglinger Bankkalke oder Geiseltalschichten, Zeta 2: Solnhofener Schichten), w ζ 1+2

Unteres Untertithon

Mächtigkeit: zusammen bis 100 m.

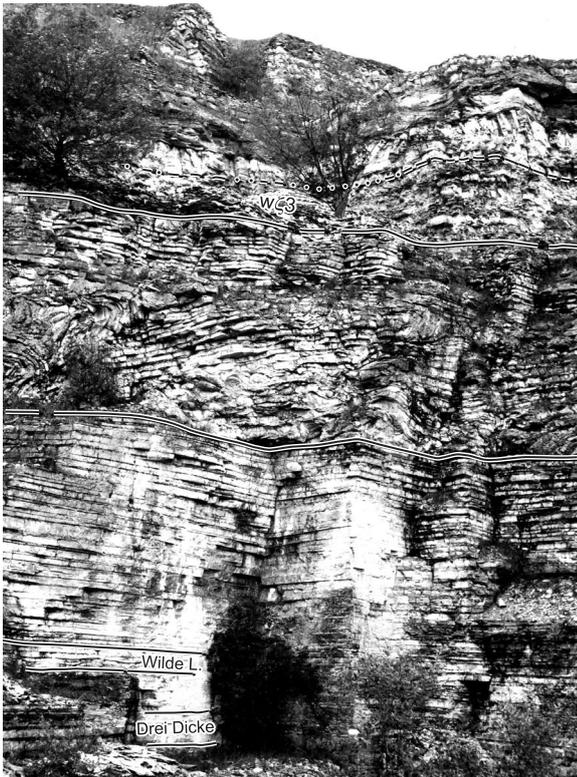
Lithologie und Fazies:

In den Wannen zwischen Solnhofen und Eichstätt ist eine klare Gliederung des Oberen Malm in die liegenden Bankkalke des Malm Zeta 1 und die vielfältigen Plattenkalke des Malm Zeta 2 gegeben. Einige Bohrprofile in Beilage 2 mögen dies veranschaulichen:

Die Plaka-Bohrungen 3/1 und 3/2 zeigen die mächtigen Plattenkalk-Abfolgen der Solnhofener Wanne mit Spurenschiefern an der Basis (Malm Zeta 2a), zahlreichen Krummen Lagen und dann die begehrten dicken Plattenkalke (Dickflinze) der Solnhofener Schichten im Malm Zeta 2b, die nach W in mergelige Dünnflinze übergehen. Über der Hangenden Krummen Lage folgen die Mörsheimer Schichten des Malm Zeta 3 mit rauhen, feinschuttreichen Platten- und Bankkalken mit Kieselagen (Abb. 3-11).

Nur 4 km östlich, jenseits des schmalen Mörsheimer Riffzuges, ändert sich die Fazies im Malm Zeta 2 der Haunsfelder Wanne vollkommen (s. Plaka-Bohrungen 5/1–5/3); mürbe, rauhe Schiefer werden in Annäherung an das Riff feinschuttreicher und enthalten viele Krumme Lagen und Verkieselungen; im Wannenzentrum schalten sich gar schon weiße Bankkalke ein. Die liegenden Bankkalke des Malm Zeta 1 (mit Dachhornstein) und die kieseligen, rauhen, rötlichen Plattenkalke des Malm Zeta 3 sind dagegen ähnlich wie in Solnhofen ausgebildet.

3 Schichtenfolge



Ab. 3-11. Übersichtsaufnahme der Westwand des Steinbruchs Horstbruch NW Mörsheim [7131AG0026]. – Im unteren Drittel treten ebenflächige, dicke und dünne Flinzpakete auf, in denen die charakteristischen „Drei Dicken“ und die weitverbreitete „Wilde Lage“ auffallen. Darüber folgt im mittleren Drittel die Hangende Krumme Lage mit ihren schön zu beobachtenden Gleit- und Stauchfalten (Bewegungsrichtung nach NE zum Wannentiefsten). Das obere Drittel der Steinbruchwand bilden die Mörsheimer Schichten (wč3, unten vorwiegend Mergelschiefer, oben Bankkalke).

die Pfalzpainter Plattenkalke (Abb. 3-13) durch ihre Quallenabdrücke und versteinerten Wellenrippeln.

Die östlichsten Plattenkalke unseres Raumes wurden früher E Zandt am W-Rand der Schamhauptener Wanne abgebaut. Diese Zandter Plattenkalke sind außerordentlich feingeschichtet, spalten aber im Zandter Bruch nur schlecht innerhalb der 10–30 cm starken Lagen (Abb. 3-14).

Etwas östlich davon, am Öchselberg, blättern die Plattenkalke dagegen stark auf und sind von mächtigen Krumpen Lagen durchsetzt. Nördlich davon am Breitenhiller Berg zeigen sich im

Die Obereichstätter Wanne (s. Plaka-Bohrungen 2/2 u. 2/3) zeigt im N bei Schernfeld nur geringmächtige, dünnplattige Folgen im Malm Zeta 2b, eingelagert in mächtige Krumpen Lagen. Die typischen, mürben Spurenschiefer des Malm Zeta 2a sind wie in den übrigen Wannens kaum wirtschaftlich verwendbar.

Südlich der Altmühl im Rebdorfer Wald besteht die gesamte Abfolge aus Krumpen Lagen.

Die Eichstätter Wanne (s. Plaka-Bohrungen 2/5 u. 2/6) zeigt im Malm Zeta 2a wieder Spurenschiefer. Darüber treten neben Krumpen Lagen geringmächtige, dünne Plattenkalke auf, die in Wintershof abgebaut werden (Abb. 3-12). S Pfalzpaint (s. Plaka-Bohrung 6/1) liegt noch ein altes Plattenkalkrevier (heute ohne Abbau), dessen Malm Zeta 2b jedoch von Dickplatten geprägt wird. Berühmt sind

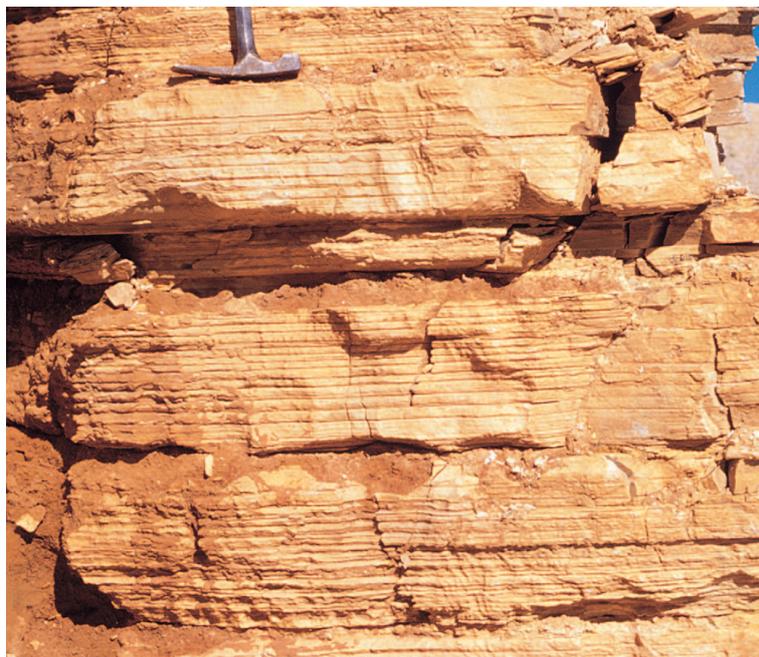


Abb. 3-12. Typische Eichstätter Schieferfazies (Obere Solnhofener Schichten, Malm Zeta 2b) im Steinbruch Eiso-Solnhofen [7033AG0049] 500 m SE Wintershof mit dünnen, feingeschichteten Plattenkalken, die 20–30 cm starke Lagen bilden. Die Plattenkalklagen werden durch dünne, weiche Mergelfäulen getrennt.

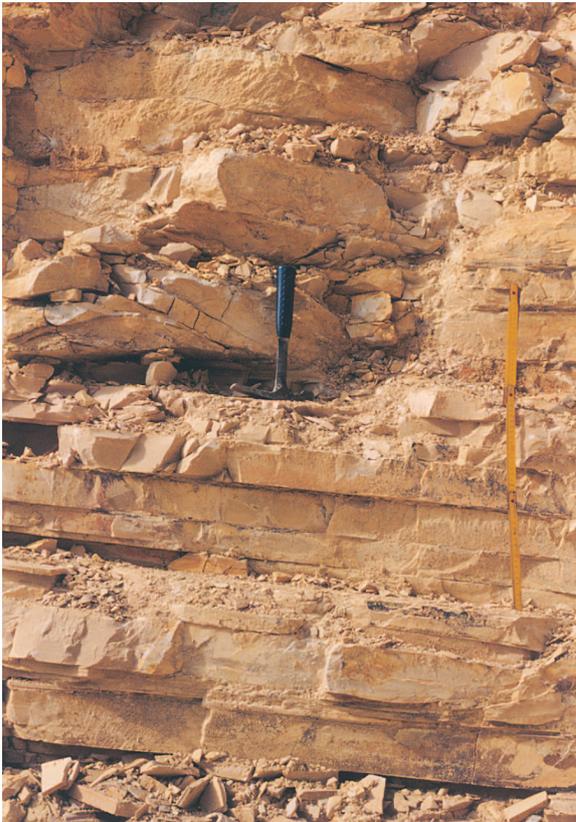


Abb. 3-13. Dicke Plattenkalke von Pfalzpaint mit Krummer Lage in der Mitte (Hammer) in einer neuen Grube etwa 2 km S Pfalzpaint.

Malm Zeta 2 40 m dickbankige Feinschuttkalke mit Krümmen Lagen (erst im tiefsten Teil etwas plattig) über 24 m harten Bankkalke des Malm Zeta 1.

In der Denkendorfer Wanne an der Autobahn schließlich werden die rauhen Plattenkalke und Feinschuttbänke im höheren Teil des Malm Zeta 2 gar durch harte Bankkalke ohne Feinschichtung ersetzt (s. Bohrung 10.2/2 u. 7/4).

Noch komplizierter sind die Verhältnisse in den weiter südlich gelegenen Wannen von Buxheim über Böhmfeld-Hepberg bis Hartheim. Dort stehen oberflächlich die Bankkalke des Malm Zeta 3 an. Die Schichtkalke des Malm Zeta 2 sind

durch mehrere Kernbohrungen im Zuge der Rohstoff-Erkundung durchteuft worden. In Beilage 2 dargestellte Bohrprofile zeigen den Fazieswandel von W nach E.

Im W, in der Buxheimer Wanne (Bohrung Mökkenlohe 1005), herrschen feingeschichtete Kalksteine und Schiefer mit vielen Kiesellagen (50 m), die oben von den rauhen Buxheimer Schiefem abgelöst werden. Die sonst für den Malm Zeta 3 typischen Verkieselungen zeigen an, daß die Wannensedimente hier noch stark vom Riff beeinflusst sind. Darüber beginnt der Malm Zeta 3 mit der Mergelkalkserie.

In der Böhmfeld-Hepberger Wanne (Bohrung 7/1) folgen unter den Mergelkalkbänken des Malm Zeta 3 (mit *Gravesia gravesiana*) zunächst 15 m mergelige Schiefer mit Spuren. Darunter treten ca. 35 m nur z.T. feingeschichtete Feinschuttkalke auf. Nach unten schließen sich eine Krumme Lage und dichte, z.T. latent feingeschichtete, z.T. groben Fossilschutt führende Bankkalke an. Letztere können schon zu



Abb. 3-14. Zandter Plattenkalke im Steinbruch Reitzer 1,5 km SE Zandt. – Diese Plattenkalke zeigen eine außerordentlich gleichmäßige, glatte, feine Bankung in den durch Mergelfugen getrennten, 10–30 cm starken Lagen. Durch diese feine Bankung ließen sich partienweise 1–3 cm starke Platten („Flinze“) gewinnen.

3 Schichtenfolge

den Bankkalken des Malm Zeta 1 gestellt werden. W und E Stammham (Bohrungen 11.3/9 u. 7/3) herrschen im Malm Zeta 2 feinschuttführende Bankkalke, nur an der Basis schalten sich wenig Plattenkalke und Spurenschiefer ein.

In der Hartheimer Wanne wurde NE Ingolstadt ein 200 m mächtiges Obermalm-Schichtprofil durchteuft (Bohrung FB Oberdolling [7135BP0005]). Über 40 m Feinschuttalken und schwarzen Bitumenschiefern (Malm Epsilon) folgen 50 m Bank- und Plattenkalke mit dünnen, schwarzen Mergelschiefer-Zwischenlagen (Malm Zeta 1, oben mit Krummer Lage abschließend). Darüber entwickelt sich eine 55 m mächtige, wechselvolle Folge von rauhen, z.T. bituminösen Schiefern und Feinschutt- bis Grobschuttbänken samt Krummer Lagen. Der Riffeinfluß ist hier im Malm Zeta 2 sehr deutlich, in den reinen, splittrigen Bankkalken des Malm Zeta 3 dagegen nicht.

Aufschlüsse:

Röglinger Bankkalk oder Geisentialschichten:
Alte Abbauwand S Siedlung Seidelkreuz
[7133AG0148]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 41 400, H 54 17 500
Kleiner, ehemaliger Abbau im westlichen Geisental [7133AG0154]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 47 460, H 54 16 500
Alte Grube im östlichen Geisental
[7133AG0155]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 50 000, H 54 16 750

Untere Solnhofener Schichten:

Kleine Grube am Frauenberg [7133AG0003]
Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 39 840, H 54 16 650
Alter Schieferbruch SW Pfünz [7133AG0022]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 45 600, H 54 15 520
Graben E Wasserzell [7133AG0156]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 39 600, H 54 15 630

Obere Solnhofener Schichten:

Solnhofener Wanne:

Steinbruch am Maxberg [7132AG0016]
Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 26 960, H 54 16 465
Horstbruch NW Mörsheim [7131AG0026]

Lage: Bl. Nr. 7131, R 44 26 500, H 54 15 600

Obereichstätter Wanne:

Steinbruch Imberg [7032AG0002]

Lage: Bl. Nr. 7032, R 44 35 025, H 54 18 490

Steinbruch S Sportplatz Schernfeld
[7032AG0001]

Lage: Bl. Nr. 7032, R 44 34 800, H 54 18 380

Eichstätter Wanne:

Steinbruch Gebr. Neumeyer [7032AG0048]

Lage: Bl. Nr. 7032, R 44 38 760, H 54 19 540

Steinbruch Eiso-Solnhofen [7033AG0049]

Lage: Bl. Nr. 7033, R 44 40 285, H 54 18 570

Pfalzpainter Wanne:

Neue Grube S Pfalzpaint [7033AG0028]

Lage: Bl. Nr. 7033, R 44 50 420, H 54 19 620

Schamhauptener Wanne:

Zandter Schieferbruch [7035AG0001]

Lage: Bl. Nr. 7035, R 44 64 320, H 54 20 200

Hartheimer Wanne:

W Etting, Kelsbach-Schieferbruch

[7135AG0005], im unteren Bruchteil mit
Hangender Krummer Lage

Lage: Bl. Nr. 7135, R 44 75 070, H 54 08 970

Malm Zeta 3

Schichtkalk (Mörsheimer Schichten, Reibergschichten, Teufelskopfkalk, Hartheimer Bankkalk), w₃,

Riffrandkalk, w₃,r

Unteres Untertithon

Mächtigkeit: zusammen um 50 m.

Lithologie und Fazies:

In den Mörsheimer Schichten ist der Riffeinfluß in den westlichen Wannen sehr stark. In der Solnhofener Wanne z. B. beginnen diese Schichten über der Hangenden Krummen Lage mit fossilreichen, rötlichen, kieseligen Mergelschiefern, in die nach oben zunehmend rauhe, feinschuttreiche Bank- und Plattenkalke mit Kiesellagen eingeschaltet sind. Neben Ammoniten (*Glochiceras lithographicum*, *Taramelliceras prolithographicum* und *Neochetoceras steraspis*) enthält der „Mörsheimer Wilde Fels“ Brachiopoden,

Crinoidenreste, Landpflanzen, viele Mikrofossilien (vor allem Coccolithen) sowie sonstigen Fossilschutt. In der Haunsfelder Wanne wurde diese Fazies mit fast 50 m Mächtigkeit durchbohrt. Hier schalten sich auch grobe Riffschuttbänke mit Korallenresten ein (bei Ensfield, Blatt Dollnstein).

In der Schernfelder Wanne N Obereichstätt sind nur noch sehr wenig Kieselplattenkalke des Malm Zeta 3 vorhanden. Die darunter folgenden, obersten Plattenkalke mit z.T. mehreren Krummen Lagen dürften entgegen den Darstellungen von V. EDLINGER (1964) und SCHMIDT-KALLER (1990) noch zum Malm Zeta 2 gehören, da hier die bis 15 m mächtige Hangende Krumme Lage auch durch Plattenkalk-Einschaltungen unterteilt sein kann. S Eichstätt geht die Kieselplatten-Serie des Malm Zeta 3 in Riffnähe in flaserige Dickbänke mit seltenen Korallen über; bei Nassenfels findet sich eine ausgedehnte Korallenschuttfazies (Riffrandkalk, w₃,r).

Bei Buxheim schalten sich zwischen rauhe Dünnbänke rauhe Mergelschiefer ein, unterlagert von den rauhen Buxheimer Schiefen. Ähnliche Ergebnisse brachte die Bohrung Möckenlohe 1005, die aber oben schon in harten Bankkalke ansetzt (s. Beilage 2).

Im Gegensatz zu dieser stark vom Riff beeinflussten westlichen Malm-Zeta-3-Fazies stehen die reinen, etwas mergeligen, olivgrauen Bankkalke vom Reisberg bei Böhmfeld (Abb. 3-15). Sie sind ebenso fossilschutfrei wie die harten Bankkalke der Hartheimer Wanne oder die Mergelkalke der Hienheimer Wanne weiter im E. Ihre Einstufung in den Malm Zeta 3 beruht auf wenigen Funden der Leitammoniten *Gravesia gigas* und *Gravesia gravesiana* z. B. bei Stammham (Blatt Nr. 7134 Gaimersheim) oder Workenzell (Blatt Nr. 7133 Eichstätt).

In der Schamhauptener Wanne beginnt die Malm-Zeta-3-Fazies mit dickbankigen Echinodermenschuttkalken (Teufelskopfkalke), die von Mergelkalken überlagert werden (Bohrung 9/1 in Beil. 2).

Aufschlüsse:

Schichtkalk:

Horstbruch NW Mörsheim [7131AG0026],

Mörsheimer Schichten

Lage: Bl. Nr. 7131, R 44 26 500, H 54 15 600

Steinbruch NW Reisberg [7134AG0003], Reisbergschichten

Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 52 300, H 54 12 950

Teufelskopf SE Zandt [7035AG0026], Teufelskopfkalk

Lage: Bl. Nr. 7035, R 44 65 680, H 54 19 460

W Etting, Kelsbach-Schieferbruch

[7135AG0005], im obersten Bruchbereich Hartheimer Bankkalk

Lage: Bl. Nr. 7135, R 44 75 070, H 54 08 970

Riffrandkalk:

Felsen, Speckberg [7233AG0084]

Lage: Bl. Nr. 7233, R 44 41 956, H 54 07 098

Steinbruch Speckberg, aufgelassen

[7233AG0007]

Lage: Bl. Nr. 7233, R 44 41 995, H 54 07 094



Abb. 3-15. Leicht mergelige Bankkalke des Malm Zeta mit Mergelschiefer-Zwischenlagen im Steinbruch am Reisberg [7134AG0003] 1,5 km SW Böhmfeld.

3 Schichtenfolge

Malm Zeta 3

Tafelbankiger Dolomit, w ζ 3,D,b,

Massenkalk, w ζ 3,,m

Riffdolomit (Jüngerer Riffdolomit), w ζ 3,D

Unteres Untertithon

Mächtigkeit: Südalb zusammen bis ca. 50 m, südlich der Donau unter der Molasse 200 m (Bohrungen Geisenfeld [7335BN0189] u. Reichertshausen [7535BN0152] s. Kap. 9; dort reichen die Dolomite und Massenkalke bis in den höchsten Malm hinauf).

Lithologie und Fazies:

Tafelbankige Dolomite des Malm Zeta 3 treten nur sehr eng begrenzt im SE-Teil des Blattes Dollstein östlich des Wellheimer Trockentales auf.

Massenkalke mit Korallenfauna sind etwas häufiger, z.B. um Ensfeld SW Dollstein und im Wittmess-Riff SE Dollstein. Die reichste Korallenriff-Fauna lieferte der Steinbruch von Laisacker NW Neuburg a.d. Donau. Dort fanden sich auch die Leitammoniten *Hybonotoceras hybonotum* und *Gravesia gravesiana*.

Der größte Teil der jüngeren Riffgeneration ist in Riffdolomit umgewandelt. Die neben Kieselchwämmen jetzt aufblühende Korallenfauna ist dann meistens zerstört, läßt sich aber doch vereinzelt noch finden (z.B. im Dolomitbruch bei Hütting auf Blatt 7232 Burgheim Nord oder um Nassenfels auf Blatt 7133 Eichstätt).

Die jüngsten Riffdolomite sind oft aus Riffschuttbänken hervorgegangen und haben dann einen porösen, grobkristallinen Aufbau, in dem die Fossilien nur noch schemenhaft zu erkennen sind. Eine reiche Fauna haben auch die Korallendiceras-Dolomite von Kösching bis Großmehring in zahlreichen ehemaligen Steinbrüchen geliefert. Am Steinberg NE Großmehring fanden sich auch Ammoniten; SCHAIRER & YAMANI (1973) beschrieben Formen, die schon auf Malm Zeta 4 hinweisen (u. a. *Usseliceras* sp.).

Aufschlüsse:

Steinbruch von Laisacker [7232AG0001], Massenkalk

Lage: Bl. Nr. 7232, R 44 38 460, H 54 01 700

Steinberg NE Großmehring [7235AG0001], Riffdolomit

Lage: Bl. Nr. 7235, R 44 66 820, H 54 04 500
Aufschluß NW Hütting [7132AG0021], Riffdolomit

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 34 220, H 54 07 260

Malm Zeta 4

Usseltalschichten (Tagmersheimer Bankkalk und Usseltalschiefer), w ζ 4

Mittleres Untertithon

Mächtigkeit: 30 m.

Nur westlich des Wellheimer Trockentales und im Neuburger Albvorsprung sind die jüngsten Schichtkalke des Weißen Jura erhalten geblieben, insbesondere in der Rennertshofener Wanne (s. Beil. 2).

Lithologie und Fazies:

Im Usseltal hat die Bohrung Gansheim-Störzelmühle (FB: Ga./Stö. in Beil. 2) das Liegende der Usseltalschichten erschlossen. Im Gegensatz zur Solnhofener Wanne werden hier die Solnhofener Schichten stark von Riffschuttbänken und Verkieselungen durchsetzt, etwas weniger die Mörsheimer Schichten. Darüber folgen die schuttfreien, etwas mergeligen Bank- und Plattenkalke mit Schiefen des Malm Zeta 4. Nur in dieser Bohrung läßt sich eine klare Gliederung in untere Tagmersheimer Bankkalke und höhere Usseltalschiefer erkennen. Sie sind durch neue Ammonitenformen der Gattung *Usseliceras* gekennzeichnet.

Aufschlüsse:

Forstbruch E Tagmersheim [7132AG0029], Tagmersheimer Bankkalk

Lage: Bl. Nr. 7132, R 44 26 770, H 54 09 600
Steinbruch Störzelmühle, aufgelassen [7231AG0001], Usseltalschiefer im unteren Teil des Bruches, oben Malm Zeta 5

Lage: Bl. Nr. 7231, R 44 24 850, H 54 05 000

Malm Zeta 5

Schichtkalk (Rennertshofener Schichten), w ζ 5

Oberes Untertithon

Mächtigkeit: bis 100 m.

Über den Usseltalschichten beginnen die eintönigen Bankkalkfolgen des Malm Zeta 5.

Lithologie und Fazies:

In den 56 m mächtigen, im höheren Teil der Abfolge anstehenden Bankkalken mit Mergelschiefer-Zwischenlagen treten nach ZEISS (1968) neue Ammonitenformen auf (*Franconites*, *Dorsoplanidoides*, *Danubisphinctes*). Die Bohrung am Fuß des an der Donau liegenden Finkensteins (Bohrung Fi in Beil. 2) erschloß darunter 21 m Schiefer und rauhe Feinschutt-Plattenkalke, dann 16 m dichte Bänke und reine Schiefer; schließlich folgen 30 m Bankkalke mit welligen Mergelschiefern (Malm Zeta 4) über einer mehr als 10 m mächtigen Grobschuttbank des Malm Zeta 3. Das gesamte Profil liegt unmittelbar westlich eines Dolomitriffes und ist daher bis in den Malm Zeta 5 hinauf von Riffschutt beeinflusst.

Auch die Dolomitfelsen an den Weinberghöhlen bei Mauern im Wellheimer Tal dürften noch in den höchsten Malm hinauf reichen, obwohl SCHAIRER (frdl. mündl. Mitt.) aus den darüberfolgenden, gebankten Schwammkalken noch den Fund des bisher nur bis in den Malm Zeta 3 nachgewiesenen Ammoniten *Taramelliceras pro-lithographicum* erwähnt.

Aufschlüsse:

Alter Steinbruch NW Bertoldsheim

[7232AG0005], tieferer Teil des Malm Zeta 5

Lage: Bl. Nr. 7232, R 44 27 030, H 54 02 000

Felsen am Finkenstein [7232AG0002], höherer Teil des Malm Zeta 5

Lage: Bl. Nr. 7232, R 44 35 760, H 54 00 600

Malm Zeta 6

Schichtkalk (Neuburger Bankkalk), w₆

Mittel- bis Obertithon

Mächtigkeit: ca. 50 m.

Lithologie und Fazies:

Unmittelbar über dem Finkenstein (s. Malm Zeta 5) liegen Reste des Neuburger Bankkalkes des Malm Zeta 6 mit neuen Ammonitenformen (Pavlovien). Nur südlich der Donau am Neuburger Albvorsprung sind noch 23 m dickbankige Kalksteine (Unterhauser Schichten) und abschließend bis 30 m dünnbankige Kalksteine mit dicken Mergelzwischenlagen (Oberhauser Schichten) erhalten, die von BARTHEL (1969) nur am Latour-Denkmal erschürft wurden. Dort fanden sich z.T. schon Süßwasser-anzeigende Muscheln (*Unio*). Damit enden die im Neuburger Raum fast 500 m mächtigen Ablagerungen des Oberjura-Meeres, das sich anschließend in der Unterkreide-Zeit in die Münchner Bucht weit südlich der heutigen Donau zurückzog.

Aufschlüsse:

Steinbruch E Bahnhof Unterhausen

[7232AG0003]

Lage: Bl. Nr. 7232, R 44 34 100, H 53 98 200

3.2 Kreide

Schutzfelsschichten, krS

Ältere Oberkreide?

Neuburger Kreide, krN

Cenoman–Turon

Wie der jüngste Malm haben sich auch Kreidesedimente nur auf den Hochflächen beiderseits des Wellheimer Trockentales und im Neuburger Albvorsprung in Resten erhalten. Ursprünglich bedeckten Kreideablagerungen den ganzen Jura, wurden aber seit dem Alttertiär wieder abgetragen.

Mächtigkeit: Schutzfelsschichten bis wenige Meter, Neuburger Kreide durch Sackung in Hohlformen lokal bis 100 m.

Lithologie und Fazies:

Die Kreide-Reste von Dollstein bis Neuburg liegen tief eingesackt in Karstrichtern des Malm (Abb. 3-16). Ihr Aufbau wechselt sehr stark. Unten liegen meist weißgraue, kaolinig gebundene Grob- bis Feinsande der terrestrischen Schutzfelsschichten. Darüber folgt die Neuburger Kieselkreide: weiße, marine, feinsandige Schwamm-

3 Schichtenfolge

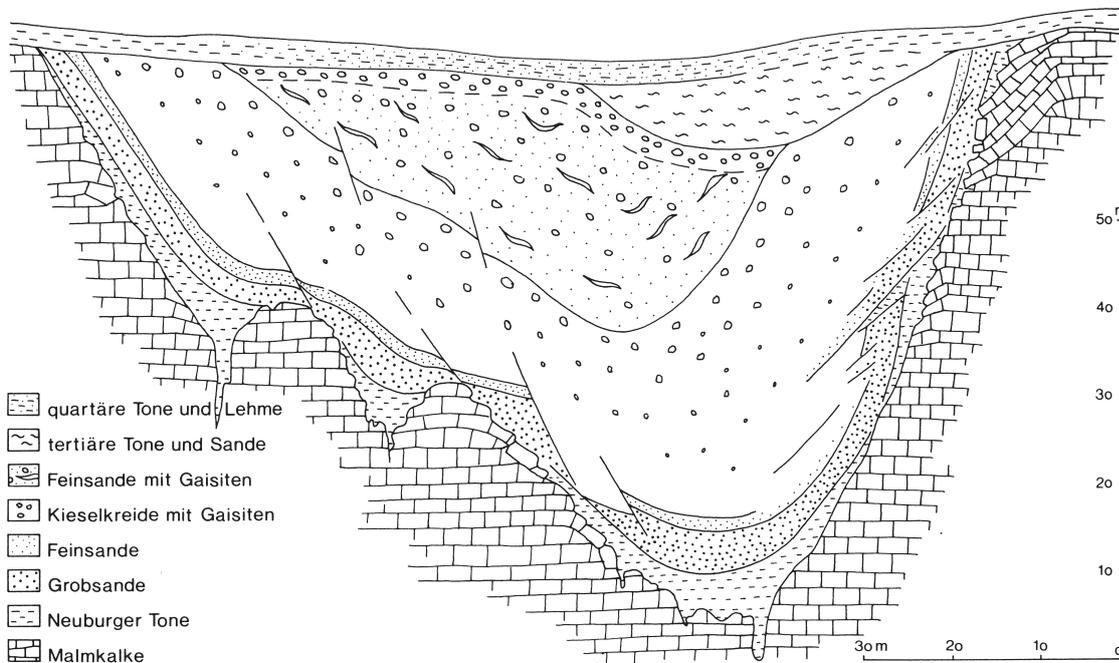


Abb. 3-16. Oben: Kieselkreide in der Grube Pfaffengrund NW Bittenbrunn. – Der größte Teil des Aufschlusses wird von Kieselkreide („Kieselweiß“) eingenommen, die in einen Karstrichter im Malmkalk eingesackt ist. Im linken Bildteil streicht die Malmbegrenzung aus. Sie wird von einer Ton/Sand-Folge mit Brauneisenlinsen überlagert. Darüber folgt das „Kieselweiß“. – Unten: schematischer Querschnitt durch ein Kieselkreide-Vorkommen mit durch Verkarstung des Malm im Untergrund entstandener Sackungsstruktur; Gaisit: knollige Konkretion aus Quarz und Kaolinit.

nadel-Sedimente der Oberkreide (Cenoman–Turron), die als Füll- und Putzmittel sehr begehrt sind. Außer Kieselschwämmen enthalten sie Seeigelreste, Bryozoen, Brachiopoden und insbesondere Muscheln. Über diesem sogenannten Kieselweiß folgen stellenweise noch weitere, z.T. quarzitisches verfestigte Sande. Auch die liegenden Sande können z.T. quarzitisches verfestigt sein.

3.3 Tertiär

Von ihrem Rand auf der Alb wächst die Abfolge tertiärer Sedimente innerhalb der Regionsgrenzen nach S auf über 900 m Mächtigkeit an. Die Karte erfaßt nur die an der Oberfläche ausstreichenden, jüngsten Einheiten, die seit dem Ende des Untermiozäns entstanden sind (vor höchstens ca. 17 Mio. Jahren).

Die tertiären Ablagerungen werden vorwiegend aufgrund von Unterschieden in ihrer Gesteinszusammensetzung (Lithologie) gegliedert. Die marinen bis brackischen Ablagerungen im Untergrund erlauben darüber hinaus eine biostratigraphische Einstufung mit Hilfe von Foraminiferen, Mollusken, Fischresten u. ä. Für die oberflächlich zugänglichen, kontinentalen Ablagerungen kommen dafür im wesentlichen nur vergleichsweise seltene Säugerreste in Frage (s. Abb. 3-17, Tab. 3-2).

In ihrer Entstehung deutlich älter als die übrigen tertiären Bildungen in der Region sind allerdings die Residualtone und Bohnerzlehme als Verwitterungsbildungen des Alttertiärs im Bereich der Südlichen Frankenalb. Diese Rückstandsbildungen der Karbonatlösung stehen zwar im allgemeinen nicht flächenhaft an, damit verbundene Karsterscheinungen sind im Bereich der jurazeitlichen Karbonatgesteine aber allgegenwärtig. In Aufschlüssen sind durch Lösung erweiterte Klüfte und Störzonen als meist lehmgefüllte Karstspalten verbreitet. Mehr horizontal verlaufende Karstkanäle können zu Höhlen erweitert sein. Stürzt aufgrund des Fortschreitens der Lösung das Dach solcher Karsthohlräume ein, entstehen an der Oberfläche Dolinen (Erdfälle), in denen vereinzelt auch ganze Fließgewässer verschwinden können (Ponore). Kreidezeitliche

oder tertiäre Ablagerungen sind in solchen Einbruchstrukturen oft in komplexer Form verstellt und verfaltet (s. Abb. 3-18).

Bohnerzlehm-Vorkommen

Eozän–Oligozän, z.T. auch Miozän?

Mächtigkeit: bis mehrere Meter (lokal).

Lithologie und Fazies:

Bohnerzlehme sind Tone mit meist untergeordneten Schluff- und kaum merklichen Sandgehalten, aber möglicherweise größeren karbonatischen oder kieseligen Resten. Neben kaolinitischem Ton aus der Verwitterung von Karbonatgesteinen ist auch Eisen angereichert. Brauneisen (Limonit) tritt vor allem in Form rundlicher, schalig aufgebauter Konkretionen von etwa 2–10 mm Größe, den Bohnerzen (s. Abb. 3-19), seltener auch als Krustenbildung auf. Bohnerze geben sich üblicherweise als Streu an der Oberfläche zu erkennen.

Bohnerzlehm-Vorkommen sind meist nur lokal in Hohlformen der Weißjura-Karbonate, z.B. in Form von Spaltenfüllungen, erhalten und erreichen kaum größere Verbreitung. Sie werden in der Karte deshalb meist dem Ablehm zugeschlagen (s. Kap. 3.4). Zwei bedeutsame Bohnerz-Vorkommen wurden vor allem im 19. Jahrhundert übertage abgebaut. Diese Erzgruben sind nachfolgend aufgeführt.

Aufschlüsse:

Müllerzeche E Hirnstetten, aufgelassen
[7033AG0113]

Lage: Bl. Nr. 7033, R 44 48 850, H 54 26 010

Mariazeche N Niefang bei Kinding, aufgelassen
[7033AG0114]

Lage: Bl. Nr. 7033, R 44 50 740, H 54 29 110

3.3.1 Miozän

Mit dem generellen Schichteinfallen in südlicher Richtung treten immer jüngere Schichten des Miozäns an die Oberfläche (s. Abb. 2-1). Im Tertiärhügelland wird eine Gliederung nach lithologisch unterschiedlich ausgeprägten Gesteinsabfolgen verwendet. Eine vergleichbare stratigra-

3 Schichtenfolge

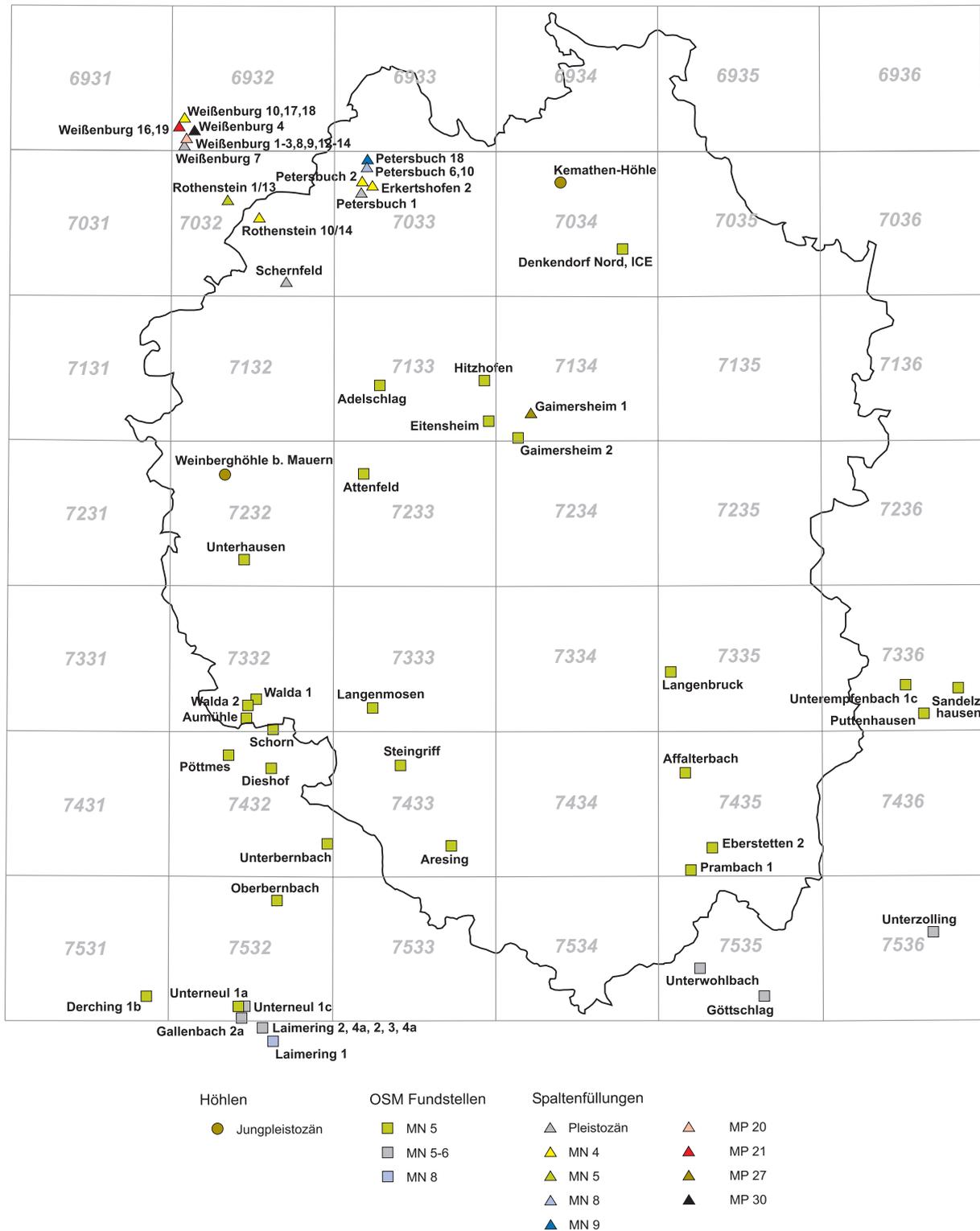


Abb. 3-17. Lage der biostratigraphisch bedeutsamen Fundstellen aus dem Tertiär der Planungsregion 10 Ingolstadt und angrenzender Gebiete (nach Angaben von Prof. Dr. K. HEIBIG, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München; Lithostratigraphie s. Tab. 3-2).

Tab. 3-2: Zusammenstellung biostratigraphisch bedeutsamer Fundstellen aus dem Tertiär der Planungsregion 10 Ingolstadt und angrenzender Gebiete (nach Angaben von Prof. Dr. K. HEIBIG, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München; Lage der Fundpunkte in Abb. 3-17 dargestellt)

Chrono-stratigraphie	Säugerzone	Sed.-zyklus	TK 25 Reihe 7131—7331	TK 25 Reihe 6932—7532	TK 25 Reihe 6933—7533	TK 25 Reihe 6934—7534	TK 25 Reihe 6935—7535	TK 25 Reihe 7036—7536	
Oberer Süßwassermolasse									
Ob. Baden	MN 8			Laimeing 1					
— Pannon	MN 7		Hiatus	Hiatus					
Ob. Baden	MN 6	OSM 10			Hiatus				
Mittleres Baden	MN 5—6	OSM 9	Bentonit						
			miNV	Laimeing 2, 3, 4a					
			miNV	Gallenbach 2a					
			miNV	Unterneul 1c					
MN 5	miGS	OSM 7	Brockhorizont		Brockhorizont				
			Hiatus		Hiatus				
			Dereching 1b						
MN 5 Typus	OSM 6	OSM 5		Unterneul 1a					
				Bentonit					
				? Walda 2					
miO	miGS	OSM 4		Hiatus		Hiatus			
				Oberbembach	OSM	Denkendorf N, ICE			
				Walda 1					
Unteres Baden	MN 5	OSM 3		Unterbembach					
				Pöfmes					
				Schorn					
				? Aumühle					
				Unterhausen					
miO	miUF	OSM 2		Dieshof					
				OSM	Hitzhofen				
				? miGS	Aresing				
				miUF	Langemosen				
				OSM 1	Steingriff	OSM	Gaimersheim 2		
			Eitersheim						
			Altenfeld						
Tertiäre Spaltenfüllungen									
mio	Pannon	MN 9			Petersbuch 18				
	Sarmat—Pannon	MN 8			Petersbuch 6 Petersbuch 10				
min	Karpat—Mittl. Baden	MN 5			Rothenstein 1/13				
	Ottwang—Karpat	MN 4			Petersbuch 2 Erkershofen 2				
olo	Unteres Eger (Chart)	MP 30			Rothenstein 10/14 Weißenburg 10, 17, 18				
	Rupel	MP 21			Weißenburg 4				
eo	Prabon	MP 20			Weißenburg 16, 19				
					Weißenburg 1—3, 8, 9, 12—14				

Genauere biostratigraphische Einordnungsmöglichkeiten für die kontinentalen Ablagerungen des Tertiärs bieten Säugerreste, zumeist Zähne von Kleinsäuget. Nach deren Entwicklung wird das Jungtertiär in sog. MN-Zonen eingeteilt („Mammals neogene“, MEIN 1999), das Alttertiär in sog. MP-Zonen („Mammals Paleogene“, SCHMIDT-KITTLER 1990). Die Faunen im Bereich MN 5 Typus entsprechen der Referenzlokalität Pontlevoy-Thenay in Frankreich. HEIBIG (1997) gliedert einen Teil der Oberen Süßwassermolasse in Sedimentationszyklen (Spalte Sed.zyklus). Die Fundstellen sind in Blattreihen von W nach E geordnet, ihre lithostratigraphische Zuordnung zu Einheiten der Geol. Karte 1:100 000 läßt die diachrone Entwicklung der Grenzen innerhalb der Oberen Süßwassermolasse erkennen. Durch Schrägstrich getrennte Fundstellenummerierungen bezeichnen die gleiche Fundstelle, die von verschiedenen Bearbeitern abweichende Ziffern erhalten hat. - Abkürzungen: mio = Obermiozän, min = Mittelmiozän, miu = Untermiozän, olo = Oberoligozän, olu = Unteroligozän, eo = Obereozän, OSM = Obere Süßwassermolasse, miHS = Hangendenserie, miNV = Nördliche Vollsotter-Abfolge, miGS = Geröllsandserie, miUF = Fluviale Untere Serie.

3 Schichtenfolge

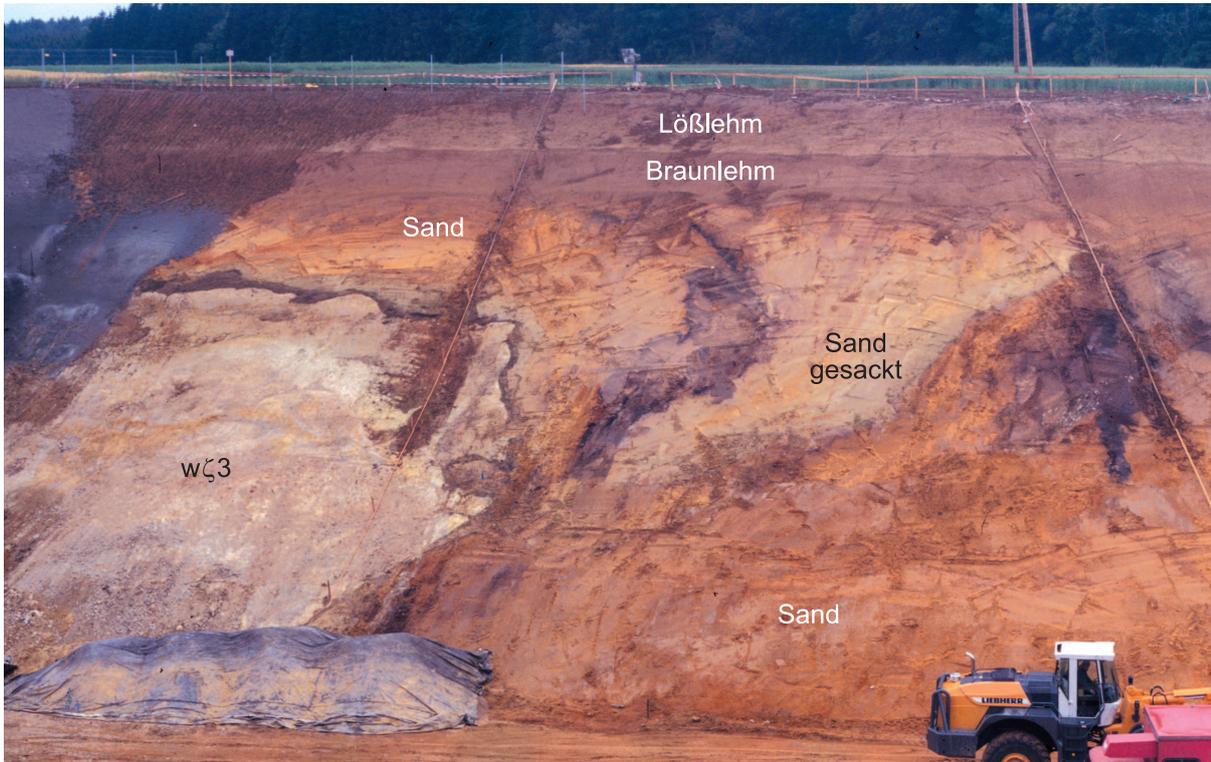


Abb. 3-18. Bahn-Einschnitt am Nordportal des Geißbergtunnels 1 km S Stammham (Höhe des Einschnittes ca. 28 m). – Der Aufschluß zeigt links helle Bankkalksteine des Malm Zeta 3 (w ζ 3). Darüber und rechts daneben sind hell- bis dunkelbraune, auch violett gefärbte Sande des Tertiärs aufgeschlossen. Nach ihrer Ablagerung sind die Sande durch Auflösung des Kalksteins in ihrem Untergrund im rechten Bildteil bis über 20 m in die Tiefe gesackt. Ein dünnes, dunkles Tonband auf dem Malm-Kalkklotz bildet den Lösungsrückstand des unter den Tertiär-Sedimenten verwitterten Kalksteines. Über den Tertiär-Sanden folgen noch 2 m Braunlehm und 2,5 m hellerer Lößlehm.



Abb. 3-19. Bohnerzlehm in Kernen der Bohrung BK 11.3/6 [7134BN0208]. – Die lebhaft ocker- bis rötlichbraunen Residualtone aus der Karbonatverwitterung sind gespickt mit den schrotartigen, rundlich geformten, dunkler braunen Bohnerzen. Analysen ergaben für die Probe links im Bild 15,27 % Fe₂O₃, für die Probe rechts 19,34 % Fe₂O₃.

phische Unterteilung ist im Bereich der Albabdachung nördlich der Donau nicht möglich. Dort wird die Obere Süßwassermolasse in der Karte nur lithologisch differenziert. Die Grenze zwischen diesen unterschiedlichen Gliederungsbereichen der Oberen Süßwassermolasse wird im Untergrund des Donautal-Quartärs gezogen.

3.3.1.1 Miozän im Bereich der Alb

Neben Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) kamen im Nordteil der Region auch nicht zu den Molassebildungen gehörende Gesteine zum Absatz. Dazu zählen die Trümmersmassen des Ries-Meteoriteneinschlags. Die Verhältnisse auf der Albabdachung werden nach N ferner zunehmend durch Einschüttungen aus dem Grundgebirgsbereich geprägt, die ebenfalls nicht zu den Molassebildungen i. e. S. (alpine Herkunft) rechnen. Das gilt z.B. für die, einem postriesischen Ur-Main-System zugeschriebenen, obermiozänen Monheimer Höhengsande. Sie konnten allerdings selbst nahe ihres Hauptverbreitungsgebietes im NW der Region nicht mehr mit Sicherheit identifiziert werden. Alle sich komplex mit Sedimenten alpiner Abkunft verzahnenden, fluviatilen Ablagerungen aus N werden in dieser Karte der Oberen Süßwassermolasse zugeschlagen.

Im Gebiet der Region Ingolstadt reicht die Obere Süßwassermolasse am weitesten nach N auf die Fränkische Alb. Sie ist hier vor allem in nach S gerichteten, tief in die Malm-Karbonatgesteine eingeschnittenen Rinnensystemen, teilweise wohl auch in Karst-Einbruchsstrukturen erhalten (s. Abb. 2-6, 3-20; BADER et al. 2000). Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind Lößlehmdecken, z. T. auch größerer Mächtigkeit, welche die Molasseablagerungen weithin verhüllen, in der Kartendarstellung nicht berücksichtigt.

Obere Süßwassermolasse, ungliedert, OSM
Untermiozän–Obermiozän (hier nur Karpat–unteres Baden, MN 5, belegt)

Mächtigkeit: bis etwa 60 m; Auskeilen auf engstem Raum möglich.

Lithologie und Fazies:
Die Ablagerungen der Oberen Süßwassermolas-

se auf der Albabdachung in der Region stellen ungleichförmige Wechselfolgen von Sedimenten aller Korngrößenbereiche mit Ausnahme größerer Kiese bis Blöcke dar. Nach N und zum Jüngerer hin nimmt im Gesamtüberblick die Beteiligung größerer, teils geröllführender Sande an den im wesentlichen horizontal geschichteten, oft aber nachträglich verstellten Sedimentfolgen zu. Diese größeren Sande, aber auch Kalkstein-Vorkommen werden auf der Karte eigens dargestellt und in den folgenden Abschnitten gesondert beschrieben.

Die Feinsedimente bieten von fetten Tonen bis zu feinsandigen Schluffen alle Korngrößen-Mischungsverhältnisse. Sie sind häufig karbonatführend bis -reich (Mergel), aber auch karbonatarm oder -frei ausgebildet. Vor allem in den tieferen Teilen sind meist karbonatverarmte, humusreiche bis kohlige Horizonte eingeschaltet, seltener auch bis über einen Meter mächtige Braunkohlelagen. Weiche, kreidige Kalkausfällungen und feste Kalkkonkretionen von wenigen Millimetern bis mehreren Zentimetern Größe können lagig angereichert sein, ebenso wie weiße bis rosafarbene Molluskenschalen. Grün-, oliv- bis blaugraue Reduktionsfarben, weniger violettrote Töne oder schwärzliche Färbung bei feinverteilter organischer Substanz wechseln mit braunen Oxidationsfarben bis rostfarbenen Eisenoxidausfällungen.

Die feinere Variante der Grobsedimente gleicht in reiner Form den typischen „Flinzsanden“ des Molassebeckens, d. h. schluffführenden, glimmerreichen Fein- bis Mittelsanden mit teilweise deutlichem Karbonatgehalt (s. Kap. 3.3.1.2). Diese vermischen sich offenbar großräumig mit der gröberkörnigen Variante (s. Kap. Obere Süßwassermolasse, Sand), so daß beliebige Übergänge auftreten. Gemeinsam sind allen sandigen bis kiesig-sandigen Ablagerungen meist lebhaftes Schrägschichtungsgefüge. Hellockerbräunliche bis bräunlichgraue Färbung überwiegt.

Aufschlüsse:

Mergel- und Sandgrube SW Gaimersheim
[7134AG0007]

Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 52 650, H 54 07 100 (s. Abb. 3-21)

3 Schichtenfolge

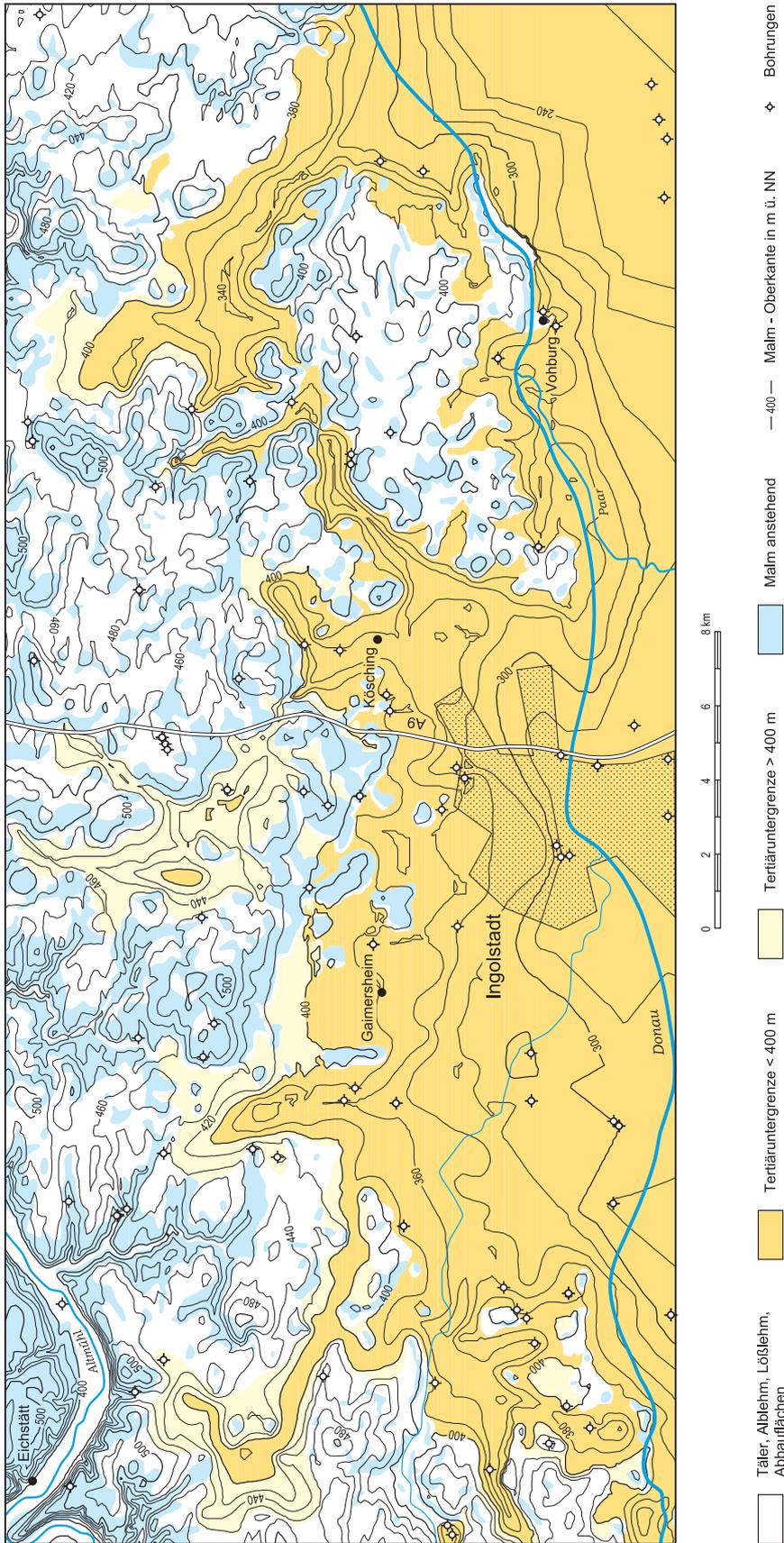


Abb. 3-20. Malmoberfläche und Tertiärrinnen am Nordrand des Molassebeckens in der Planungsregion 10 Ingolstadt. – In gelben Farbblöcken sind Rinnen und Karstsenken in der Malmoberfläche der südlichen Frankenalb dargestellt, die mit Sedimenten der Oberen Stüßwassermolasse (OSM) gefüllt sind. Mit Ausnahme des südlichen Randbereiches, wo auch noch ältere Sedimente über dem Weißjura liegen können, ist die Malmoberfläche identisch mit der Basis der OSM. – Die Darstellung ist aus einem geologischen 3-D-Untergrundmodell für die Planungsregion 10 Ingolstadt abgeleitet, dem unter anderem ein für die hydrogeologische Auswertung erstellter Plan der Malmoberfläche zugrundeliegt (s. BÜTTNER et al. 2002; Beil. 3). Die Auswertung beruht auf z.T. umfangreichen geophysikalischen (geoelektrischen) Messungen (s. Abb. 5.1).

Sandgrube direkt E Fasenerie, Eichstätt [7133AG0071]
Lage: Bl. Nr. 7133,
R 44 41 643, H 54 12 927

Bohrungen:

Denkendorf, DB-Neubaustrecke Nürnberg-Ingolstadt, BK 61.1/39 [7034BP0016]
Lage: Bl. Nr. 7034,
R 44 60 712, H 54 21 793
Dünzlau, Grundwassermeßstelle 11162 [7233BP0035]
Lage: Bl. Nr. 7233,
R 44 50 810, H 54 04 140

**Obere Süßwassermolasse,
Kalkstein-Einschaltung
(Süßwasser- oder Algenknollenkalk)**

Untermiozän–Obermiozän
(hier nur Karpat – unterstes Baden?)

Mächtigkeit: selten mehr als 1–2 m.

Lithologie und Fazies:

Die tertiären Kalksteine in der Region Ingolstadt sind recht unterschiedlich aufgebaut (s. Abb. 3-22), im allgemeinen aber durch Färbung, Struktur oder Fossilbestand von den marinen Kalksteinen des Malm auch makroskopisch zu unterscheiden. Den Malmkalken am ähnlichsten sind harte, homogene, feinkörnige (mikritische) Süßwasserkalksteine heller, grauer bis beiger Farbe. Nur vereinzelt enthalten sie weiße Schalenreste von Süßwassermollusken. Daneben treten teils krustig laminierte Kalksteine aus verschieden gestaltigen Partikeln auf. Hier sind zu nennen: Bruchstücke miozäner oder jurazeitlicher Kalksteine, vereinzelt Quarzkörner, schalig aufgebaute, rundliche Kalkkörper von wenigen Millimetern bis Zentimetern Größe (Onkoide der Algenknollenkalk). In anderen Fällen ist Molluskenschill, vor allem von Süßwasserschnecken, eine Hauptkomponente. Unterschiedliche Färbung von Komponenten und Matrix verursacht fleckiges Aussehen, mit oftmals helleren Komponenten und einer dichten, bräunlichen bis ockerfarbenen,



Abb. 3-21. Abfolge der Oberen Süßwassermolasse in der Mergel- und Sandgrube SW Gaimersheim [7134AG0007]. – Die Höhe der sichtbaren Abbauwand beträgt etwa 7 m. Graue, horizontalgeschichtete Mergel mit humosen und Schneckenschill-führenden Lagen werden von bräunlichen, teils schräggeschichteten Fein- bis Mittelsanden überlagert. Die Sedimente sind alpiner Herkunft. Die Mergel können der Limnischen, die Sande der Fluviatilen Unteren Serie zugeordnet werden (s. Tab. 3-3). Zuoberst ist Löß erhalten.

seltener rötlich- bis violettstichigen Kalkmatrix. Inhomogenitäten schlagen sich teilweise in einer porösen bis löchrigen Struktur nieder.

Kalksteinhorizonte treten meist in den untersten Abschnitten der Oberen Süßwassermolasse der Südlichen Frankenalb auf, oft unmittelbar über der Malmkalk-Oberfläche. Sie sind meist nur kleinräumig aufgeschlossen und deshalb in der Karte nur als punktuelle Vorkommen dargestellt. Bei der Kartierung verraten sie sich als auffällige Schuttkomponenten in den sonst aus Lockersedimenten entstandenen Böden.

Aufschlüsse:

Lehm- und Sandgrube S Weißenkirchen [7133AG0015]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 42 750, H 54 13 325

Lehm- und Sandgrube direkt E Fasenerie, Eichstätt [7133AG0071]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 41 643, H 54 12 927

Bohrungen:

Denkendorf, DB-Neubaustrecke Nürnberg-

3 Schichtenfolge

Ingolstadt, BK 61.1/39
[7034BP0016]
Lage: Bl. Nr. 7034,
R 44 60 712, H 54 21 793

Obere Süßwassermolasse, Sand, OSM,S

Untermiozän–Obermiozän
(hier überwiegend unteres
Baden?)

Mächtigkeit: meist wenige
Meter, lokal bis ca. 10 m.

Lithologie und Fazies:

Die gesondert ausgehaltenen, gröberen Sande der Nordschüttungen zeigen ein erkennbar anderes Gepräge als die ebenfalls noch nördlich der Donau vertretenen, aber von SE herantransportierten typischen „Flinzsande“. Es handelt sich um meist karbonatfreie Quarzmittelsande bis -grosande mit lagig wechselnden Fein- bis Mittelkiesanteilen. Bei den Geröllen überwiegt Quarz andere widerstandsfähige, vor allem kieselige Gesteinsarten bei weitem. Feldspat ist in der Sandfraktion häufiger vertreten, Hellglimmer meist in geringerer Menge als bei den typischen Flinsanden. Bei allgemein bräunlichen Farben weisen insbesondere oberflächen-nahe Abschnitte rostfarbene Eisenzeichnung und verstärkte Ton- und Schluffanteile auf. Weniger verwitterungsbeeinflusste Abschnitte zeigen jedoch auch eine typische, hell- bis weißgraue Färbung („Glassand-Charakter“).

Teile der Vorkommen ganz im NW der Region (SCHMIDT-KALER 1990: Abb. 23) müssen womöglich den Monheimer Höhensanden zugeordnet werden, die petrographisch entsprechend ausgebildet sind.

Aufschlüsse:

Sandgrube S Schelldorf, aufgelassen
[7134AG0069]
Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 57 325, H 54 15 850



Abb. 3-22. Verschiedene Varianten von Kalksteinen der Oberen Süßwassermolasse auf der Südlichen Frankenalb in vier Handstücken.

- Links: komponentengestützter Partikelkalkstein (Lesestein [7233EF0011]) mit einzelnen Algenknollen und zahlreichen eckigen bis gut gerundeten, rundlichen bis ovalen Kalksteinbruchstücken in dichter Kalkmatrix
- Unten Mitte: Algenknollen-Kalkstein (Kern aus Bohrung BK 71.2/57 [7134BN0059]) mit im Bild erkennbaren, größeren und nicht mehr unterscheidbaren, millimetergroßen, rundlichen bis ovalen Onkoiden (Algenknollen) in feinkörniger Kalkmatrix
- Rechts oben: dichter Süßwasserkalkstein (Lesestein [7233EF0010]) mit vereinzelt weißen Molluskenschalenresten
- Rechts unten: Süßwasserkalkstein (Lesestein [7233EF0009]), mit zahlreichen Schalenresten von Schnecken und Muscheln sowie dem teilweise hohlen Steinkern einer Schnecke (linker mittlerer Rand der Probe).

Sandgrube N Forchheim [7136AG0039]
Lage: Bl. Nr. 7136, R 44 76 690, H 54 10 230

Ries-Trümmersmassen (Bunte Breccie und Schollen), mi,X

Mittelmiozän (Mittleres Baden; 14,9 Mio. Jahre nach STORZER et al. 1995)

Mächtigkeit: wenige Meter, lokal auch wenige Zehnermeter möglich.

Lithologie und Fazies:

Die bunten Ries-Trümmersmassen setzen sich weit überwiegend aus den verschiedenen Gesteinen des Deckgebirges zusammen, die beim Einschlag des Riesmeteoriten als bunte Breccie ausgeworfen bzw. in Form größerer Schollen abgeschert wurden. Auswurfmassen des tieferliegenden Grundgebirgsbereichs (Polymikte Kristallinbreccie, Suevit) sind in der Region bisher nicht nachgewiesen.

Trotz ihres Namens stellt die Bunte Breccie kein Festgestein, sondern ein Lockergestein aus einer Mischung aller Korngrößen dar (Diamikton). Tonige Matrix und eingeschlossene, tonige Komponenten verändern ihre Festigkeit mit dem Grad der Durchfeuchtung. Bei der Bunten Breccie schwimmen verschiedene Festgesteinskomponenten, vor allem Kalk- und Dolomitsteine des Malm, aber auch Sandsteine des Keuper und Dogger oder tertiäre Kalksteine in einer vorwiegend dunkelgrauen, tonigen Matrix. Diese enthält neben der feinvermengten Grundmasse auch weitere tonige bis mergelige Komponenten, bunt gefärbte aus dem Keuper, graue bis schwärzliche aus Lias und Dogger, besonders häufig aber aus der Tertiärmolasse (s. Abb. 3-23). Gneis- und Granitkomponenten aus dem Bereich des kristallinen Grundgebirges sind nur deutlich untergeordnet enthalten.

Viele Trümmermassen-Vorkommen der Region stellen Schollen aus aufgeschürften, grauen bis grünlichgrauen Tonen bis Mergeln der Oberen Süßwassermolasse dar. Nur wenige eingearbeitete Komponenten älterer Gesteine zeigen ihren allochthonen Charakter an.

Als ursprünglich wohl weitgehend geschlossene Decke reichten Trümmermassen noch bis über



Abb. 3-23. Bunte Breccie im Steinbruch W Bahnhof Gundelsheim [7031AG0014], Lage: R 44 14 700, H 54 19 500. – Die Auswurfmassen des Meteoriten-Einschlags im Ries zeigen in einer grauen, tonig-mergeligen Matrix Brocken unterschiedlicher Locker- und Festgesteine aus dem Deckgebirge der Alb.

das heutige Wellheimer Trockental nach E, mehr als 35 km vom Kraterzentrum entfernt (s. Abb. 2-6).

3.3.1.2 Miozän südlich der Donau

Die im Südteil der Region an der Oberfläche ausstreichenden Ablagerungen der miozänen Oberen Süßwassermolasse werden den nachfolgend beschriebenen, bisher informellen lithostratigraphischen Einheiten etwa im Formationsrang zugeordnet (s. Tab. 3-3). Die abweichende lithostratigraphische Gliederung der Oberen Süßwassermolasse im östlichen und im westlichen bayerischen Alpenvorland (z. B. DOPPLER 1989, UNGER 1989) erklärt sich aus der größeren Sedimentausbildung im liefergebietsnäheren östlichen Teil des beckenachsialen Stromsystems (s. Kap. 2) gegenüber der feinerkörnigen im distalen westlichen Bereich. In der Region Ingolstadt findet ein Übergang zwischen den verschiedenen Ausprägungen statt, beide Gliederungssysteme greifen hier ineinander (s. DOPPLER et al. 2000).

Die Kiese, Sande oder Feinsedimente der verschiedenen Einheiten der Oberen Süßwassermolasse sind ohne Kenntnis des Gesteinsverbandes und der großräumigen Lagerungsverhältnisse kaum unterscheidbar. Ihre Einstufung gelingt meist nur durch Einbindung in Abfolgen vergleichbarer Gesamtausprägung (z. B. Abschnitte ohne kiesige Einschaltungen oder überwiegend kiesiger Ausbildung). Wegen fließender Übergänge in der Korngrößenentwicklung, unterschiedlicher Faziesausprägungen im zeitgleichen Ablagerungsraum und allgemein beschränkter Aufschlußverhältnisse sind Grenzziehungen zwischen Einheiten der Oberen Süßwassermolasse überwiegend mit Unsicherheiten behaftet. Vor allem zwischen Einheiten der östlichen und der

3 Schichtenfolge

Tab. 3-3: Schichtenfolge des Tertiärs in der Planungsregion 10 Ingolstadt

Alter	Chronostratigraphie		Säugerzone	Lithostratigraphie im Molassebecken (Planungsregion 10 Ingolstadt)				LZ.					
				W	Donaugebiet	E	W		Tertiärhügelland	E			
13,0	Mittelmiozän	Sarmat	MN 7+8				Hangendserie	Mischserie	Obere Süßwassermolasse	L4			
16,4		Baden	o.	MN 6				Feinkörnige Kalkige Deckschicht (oberer Teil)		Nördliche Vollschotter-Abfolge	L3		
			m.					Geröllsandserie (unterer Teil)			L2		
17,2	Untermiozän	Karpat	MN 5				Fluviatile Untere Serie		Obere Süßwassermolasse	L1			
18,0				Ottmang	o.	MN 4	Kirchberger Schichten	Sand-Kalkmergel-Serie			kalkmergelige Abt. sandige Abteilung	Süßwasserschichten	Fluviatile
					m.		Grimmfinger Schichten					Limnische	Limnische
					Albstein			Oncophora-schichten	OBM				
							Glaukonitsande und Blättermergel		OMM				
							Neuhofener Schichten		OMM				

Alter der Zeitgrenzen (Millionen Jahre vor heute), chronostratigraphische Einheiten und Säugerzonen nach STEININGER (1999). - Abkürzungen: OBM = Obere Brackwassermolasse, im Donaugebiet Süßbrackwassermolasse; OMM = Obere Meeresmolasse; *** = Brockhorizont des Ries-Meteoriteneinschlags vor 14,9 Mio. Jahren; LZ. = Lithozonen nach UNGER (1989).

westlichen Oberen Süßwassermolasse müssen Grenzen an günstigen Stellen innerhalb von Übergangsbereichen der Korngrößenentwicklung gezogen werden. Größere Bereiche mit überwiegend feinkörniger, also mergeliger, toniger oder schluffiger Ausbildung wurden für die verschiedenen stratigraphischen Einheiten in der vorliegenden Karte jeweils gesondert ausgehalten.

Die älteste Einheit der Oberen Süßwassermolasse ist die überwiegend feinkörnig, mergelig ausgebildete Limnische Untere Serie, deren Fazies sich nach E in den Limnischen Süßwasserschichten fortsetzt. Sie gelangt zwar in donau-nahen Bereichen bis nahe an die Oberfläche, war aber nur nördlich der Donau vorübergehend in Aufschlüssen zugänglich (z.B. Mergel- und Sandgrube SW Gaimersheim [7134AG0007], Lage: R 44 52 650, H 54 07 100; s. Abb. 3-21). Die darüber folgenden Einheiten bestehen im allgemeinen aus zyklischen, höchstens wenige Zehnermeter mächtigen Wechselfolgen, die sich im Idealfall jeweils von den grobkörnigen Basisbildungen der Flußrinnen hin zu feinkörnigen

Decksedimenten der Überflutungsebene entwickeln.

Fluviatile Untere Serie, miUF

Fluviatile Untere Serie, Feinsediment, miUF_F
Untermiozän–Mittelmiozän (hier unteres Baden)

Mächtigkeit:

bis 100 m im SW der Region, nach N erosiv, nach E zugunsten Geröllsandserie und Nördlicher Vollschotter-Abfolge auskeilend; Feinsediment-Einschaltungen meist 10 cm–10 m, vereinzelt auch deutlich mehr.

Lithologie und Fazies:

Das Schichtpaket der Fluviatilen Unteren Serie bildet eine Wechselfolge, bei der sandige Partien die feinkörnig ausgebildeten deutlich überwiegen, und kiesige Einschaltungen bis auf die obersten und östlichsten Teile weitgehend fehlen. Charakteristisch sind im unverwitterten Zustand meist karbonathaltige Feinsande mit wechselnden Mittelsand- und Schluffanteilen (s. Abb. 3-24). Der Karbonatgehalt wird durch die Ausbil-

dung von Kalksandsteinbänken und zapfenförmigen Gebilden unterstrichen. Die typischen Flinzsande führen allgemein reichlich Hellglimmer. Oft bis 20 oder 30 m unter die Oberfläche zeigen sie graubraune bis hellockerbräunliche Oxidationsfarben, meist nur in tieferen Bohrungen gleichmäßig graue Reduktionstöne. Schrägschichtungsstrukturen sind bei Korngrößenunterschieden deutlich ausgeprägt und oft von orangebraunen, eisen-schüssigen Fällungshorizonten nachgezeichnet. Im Basalbereich von Rinnenstrukturen und Schrägschichtungskörpern finden sich verbreitet Resedimentlagen aus Feinsediment-Bruchstücken und Kalkkonkretionen. Vor allem hier sind auch Schalenreste von Schnecken und Muscheln, seltener Wirbeltierreste angereichert.

In die Sande sind immer wieder Feinsedimentlinsen und -lagen eingeschaltet, die teilweise auch über Kilometer horizontbeständig bleiben können. Es handelt sich um schluffige Tone bis Schluffe, im allgemeinen mit merklicher bis deutlicher Feinsandkomponente, die aufgrund von Karbonatgehalten über 10 % zumeist als Mergel angesprochen werden können (s. Abb. 3-25). Oberflächennah sind sie aber häufig entkarbonatisiert. Einlagerungen knolliger, mm- bis cm-großer, weißlicher Kalkausfällungen fester oder mürber bis kreidiger Konsistenz sind verbreitet und viel-



Abb. 3-24. Sande der Fluviatilen Unteren Serie in der Sandgrube N Weidorf [7332AG0041], Lage: R 44 31 280, H 53 87 430 (Bildhöhe etwa 3 m). – Durch den Wind werden die besser zusammenhaltenden, schluffreicheren Partien herauspräpariert und so die intensive Kreuzschichtung deutlich sichtbar gemacht. Die vereinzelt erkennbaren größeren Komponenten im oberen Bildteil sind keine Quarzgerölle, sondern Resedimente aufgearbeiteter Feinsedimentlagen oder deren Kalkkonkretionen.



Abb. 3-25. Mergellage der Fluviatilen Unteren Serie in einem Hanganriß SE Gersteten [7333AG0038], Lage: R 44 48 080, H 53 87 269 (Maßstab: in das Bild einragender Klappspatenstiel etwa 50 cm lang). – Die im Bild zu erkennenden, horizontalen Farbunterschiede gehen auf geringfügige Veränderungen der Kornzusammensetzung zurück, die schwarzgraue Färbung im obersten Bildteil auf feinverteilte organische Substanz. Als weiße Flecken zeichnen sich Kalkausfällungen ab, die hier locker-kreidig, an anderen Stellen auch als feste Kalksteinkauern ausgebildet sind. Das auf eine feine Horizontalschichtung zurückgehende, plattige Gefüge ist eher untypisch für die häufig nur grob geschichteten Feinsedimente der Oberen Süßwassermolasse.

3 Schichtenfolge

fach lagig angereichert. Feingeschichtete Bereiche sind selten. Zumeist wirken die Feinsedimente massiv mit nur undeutlicher, grober Horizontalschichtung aufgrund von Korngrößenunterschieden. Angetrocknete Mergel brechen meist unregelmäßig polyedrisch, tonreichere Partien oft entlang interner Scherflächen. Bei zunehmender Durchfeuchtung verhalten sich die Feinsedimente zähplastisch bis weich. Mit steigenden Schluff- und Feinsandgehalten erscheinen sie stumpfer und zerfallen bröckelig bis mehlig. Frisch zeigen die Mergel graue, bei hohem Karbonatgehalt beige- bis aschgraue Farben. An der Oberfläche entwickeln sich rasch olivbraune Töne.

Die Fluviale Untere Serie bildet die westliche, sandbetonte Fortsetzung der Geröllsandserie bzw. der Nördlichen Vollschotter-Abfolge weiter im E. Kiesfreie Sandschüttungen sind im E älter und werden dem unteren Teil der Nördlichen Vollschotter-Abfolge bzw. den Fluvialen Süßwasserschichten zugezählt.

Aufschlüsse:

Sandgrube Stelzhof [7332AG0007]

Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 36 250, H 53 95 120

Sandgrube am Tannenberg N Steingriff
[7433AG0002]

Lage: Bl. Nr. 7433, R 44 44 000, H 53 83 580

Sand- und Kiesgrube SE Thierham
[7434AG0037]

Lage: Bl. Nr. 7434, R 44 56 000, H 53 82 680

Bohrungen:

Forschungs- und Thermalwasserbohrung Schrob-
benhausen (RIL1/00) [7433BB0075]

Lage: Bl. Nr. 7433, R 44 46 360, H 53 82 710

Forschungsbohrung Stockhausen NW Gerols-
bach (RIL 1/97) [7434BN0485]

Lage: Bl. Nr. 7434, R 44 51 612, H 53 74 371

Geröllsandserie, miGS

Geröllsandserie, Feinsediment, miGS_F

Mittelmiozän (hier unteres–mittleres Baden)

Mächtigkeit:

bis 90 m im SW der Region; nach N erosiv, nach E zugunsten der Nördlichen Vollschotter-Abfolge auskeilend; Feinsediment-Einschaltungen

meist 10 cm–10 m, vereinzelt knapp 20 m.

Lithologie und Fazies:

Charakteristisch für die Wechselfolgen der Geröllsandserie ist die Beteiligung von weit überwiegend fein- bis mittelkörnigen Quarzkiesen, teils in Form von Kiessanden, teils als Kieslagen mit untergeordnetem Sandgehalt (s. Abb. 3-26). Letztere treten besonders im Übergangsbereich zur Nördlichen Vollschotter-Abfolge im E auf. Bei den Gerölln sind auch verschiedene kieselige Gesteine, selten Kristallin und nur ganz vereinzelt Karbonat mit höchstens Feinkiesgröße vertreten. Im Sandanteil dominiert im allgemeinen der Mittelsand, Hellglimmer ist stets vorhanden. Der im Aufschluß sehr oft deutliche Karbonatgehalt des sandigen Zwischenmittels ist in den oberflächennahen Partien meist weggeführt. Karbonatisch verfestigte, geröllführende Sandsteinbänke oder Feinkonglomerate sind selten und von geringer Ausdehnung. Das Sedimentationsbild ist allgemein geprägt durch Schrägschichtung mit lebhaftem Wechsel kies- und sanddominierter Lagen im Zentimeter- bis Dezimeter-Bereich. Die Färbung wechselt zwischen hellockerfarbenen bis hellbräunlichgrauen Tönen.

Daneben kommen bis metermächtige Abschnitte weitgehend geröllfreier Sande vor. Sie nehmen nach W zu und gleichen, abgesehen von der Tendenz zu etwas größerem Korn, den Sanden der Fluvialen Unteren Serie. Resedimentlagen und Makrofossilführung erscheinen etwas seltener als dort. Die Feinsedimente der Geröllsandserie lassen keinen signifikanten Unterschied zu denen der Fluvialen Unteren Serie erkennen (s.o.).

Der Begriff Geröllsandserie für Sedimente in Fortsetzung der Nördlichen Vollschotter-Abfolge wurde im distalen, westlichen Bereich der Oberen Süßwassermolasse eingeführt, wohin aufgrund abnehmender Transportkraft selbst in den abflußstärksten Zeiten höchstens fein- bis mittelkiesiges Material gelangte. Der Übergang zwischen den Faziestypen „Vollschotter“ und „Geröllsand“ ist fließend. Die Grenze zwischen den lithostratigraphischen Einheiten wurde nach dem Überwiegen der jeweiligen Ausprägung gezogen und verläuft stark diachron (s. Tab. 3-2).



Abb. 3-26. Kiessande der Geröllsandserie in der Kies- und Sandgrube NNW Voglied [7434AG0046], Lage: R 44 59 550, H 53 76 020 (Maßstab: Filzstift etwa 12 cm lang). – Der untere Bildteil zeigt die typische Geröllsandfazies mit Sandvorherrschaft und nur in einzelnen Lagen und Linsen verstärkt auftretendem Fein- bis Mittelkies. Im höheren Bildteil überwiegen bereits Schotter, deren Korngröße allerdings den Mittelkiesbereich nicht übersteigt.

Aufschlüsse:

Sandgrube am Ödberg S Brunnen

[7333AG0029]

Lage: Bl. Nr. 7333, R 44 49 666, H 53 87 201

Sand- und Kiesgrube NNW Freinhausen

[7334AG0049]

Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 57 428, H 53 89 688

Kiesgrube NE Westerbach [7433AG0008]

Lage: Bl. Nr. 7433, R 44 50 220, H 53 80 700

Bohrungen:

Forschungsbohrung Stockhausen NW Gerolsbach (RIL 1/97) [7434BN0485]

Lage: Bl. Nr. 7434, R 44 51 612, H 53 74 371

Deimhausen, Brunnen 2, VB [7334BP0024]

Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 55 085, H 53 87 810

Nördliche Vollsotter-Abfolge, miNV

Nördliche Vollsotter-Abfolge, Feinsediment,

miNV_F

Mittelmiozän (Unteres Baden–?tiefstes Sarmat;

Lithozone L 2–3)

Mächtigkeit:

bis 150 m im S und SE der Region, nach W zugunsten der Geröllsandserie auf etwa 25 m abnehmend; nach N erosiv auskeilend; Feinsediment-Einschaltungen meist 10 cm–10 m, vereinzelt knapp 20 m.

Lithologie und Fazies:

Die Nördliche Vollsotter-Abfolge besteht aus zyklischen Wechselfolgen toniger bis kiesiger Schichten, bei Vorherrschaft der kiesigen Abschnitte. Bei der Detailkartierung wird nach UNGER (1989) ein unterer Teil (Lithozone L 2) von einem oberen (Lithozone L 3) mit etwas granatreduziertem Schwermineralspektrum unterschieden.

Die namengebenden Schotter sind wechselnd sandführende Quarzfeinkiese bis -grobkiese (s. Abb. 3-27). Neben Quarz fallen andere



Abb. 3-27. Vollsotter in der Kiesgrube NE Stockhausen bei Gerolsbach [7434AG0002]. – Die Quarzschotter der Nördlichen Vollsotter-Abfolge haben einen deutlichen Grobkiesanteil. Sand tritt nur in kleineren Linsen in den Vordergrund. Im rechten, oberen Bildeck sind noch Teile der überlagernden, feinkörnigen Deckschicht zu erkennen.

3 Schichtenfolge

kieselige Gesteine der Alpen auf, z.B. Quarzite, Radiolarite, Kieselschiefer oder Sandsteine sowie Kristallingesteine, meist Gneise. Den „Vollschotter“-Charakter unterstreichen schiebchenförmig abgerollte, hellgraue Dolomite, meist weniger als 1 cm im größten Durchmesser. Die Dolomitgerölle sind selten und im oberen Teil der Abfolge oft gar nicht mehr zu finden. Dieser jüngere Abschnitt erscheint in größerem Umfang entkarbonatisiert, im Gegensatz zu den grundsätzlich karbonatführenden tieferen Partien des Nördlichen Vollschotters, wo lokal sogar mehrere Dezimeter dicke, kalkig verbackene Konglomeratbänke oder -stotzen auftreten. Lebhaftes Schrägschichtung ist vorwiegend durch wechselnde Sandbeteiligung ausgeprägt und wird teilweise durch Eisenausfällungen nachgezeichnet. Im Gesamteindruck wirken die Schotter meist hellbräunlichgrau bis hellgraubraun. Makrofos-silführung beschränkt sich weitestgehend auf vereinzelt lagig angereicherte, dickschalige Muschelreste und unterschiedlich stark verkieselte Hölzer. Funde von Skeletteilen oder Zähnen von Großsäugern gelingen nur in Ausnahmefällen.

Insgesamt untergeordnet enthält die Nördliche Vollschotter-Abfolge auch kiesärmere bis -freie Grobsedimente, die von denen der Geröllsandserie makroskopisch nicht zu unterscheiden sind. Mächtigeren Lagen reinen Sandes ohne Einlagerung von zumindest Feinkieseln sind allerdings selten. Auch die Ausbildung der Feinsedimente rechtfertigt keine von entsprechenden Einschaltungen in der Geröllsandserie oder Fluvialen Unteren Serie (s.o.) abweichende Beschreibung. Weite Verbreitung haben hier die „Feinkörnigen Kalkigen Deckschichten“ nach UNGER (im Druck a, b) als abschließendes, kalkreiches Decksediment des oberen Teils der Folge.

Der Nördliche Vollschotter ist eine typische Fazies der Liefergebietsnahen, östlichen Oberen Süßwassermolasse und geht nach W in feinere Schotter und Kiessande der Geröllsandserie über.

Aufschlüsse:

Kies- und Sandgrube am Faistenberg W Rohrbach [7335AG0030]

Lage: Bl. Nr. 7335, R 44 66 800, H 53 85 800

Kiesgrube NE Stockhausen bei Gerolsbach [7434AG0002]

Lage: Bl. Nr. 7434, R 44 51 590, H 53 74 380
Mergel- und Sandgrube W Oberdummeltshausen [7534AG0070]

Lage: Bl. Nr. 7534, R 44 56 225, H 53 71 750

Bohrungen:

Gerolsbach / Tränk, Brunnen 1 [7534BB0040]

Lage: Bl. Nr. 7534, R 44 54 980, H 53 71 810

Vorkommen des Brockhorizonts

Mittelmiozän (Mittleres Baden; 14,9 Mio. Jahre nach STORZER et al. 1995)

Mächtigkeit: bis wenige Zentimeter.

Lithologie und Fazies:

Als Brockhorizont werden Schichtfugen oder dünne Sedimentlagen bezeichnet, in denen meist nur vereinzelte Kalksteinbrocken auftreten, die eindeutig aus der germanischen Fazies der Alb bezogen werden können (s. Abb. 3-28). Die Gesteinstrümmer erreichen Grobkies- bis Blockformat und zeigen im allgemeinen noch die ursprünglichen, ungerundeten Bruchkanten. Dadurch und anhand der internen Ausbildung, z.B. fehlenden Schrumpfrissen, sind sie von Kalkknauern aus der Oberen Süßwassermolasse zu unterscheiden, die in Aufarbeitungslagen häufig mit ihnen gemeinsam auftreten. Im Prinzip können alle im Abschnitt 3.1.2 beschriebenen Gesteine des Weißjura vorkommen. Andere mesozoische Festgesteine wurden bisher kaum beobachtet, evtl. mittransportiertes Lockermaterial kann makroskopisch nicht mehr identifiziert werden.

Der sog. Brockhorizont besteht aus beim Meteoriten-Einschlag im Ries ausgeworfenen Gesteinstrümmern, die mehr als 100 km im Umkreis (s. Abb. 2-6) über die damalige Landoberfläche geschleudert wurden. Im Gegensatz zu den Trümmernmassen (s. Kap. 3.3.1.1) bildete der Brockhorizont keine geschlossene Decke. Die meisten kleineren Gesteinstrümmer wurden sicherlich geringfügig umgelagert. Trotzdem bieten Vorkommen des Brockhorizonts eine hervorragende Datierungsmöglichkeit für das umgebende Gestein



Abb. 3-28. Brockhorizont in der Kies- und Sandgrube E Streitdorf [7435AG0064]. – In mittelmiozänen Ablagerungen sind stellenweise meist lagig angeordnet, ungerundete Brocken von Kalksteinen aus der Alb zu finden. Es handelt sich dabei um beim Riesereignis ausgeschleuderte Gesteinstrümmer, die auch Blockgröße erreichen können. Zwei kleinere Malmkalkbrocken sind im Bild an der Basis eines kiesigen Horizonts über einer Sandlage der Nördlichen Vollschotter-Abfolge zu erkennen. Oft ist der Brockhorizont allerdings nicht so augenfällig wie im Foto, wenn sich z.B. kleinere Kalksteinbruchstücke in Aufarbeitungshorizonten mit resedimentierten Ton/Mergelgeröllen und Kalkknauern verbergen.

auf das für den Meteoriteneinschlag von STORZER et al. (1995) berechnete Absolutalter von etwa 14,9 Millionen Jahren. Unterschiede in der Meereshöhe benachbarter Vorkommen bis zu wenigen Zehnermetern gehen sicherlich teilweise auf Reliefunterschiede bei der Ablagerung zurück.

Aufschlüsse:

Kies- und Sandgrube E Streitdorf
[7435AG0064]

Lage: Bl. Nr. 7435, R 44 66 440, H 53 77 300

Kies- und Sandgrube Kohlstatt E Gerolsbach
[7534AG0067]

Lage: Bl. Nr. 7534, R 44 53 850, H 53 73 100

Bentonit-Vorkommen

Mittelmiozän (hier mittleres Baden)

Mächtigkeit: bis ca. 1 m.

Lithologie und Fazies:

Bentonite sind Tone, die sich überwiegend aus Smektit (quellfähige Tonminerale, wie Montmorillonit, Beidellit) zusammensetzen. Sie sind im Gelände durch ihre gleichmäßig hellbeige, auch grünliche und gelbliche Färbung und ihre besondere, fettähnliche Konsistenz aufgrund des hohen Tonkornanteils gut erkennbar. Reine Bentonite sind karbonatfrei. In den meisten Fällen zeigen sie ein strukturlos massiges Gefüge. Geringfügige Unterschiede in der Zusammensetzung sind an diffusen horizontalem Farbwechsel zu erkennen. In Begleitung der Bentonite können vereinzelt noch helle, unverwitterte Glastuffe auftreten. Smektit-angereicherte, tonärmere, schluff- und feinsandführende Feinsedimente kommen stratigraphisch oder räumlich benachbart ebenfalls vor.

Die der Region benachbarten Lagerstätten im Aichacher Raum liegen ca. 30 m über dem datierten Brockhorizont und können daher als etwas jünger als 14,9 Millionen Jahre noch ins mittlere Baden eingestuft werden. Die Vorkommen unmittelbar an der Ostgrenze der Region ESE Wolnzach dürften mit diesen Lagerstätten wohl altersmäßig korrelieren.

Aufschlüsse:

Bentonitgrube ENE Hagertshausen, aufgelassen
[7436AG0026]

Lage: Bl. Nr. 7436, R 44 78 200, H 53 84 600

Mischserie, miMS

Mittelmiozän–Obermiozän (hier höchstes Baden–Sarmat; Lithozone L 4)

Mächtigkeit: bis 10 m (z.T. erosiv reduziert).

3 Schichtenfolge

Lithologie und Fazies:

Das Korngrößenspektrum der Mischserie in der Region umfaßt nur Grobsedimente. Wechselnd sandige Quarzfeinkiese bis -grobkiese (Schotter) überwiegen dabei deutlich die vergleichsweise grobkörnigen, häufig geröllführenden Sande. Beide Ausprägungen sind karbonatfrei und eher arm an Hellglimmer. Bei der Oberflächenkartierung fallen die Sedimente der Mischserie durch ein rötlichbraunes, lehmiges Zwischenmittel und regelmäßig, wenn auch nicht immer häufig vertretene, gelblichweiße Feldspatkörnchen in Grobsand- bis Feinkiesgröße auf. Diese stammen wohl aus zerfallenen Kristallingeröllen.

Die Mischserie wird nach UNGER (1989) aufgrund von Feldspatführung und Verschiebungen im Schwermineralspektrum zu den stabilen Komponenten als eigene lithostratigraphische Einheit der nordöstlichen Vorlandmolasse geführt.

Aufschlüsse:

Kies- und Sandgrube N Hirschhausen
[7435AG0126]

Lage: Bl. Nr. 7435, R 44 72 600, H 53 76 260

Bohrungen:

Dürnzhausen, Kieserkundung (RIS 18)
[7435BN0070]

Lage: Bl. Nr. 7435, R 44 73 290, H 53 76 820

Hangendserie (z.T. mit Mischserie), miHS

Hangendserie, Feinsediment, miHS_F

Mittelmiozän–Obermiozän (hier wohl Sarmat;
Lithozone L 4)

Mächtigkeit: bis 10 m (z.T. erosiv reduziert);
Feinsedimente bis nahezu 10 m.

Lithologie und Fazies:

Die im Arbeitsgebiet ausschließlich erhaltenen älteren Abschnitte der Hangendserie stellen Wechselfolgen ohne Kiesbeteiligung dar. Als größte Sedimente sind beige- bis graubraune Fein- bis Mittelsande mit wechselnden Schluffgehalten zu beobachten. Sie sind weitgehend karbonatfrei und durchschnittlich hellglimmerführend. Feldspat fehlt zumeist. Es überwiegen graubraune Farben mit Rostzeichnung.

Die Feinsedimente der Hangendserie in der Region zeigen deutliche Übergänge zu den auftretenden Sanden. Sie bestehen vorwiegend aus Schluffkorn mit wechselnden Anteilen von Ton und Feinsand, nur lokal dominiert die Tonfraktion. Im allgemeinen sind die Feinsedimente karbonatfrei, können verschiedentlich aber auch wenig feinverteilten bzw. in Konkretionen konzentrierten Kalk führen. Die Färbung bewegt sich zwischen graubraun und ockerbraungrau.

Auch die Hangendserie gehört in die Schichtenfolge der Ostmolasse und wird nach UNGER (1989) durch der Lithozone L 2 vergleichbare, granatdominierte Schwermineralspektren der Lithozone L 4 repräsentiert. Der in den Restvorkommen im südöstlichen Randbereich der Region nur noch erhaltene, ältere Teil der Hangendserie mit rein alpiner Herkunft verzahnt sich mit den gleichzeitigen Ablagerungen der Mischserie aus NE. Verschiedentlich wird Hangendserie deshalb auch wieder von Mischserie überlagert, ohne daß solche Vorkommen im Maßstab 1:100 000 noch dargestellt werden konnten.

Aufschlüsse:

Kies- und Sandgrube N Hirschhausen
[7435AG0126]

Lage: Bl. Nr. 7435, R 44 72 600, H 53 76 260

Kies- und Sandgrube E von Streitberg
[7535AG0105]

Lage: Bl. Nr. 7535, R 44 67 930, H 53 73 100

Mergelgrube NE Viehhausen [7535AG0060]

Lage: Bl. Nr. 7535, R 44 74 000, H 53 62 840

Bohrungen:

Dürnzhausen, Kieserkundung (RIS 18)
[7435BN0070]

Lage: Bl. Nr. 7435, R 44 73 290, H 53 76 820

3.3.2 Pliozän

Nur für wenige Ablagerungsreste aus der Zeit des schon im ausgehenden Obermiozän auf östliche Richtung umgestellten Abflußregimes (Ur-Donau) kann eine Entstehung im Pliozän angenommen werden. Vermutlich stammen sie aus dem jüngsten Abschnitt eines seit dem Obermiozän über etwa 5–7 Millionen Jahre andauernden

Zeitraums, in dem im Molassebecken und vermutlich gerade in dem am Nordrand aufsteigenden Albgebiet breitflächig erodiert, aber kaum akkumuliert wurde.

Die von UNGER (1999 b) als pliozäne Ablagerung postulierte sog. Geisenfeld-Abfolge konnte bei den Kartierungen in der Region nicht bestätigt werden. Die in dieser Einheit zusammengefaßten, meist bräunlichen, in geringem Umfang geröllführenden Sande sind überwiegend dem quartären Verwitterungs- und Umlagerungsbe- reich in den oberflächennahen Abschnitten der sandig ausgeprägten, älteren Einheiten der Oberen Süßwassermolasse zuzuordnen. Sofern ihre Darstellung in der Karte nicht zugunsten der Ausgangseinheiten unterblieb, sind entsprechen- de Hangsande in der Einheit „Sand, umgelagert“ der Geologischen Karte 1:100 000 enthalten. Drei OSL-Datierungen (Optisch Stimulierte Lu- mineszenz) erbrachten Alter aus dem letzten und dem vorletzten Glazial (s. Tab. 3-6: R34-1, R34- 2, R37; FIEBIG & PREUSSER 2001).

Flußschotter, ?pliozän (Hochflächenschotter, Hochschotter), pl,G

Mächtigkeit: bis wenige Meter; z.T. nur Geröll- streu.

Lithologie und Fazies:

Die fraglich pliozänen Flußschotter sind teils steinige Fein- bis Grobkiese mit wechselndem Gehalt an Sand, Schluff und Ton, die sich oft zu einem lehmigen Zwischenmittel verbinden. Vom Geröllbestand her stellen sie Restschotter vor- wiegend aus Quarz und anderen kieseligen Ge- steinen (z.B. Hornsteine, Radiolarite, Lydite, Sandsteine) dar. Einbezogener Hornsteinschutt aus den Malmkarbonaten im engeren Einzugsge- biet weist dabei nur geringe Rundungsgrade auf. Soweit erschlossen, zeigen die Schottervorkom- men oft keine fluviatile Schrägschichtung mehr, sondern wurden im Frostklima des Eiszeitalters stark verwürgt und durchbewegt. Es überwiegen rostfarbene Brauntöne.

Eine sichere Einstufung der Schotter ins Plio- zän war bisher weder biostratigraphisch noch durch absolute Datierung möglich. Die stratigraphi-

sche Einordnung erfolgt lediglich aufgrund der Höhenlage mehr als 110 m über dem heutigen Abflußniveau. Die nur noch lokal erhaltenen Vorkommen konzentrieren sich vor allem in ei- nem Bereich entlang des Wellheimer Trocken- tals und des Altmühltals.

3.4 Tertiär bis Quartär

Ablehm (Rückstandslehm und Lößlehm), „La Polygenetische Einheit (Eozän bis Pleistozän)

Mächtigkeit: bis ca. 3 m, in Spaltenfüllungen bis über 10 m.

Lithologie und Fazies:

Der Ablehm baut sich aus Rückstandslehmen der Kalk- und Dolomitverwitterung auf, ver- mischt mit Löß- und Solifluktionslehmen sowie Festgesteinsrelikten aus Jura und Kreide. Stel- lenweise können auch hochreine, tiefrot bis braunrot gefärbte oder bunte Residualtone mit einem hohen Kaolinitgehalt vorkommen. Auch kieselige Verwitterungsrelikte aus dem anstehenden Jura, Quarzgerölle vermutlich aus der Kreide und Reste von Landwirbeltieren aus dem Tertiär und Quartär können im Ablehm enthal- ten sein (SALGER & SCHMIDT-KALER 1975, TRAPPE 1998). Neue Aufschlüsse belegen, daß sich auch aus feinkörnigen tertiär- oder kreide- zeitlichen Ablagerungen vergleichbare Verwite- rungslehme entwickeln können.

Häufig überlagern gelbgraue bis ockerbraune, poröse, chloritführende (vgl. SCHMIDT-KALER 1971: 38) Lößlehme die Kalkverwitterungsleh- me bzw. vermischen sich mit ihnen (s. Abb. 3- 29).

Aufschlüsse:

Lehmgrube Hofer Feld [7134AG0004]

Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 52 000, H 54 13 680

Baugrube in Böhmfeld [7134GP0176]

Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 53 424, H 54 13 552

Bohrungen:

Hellerberg, Flachbohrung 2 [7133BN262]

Lage: Bl. Nr. 7133, R 44 44 960, H 54 11 760



Abb. 3-29. Baugrubenaufschluß im Ablehm in Böhmfeld [7134GP0176]. – Auf dem Foto ist eine Karstspalte in tiefgründig verwitterten Platten- und Bankkalken der Reisbergschichten (Malm Zeta 3) zu sehen. Die Karstspalte ist verfüllt mit löblehmführendem Ablehm. Karstspalte und Reisbergschichten sind von einer gelbbraunen und einer braungelben Fließerde und humosem Oberboden überdeckt.

3.5 Quartär

3.5.1 Pleistozän

Die ungefähre zeitliche Einordnung und Abfolge der nachfolgend beschriebenen Fluß- und Schmelzwasserschotter ist Tabelle 3-4 zu entnehmen.

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, ?biberzeitlich (Mittlerer und Oberer Deckschotter, Hochschotter), B, G

Diese Einheit umfaßt die höchsten glazifluvialen Terrassen der sog. Ur-Iller in der Aindlinger Terrassentreppe (vgl. Tab. 3-4). Sie werden nach TILLMANN'S et al. (1983) gegliedert.

Mächtigkeit: bis ca. 8 m, seitlich auskeilend.

Lithologie und Fazies:

Es handelt sich zumeist um sandige, bei stärkerer Verwitterung auch tonig-schluffige Kiese von grauorangebrauner bis hellockerbrauner Farbe. Als Komponenten treten durch Entkalkung skelettierte Kieselkalke und Kalksandsteine, kieselige Gesteine wie Quarz, Hornsteine, Sandsteine, selten auch Kristallin auf. Lokal blieben Karbonatgerölle erhalten. Dann kann auch das Zwischenmittel noch karbonatisch sein. Teilweise wurde nagelfluhartige Verbakung der Komponenten beobachtet. Häufig sind schwarze bis rötlichbraune, schwartenartige Eisen- und Mangan-Ausfällungen. In manchen Aufschlüssen kommen auch Sandlinsen innerhalb des ansonsten ungeschichteten Schotterkörpers vor. An seiner Basis finden sich lokal aufgearbeitete Lagen aus Molassematerial (Mergel-

Tab. 3-4: Gliederungssysteme für quartäre Flußablagerungen in der Planungsregion 10 Ingolstadt

Chrono- stratigraphie	Magnetische Polarität	Marine Isotopen - Stufen	Alter in Jahren	Datierungen	Gliederungssysteme Geologische Karte Region Ingolstadt					
					Bayerische Chrono- stratigraphie	Glazifluviale Terrassen Donau-Lech	Periglaziale Terrassen Paar-Ilm	Schotter der Fränkischen Alb(Altmühltal)		
Pleistozän	normal	2 - 4		<200 000 siehe Tabellen 3-5 bis 3-9	Jung- pleist.	Würm	Niederterrasse	Niederterrasse	Tal-	
		5				Riß	Hochterrasse	Hochterrasse		Talshle- schotter
		6			Mittelpleistozän	Mindel i.w.S.	Zwischen- terrassen	Zwischen- terrassen		+ tiefere Deckterrassen
		7								
		8								
		9								
		10								
		11								
		12								
		13-15								
		16								
	17-18									
	19									
	20-21		>200 000 liegen keine absoluten Alters- bestimmungen aus der Region Ingolstadt vor	Altpleistozän	Günz	Unterer Deckschotter	Höhere Deckterrasse			
	22									
	revers									
	normal									
	revers									
	revers									
	revers									
	revers									
	revers									
revers										
revers										
Pliozän	normal			Ältestpleistozän	Donau	Mittlerer Deckschotter	Oberer Deckschotter	schotter		
	revers									
	revers									
	revers									
Pliozän	normal			Pliozän						

Im rechten Teil der Tabelle sind zwischen den einzelnen terrassenstratigraphischen Einheiten für die Talbereiche von Donau, Lech, Paar, Ilm und Altmühl keine zeitlichen Grenzlinien eingetragen. Das liegt daran, daß es sich um relative Altersabfolgen handelt, für die zumindest jenseits von 200 000 Jahre vor heute keine absoluten Altersdatierungen vorliegen. Dementsprechend ist der rechte Teil der Tabelle dem linken nur gegenübergestellt. Ein direktes Ablesen von exakten Altern sollte nicht stattfinden. – Tabelle nach ABELE & STEPHAN (1953), BRADLEY (1999), GRAUL (1943), IMBRIE et al. (1984), JERZ (1993) und TILLMANN (1977) zusammengestellt.

3 Schichtenfolge

gerölle, Sandlagen, einzelne Malmkalkbrocken umgelagert aus dem „Brockhorizont“, Molassekieselhölzer).

Lokal sind periglaziale Schottervorkommen von seitlichen Zuflüssen erhalten. Lithologisch handelt es sich dabei meist um sandige Kiese mit Quarz als Hauptkomponente. Die Farben reichen von rötlichbraun bis braungrau. Karbonatführung ist im Normalfall auszuschließen.

Die Schotterbasis des Hochschotters sinkt von ca. 520 m ü. NN am Südrand der Aindlinger Terrassentreppe auf 470 m ü. NN am Nordrand. Die Schotteroberfläche befindet sich etwa 90 m über dem heutigen Lechtalboden. Die Terrassenfläche des Oberen Deckschotters liegt etwa 80 m, die des Mittleren Deckschotters etwa 70 m über dem Lechtalboden.

Hochschotter und Mittlerer Deckschotter sind teilweise von Hochflutablagerungen überdeckt. Diese bauen sich aus z. T. pseudovergleyten, sandigen und tonigen, lokal schwach kiesigen Schluffen ohne Karbonatführung auf. Ihre Farben reichen von hellgrau, orangeflektig bis ockergraubraun.

Aufschlüsse:

Kiesgrube SSW Weidorf
[7332AG0051]

Lage: Bl. Nr. 7332,
R 44 30 700, H 53 85 100

Kiesgrube SSE Bonsal
[7332AG0024]

Lage: Bl. Nr. 7332,
R 44 32 590, H 53 90 100

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, donauzeitlich (Unterer Deckschotter),
D,G

Mächtigkeit: bis ca. 8 m, seitlich auskeilend.

Lithologie und Fazies:

In der Aindlinger Terrassentreppe stehen sandige Kiese von rötlichbrauner bis graubrauner Farbe (vgl. Abb. 3-30) an. Lokal tritt eine deutliche Schluffführung auf. Allgemein überwiegen kieselige Gerölle, wie Quarz, Hornstein, Sandstein und durch Entkalkung skelettierte Kieselkalke und Kalksandsteine, selten ist Kristallin. In weniger verwitterten Partien finden sich Karbonatgerölle und auch das sandige Zwischenmittel kann noch karbonatisch sein. In einigen Aufschlüssen



Abb. 3-30. Aufschluß im altpleistozänen Terrassenschotter der Aindlinger Terrassentreppe in der N-Wand der Kiesgrube SSE Hirst [7332AG0088]. – Unter einer feinkörnigen, vermutlich fluvialen Deckschicht sind karbonatführende Untere Deckschotter aufgeschlossen. Darunter folgen hellgraue, wiederum karbonatische Feinsande der Oberen Süßwassermolasse. Der Untere Deckschotter stellt die wichtigste Schotterterrasse in der Aindlinger Terrassentreppe dar. Die Deutung dieser ältestpleistozänen Schotter als Schmelzwasserablagerung ist bisher noch unsicher, da entsprechende Gletschersedimente noch nicht zweifelsfrei identifiziert werden konnten.

wurde Verbackung zu Nagelfluh beobachtet (z. B. Kiesgrube NW Haselbach [7332AG0032], Lage: R 4428650, H 5389040). Sandlinsen sind innerhalb des ungeschichteten, massigen Schot-

ters häufig anzutreffen. Schwarze und dunkelbraune, schwartenartige Eisen- und Mangan-Ausfällungen sind ebenfalls weitverbreitet.

Die Unterkante des in der Aindlinger Terrassentreppe am weitesten nach S reichenden Unteren Deckschotters sinkt von 500 m ü. NN auf 435 m ü. NN am Nordende des Schottervorkommens und befindet sich damit etwa 60 m über dem Lechtal. Der Schotter ist weitgehend durch bis zu 18 m mächtige, äolische und fluviale Deckschichten verhüllt.

Im Paartal liegen einige geringmächtige, aber ausgedehnte Terrassenreste, die zur Höheren Deckterrasse (vgl. Tab. 3-4) gezählt werden. Sie bauen sich aus sandigen Quarzmittelkiesen auf, sind teilweise verlehmt und haben eine intensive rotbraune Färbung. Ihre Oberfläche befindet sich etwa 50 m über dem Paartal.

Aufschlüsse:

Kies- und Sandgrube NNE Biding

[7332AG0010]

Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 31 150, H 53 95 720

Kiesgrube E Wallerdorf [7332AG0048]

Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 28 020, H 53 87 670

Kiesgrube SSE Hirst [7332AG0088]

Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 29 415, H 53 90 460

Bohrungen:

Wengen, Kieserkundung 1998, RIQ 76

[7332BN0042]

Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 27 890, H 53 91 510

Eschling, Kieserkundung 1998, RIQ 76

[7332BN0041]

Lage: Bl. Nr. 7332, 44 28 670, H 53 93 240

Flußschotter, ältest- bis altpleistozän (Hauptschotter, Talschotter), qp,G

Entsprechend der Gliederung von TILLMANNS (1977) werden für den Bereich der periglazialen Terrassen des Altmühltals alle pleistozänen Schotter mit Oberflächen zwischen 30 und 90 m über dem Talboden in dieser Einheit zusammengefaßt (vgl. Tab. 3-4).

Mächtigkeit: bis zu einigen Metern.

Lithologie und Fazies:

Die Schotter zeigen ein alpines Geröllspektrum mit 28–57% Sandstein, 5–7,5% Hornstein, 2,5–8% alpinem Kalkstein, 1,5–6% Radiolarit sowie bis zu 2,5% Kristallingestein und bis zu 60% Quarz (aus TILLMANNS 1977: 143–144).

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, ?günz- bis mindelzeitlich (Zwischenterrassen), qpa,G

Die Einheit enthält alle Zwischenterrassenschotter der Aindlinger Terrassentreppe mit Verebnungsflächen zwischen 45 m und 20 m über dem Lechtalboden. Aus dem periglazialen Talbereich der Paar sind Zwischenterrassenschotter und tiefere Deckterrassen mit Oberflächen zwischen 40 und 20 m über dem Paartalboden in dieser Einheit zusammengefaßt.

Mächtigkeit: bis ca. 8 m, seitlich auskeilend.

Lithologie und Fazies:

Die Schotter der Aindlinger Terrassentreppe setzen sich aus sandigen bis stark sandigen, z. T. schwach schluffigen bis schluffigen Kiesen zusammen und weisen rötlichbraune bis graubraune Farben auf. Als Komponenten geben TILLMANNS et al. (1983) vorwiegend kieselige Restgerölle an (= periglaziale Fazies).

Die Verebnung des Ortlfinger Schotters liegt ca. 45 m über dem heutigen Lechtalboden. Die Terrassenfläche des Gempfinger Schotters befindet sich ca. 30 m über dem Lech. Die Oberfläche des Burgheimer Schotters steht ca. 20 m über dem Talboden an. Lokal sind weitere, kleine, isolierte Schottervorkommen vorhanden, die sich in diese Niveaus der Aindlinger Terrassentreppe einfügen lassen.

Im Paartal handelt es sich um rotbraune, karbonatfreie, sandige Quarzmittelkiese und selten auch kiesführende Quarzsande. Beide zeigen in den tieferen Partien rege Schrägschichtung, während zur Geländeoberfläche hin Kryoturba-tionserscheinungen und Verlehmung die ehemaligen Sedimentstrukturen in der Regel vollständig auslöschen. Das Terrassenniveau der ältesten Einheiten der Tieferen Deckschotter

3 Schichtenfolge

liegt im Paartal etwa 40 m über dem Talboden. Die Verebnung der untersten Zwischenterrassen sind etwa 20 m über dem Paartalboden.

Hinweise für die Notwendigkeit einer Revision der zeitlichen Einordnung der Terrassentreppe im Paartal ergaben sich u.a. durch Datierung mittels Optisch Stimulierter Lumineszenz (OSL, vgl. AITKEN 1998) an Zwischenterrassenschottern der Kiesgrube SE Rinderhof (s.u.), die 140 ± 13 ka und damit ein rißzeitliches Alter (FIEBIG & PREUSSER in Vorb.) erbrachte (vgl. Tab. 3-5). Der Fund eines Mammut-Backenzahnfragments in der Kiesgrube SW Mühlried, das von Prof. K. HEIßIG (LMU München) als rißzeitlich oder jünger eingestuft wurde, stimmt mit der OSL-Datierung überein.

Aufschlüsse:

Kiesgruben SE Rinderhof [7433AG0006]

Lage: Bl. Nr. 7433, R 44 48 800, H 53 80 600

Bohrungen:

GLA-Bohrung 31 07/01 [7332BN0085]

Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 27 310, H 53 94 005

Burgheim, Alte Illdorfer Str., B 2 [7332BN0050]

Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 28 010, H 53 95 835

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, ?rißzeitlich (Hochterrasse), R,G

Mächtigkeit: bis zu 14 m, seitlich auskeilend.

Lithologie und Fazies:

Im Lechtal zeigen die sandigen, schwach schluffigen und schwach steinigen Kiese hellbraune, graubraune und graue Farben. Als Komponenten treten neben den bei weitem überwiegenden Karbonatgesteinen Quarz-, Kiesel- und Kristallingerölle auf. Ein deutlicher Karbonatgehalt ist auch im sandigen Zwischenmittel vorhanden. Die Verebnung der Hochterrasse liegt im Lechtal ca. 10 m über dem heutigen Talboden.

Im Paartal bauen sich die Flußschotter aus karbonatfreien, sandigen, schwach grobkiesigen Quarzmittelkiesen auf, die nach oben oft in fein- und mittelkiesführende Quarzsande übergehen.

Die Farbe der Sedimente ist meist gelblichbraun bis rotbraun. Die Terrassenoberflächen befinden sich etwa 5–10 m über den heutigen Talböden.

Eine Zählung von Geröllen der Ingolstädter Hochterrasse durch JERZ & SCHMIDT-KALER (1999: 24) erbrachte für die Grobkiesfraktion (2–6,3 cm) aus einer Grube N Dünzlau [7233AG0039] 62% Kalk- und Dolomitgerölle, 10% Sand- und Kalksandsteine, 11% Hornsteine (überwiegend alpine Radiolarite und einige Malm-Hornsteine) und 9% kristalline Gesteine (davon $\frac{2}{3}$ Quarze). Die Höhe der Geländestufe von der Ingolstädter Hochterrasse zum heutigen Donautal nimmt vom Westrand des Blattes Ingolstadt zum Ostrand von 6 m auf 5 m ab.

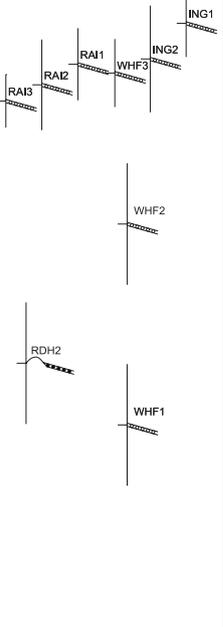
Die Oberfläche der Neuburger Hochterrasse läßt sich nicht direkt mit dem heutigen Donautalboden in Beziehung setzen, da die Hochterrassenkiese durch sehr mächtige Deckschichten verhüllt sind, und die Terrasse nicht parallel zur heutigen Donau verläuft.

Schließlich sind kleine, isolierte Vorkommen sandiger und kiesiger Bachablagerungen von unsicherer stratigraphischer Stellung auf dem Unteren Laich E Oberarnbach, SE Burgheim, bei Tödting sowie zwischen Aindlinger Terrassentreppe und Donaumoos zu erwähnen.

Klassischerweise werden auch die Talsohleschotter (R,G) im Altmühltal zur Hochterrassenschüttung gezählt. Unter Umständen handelt es sich nach SCHMIDT-KALER (1983: 36) aber um ältere Sedimente.

Im Donautal umfaßt die mehrgliedrige Hochterrasse nach STREIT (1978) Schotter der 14-m-Hochterrasse und Schotter der 7-m-Hochterrasse. SCHMIDT-KALER (1968) unterschied einen 20-m-Terrassenschotter, einen Höheren Hochterrassenschotter bei 15 m und einen Tieferen Hochterrassenschotter bei 7 m über dem Talboden. Die Altersstellung dieser Terrassenstufen ist bisher noch nicht zweifelsfrei geklärt. Durch FIEBIG & PREUSSER (2001) wurden erste OSL-Datierungen an Sandlinsen aus verschiedenen Hochterrassen der Region Ingolstadt durchgeführt. Die Tabelle 3-5 zeigt die Daten im einzel-

Tab. 3-5: Datierungen zur glazifluvialen und periglazialen Flußgeschichte in der Planungsregion 10 Ingolstadt nach FIEBIG & PREUSSER (in Vorb.)

Chronostratigraphie	Marine Isotopen-Stufen (specmap)	Alter in Jahren	Datierte Paläoklima (?) - Indikatoren 	Datierungen in Tausend Jahren [ka]	Gliederungssystem			
					Kürzel	Name		
Holozän	1	10 000	Datierungen < 20.000 siehe Tabellen 3-7 bis 3-9		qh			
	2	20 000						
Pleistozän	3	30 000			W, G	Niederterrasse		
		40 000						
		50 000						
	4	60 000					67,3 ± 7,2 (Ingolstadt1)	→
		70 000					75 ± 11,4 (Ingolstadt2)	
		75,5 ± 7,3 (Rain1)						
	a	80 000					78,3 ± 7,7 (Wagenhofen3)	→
		80 000					80,2 ± 9,7 (Rain2)	→
		84,1 ± 5,7 (Rain3)					→	
	b	90 000						
	c							
5	100 000							
	110 000	110 ± 13 (Wagenhofen2)	→					
	120 000		R/W					
e	130 000							
	140 000	140 ± 13 (Rinderhof2)	→					
	150 000							
6	153 000	153 ± 13 (Wagenhofen1)	→					
	160 000							
	170 000		R, G					
7	180 000							
	190 000							
	200 000							

In Spalte „Datierte Paläoklima(?) - Indikatoren“ sind Sedimenttyp der Probe, gemessenes Alter und zugehöriger Fehlerbereich graphisch dargestellt sowie die Probenkurzbezeichnung angegeben. In der rechts folgenden Spalte sind die gemessenen Alter in Kilojahren und in Klammern die Probenbezeichnung aufgelistet. Die Pfeile in der Spalte „Gliederungssystem“ markieren die sich aus dem Alter ergebende Stellung der untersuchten Sedimente innerhalb der stratigraphischen Einheiten der Geologischen Karte 1:100 000.

Für den Zeitbereich kleiner 200 000 Jahre vor heute konnten durch Datierungen mit Hilfe der Optisch Stimulierten Lumineszenz (OSL) acht Alter für Sedimente aus den glazifluvialen Hochterrassen berechnet werden. Davon fallen sechs Alter in den Bereich zwischen 60 000 und 90 000 Jahre vor heute. Die abweichenden Alter der beiden Proben WHF 1 und 2 [7333AG0041] werden auf unvollständige Nullstellung der OSL-Uhr während des letzten Transportvorgangs zurückgeführt (FIEBIG & PREUSSER in Vorb.). Deshalb bilden diese beiden Alter Maximalalter. Die anderen sechs Daten weisen darauf hin, daß die Hochterrassen in der Region Ingolstadt nicht wie bisher angenommen rißzeitlich, also älter als 128 000 Jahre vor heute sind, sondern daß es sich um Bildungen aus der Würmzeit handelt. Aufgrund der im Moment noch geringen Anzahl an vorliegenden Daten wird bisher von einer Änderung der allgemeinen Einstufung der Hochterrassen (s. Tab. 3-4 u. Legende der geologischen Karte) abgesehen. Weitere Proben zur Datierung mittels OSL sind derzeit in Arbeit.

Aus den periglazialen Terrassen der Planungsregion Ingolstadt konnte bisher nur eine Probe aus einer Zwischenterrasse des Paartals datiert werden (RDH 2 [7433AG0006]). Es ergab sich ein Alter von 140 000 Jahre vor heute. Damit zeigt sich auch hier eine Diskrepanz zwischen der relativen terrassenstratigraphischen Einordnung der Zwischenterrassen als altpleistozän (vgl. Tab. 3-4) und der vorliegenden Datierung, die ins jüngste Mittelpleistozän weist. – Marine Sauerstoffisotopenstufen im linken Teil der Tabelle sind nach IMBRIE et al. (1984) eingetragen.

3 Schichtenfolge

nen (vgl. auch Tab. 3-6 als Gesamttabelle aller Daten). Es deutet sich die Notwendigkeit einer Revision der zeitlichen Stellung der Hochterrasse an.

In der Abbildung 2-7 sind die Flußverlegungen in der Region 10 dargestellt. Aufgrund der neuen Datierungen ergibt sich auch für die Flußgeschichte ein neues Bild. Die bisher als rißzeitlich

eingestuften Ablenkungen der Altmühl-Donau ins Schuttertal und schließlich ins Neuburger Tal dürften eher in der frühen Würmzeit stattgefunden haben. Damit entsteht z.B. auch für die Zwischenterrassen im Paar- und Ilmtal eine veränderte stratigraphische Situation. Weitere Datierungen der Terrassensedimente in der Planungsregion Ingolstadt sind notwendig.

Tab. 3-6: Zusammenstellung der in der Planungsregion 10 Ingolstadt entnommenen und in den Tabellen 3-4, 3-5 sowie 3-7, 3-8 und 3-9 erwähnten Datierungen aus quartären und tertiären Ablagerungen

ZDB-Nummer	Methode	Name (Labor-Nr.)	R	H	¹⁴ C-Alter (BP)	Kalenderjahre (z.T. BC/AD)	Literatur	Material
7234AG0002	OSL	Gerolfing1 (GER1)	4453452	5401951		13000±900 vor heute	1	Donau-Schotter
7234AG0002	"	Gerolfing2 (GER2)	4453452	5401951		13200±1000 "	1	"
7235AG0125	"	Griesham1-A (GHM1-A)	4474700	5402176		7200±1900 "	1	Flußmergel auf qha-m
7235AG0125	"	Griesham1-B (GHM1-B)	4474700	5402176		9200±1200 "	1	"
7235AG0125	"	Griesham2-A (GHM2-A)	4474708	5402228		3400±400 "	1	Auensediment, "jungholozän"
7235AG0125	"	Griesham2-B (GHM2-B)	4474708	5402228		3600±500 "	1	"
7235AG0125	"	Griesham3-A (GHM3-A)	4474752	5402333		3500±900 "	1	"
7235AG0125	"	Griesham3-B (GHM3-B)	4474752	5402333		5000±600 "	1	"
7236AG0010	"	Hochgementel6 (HGM6)	4479841	5402855		11700±700 "	1	Schwemmfächerablagerung über Niederterrasse
7236AG0010	"	Hochgementel7 (HGM7)	4479841	5402855		9600±1000 "	1	"
7433AG0020	"	Hörzhausen1 (HÖR1)	4442200	5377975		12400±1300 "	1	?Hochterrassenschotter, periglazial
7433AG0020	"	Hörzhausen2 (HÖR2)	4442200	5377975		10500±900 "	1	"
7234AG0082	"	Ingolstadt1 (ING1)	4458430	5404175		62300±7200 "	1	"Schotter der Ingolstädter Hochterrasse"
7234AG0083	"	Ingolstadt2 (ING2)	4458420	5404390		75000±11400 "	1	"
7433AG0108	"	Königslachen1 (KÖN1)	4447830	5382610		780±60 "	1	Flugsand in Düne
7235AG0059	"	Münchsmünster1 (MÜM1)	4475502	5402389		12700±1900 "	1	Niederterrassen-Schotter
7235AG0059	"	Münchsmünster2 (MÜM2)	4475502	5402389		11900±900 "	1	"
7331AG0002	"	Rain1 (RAI1)	4418950	5390525		75500±7300 "	1	"Schotter der Rainer Hochterrasse"
7331AG0002	"	Rain2 (RAI2)	4418900	5390525		80200±9700 "	1	"
7331AG0002	"	Rain3 (RAI3)	4418850	5390500		84100±5700 "	1	"
7433AG0006	"	Rinderhof2 (RDH2)	4448775	5380675		140000±13000 "	1	Zwischenterrassenschotter, periglazial
7333AG0041	"	Wagenhofen1 (WHF1)	4438925	5395910		153000±13000 "	1	"Schotter der Neuburger Hochterrasse"
7333AG0041	"	Wagenhofen2 (WHF2)	4438925	5395915		110000±13000 "	1	"
7333AG0041	"	Wagenhofen3 (WHF3)	4438925	5395920		78300±7700 "	1	"
7235AG0126	"	Westenhausen1 (WSH1)	4465925	5399575		2400±300 "	1	Auensediment, "jungholozän"
7236AG0010	"	Hochgementel-5 (HGM-5)	4479850	5402725		13700±1800 "	2	Schwemmfächerablagerung über Niederterrasse
7236AG0010	"	Hochgementel-4 (HGM-4)	4479850	5402725		14600±1900 "	2	"
7236AG0010	"	Hochgementel-3 (HGM-3)	4479850	5402725		16100±2200 "	2	"
7236AG0010	"	Hochgementel-2 (HGM-2)	4479850	5402725		17000±1500 "	2	"
7236AG0010	"	Hochgementel-1 (HGM-1)	4479850	5402725		13700±1100 "	2	"
7236AG0012	"	4 Evangelisten (K4E)	4478575	5399180		10400±1300 "	2	Flugsand in Düne
7236AG0009	"	Neustadt-3 (NFD-3)	4483940	5406315		620±70 "	2	"
7236AG0009	"	Neustadt-2 (NFD-2)	4483940	5406315		590±100 "	2	"
7236AG0009	"	Neustadt-1 (NFD-1)	4483940	5406315		540±70 "	2	"
7236AG0040	"	R34-2-Schurf (R34-2)	4479635	5400680		12700±1300 "	2	Hangablagerung
7236AG0040	"	R34-1-Schurf (R34-1)	4479635	5400680		19400±2400 "	2	"
7236AG0041	"	R37-Schurf (R37)	4479900	5399930		178000±47000 "	2	"
7433AG0006	"	Rinderhof1 (RDH-1)	4448775	5380675		> 480000 "	2	OSM
7236AG0011	"	Kohlstatt-2 (KST-2)	4477175	5400800		>500000 "	2	"
7236AG0011	"	Kohlstatt-1 (KST-1)	4477175	5400800		>500000 "	2	"
7234BN1537	14C	IN-2 (Hv 18312)	4455580	5397560	4750±80	BC 3635-3370 calGGA	3	Torf
7234BN1537	"	IN-3 (Hv 18313)	4455580	5397560	4735±85	BC 3635-3370 calGGA	3	"
7234BN1537	"	IN-4 (Hv 18314)	4455580	5397560	5696±90	BC 4620-4450 Oxcal	3	"
7234AB0027	"	IN-5 (Hv 18447)	4460950	5396050	11400±110	BC 11520-11220 Oxcal	3	Holz, Schilfreste
	"	B-15 (Erl 277-317-306)	4451690	5398465	2498±39	BC 720-520 Oxcal	3 S. 76	Torfmulde
	"	P-372 (Erl 276-280-302)	4452480	5397465	7747±49	BC 6610-6500 Oxcal	3 S. 31	Nadelholz
7235AG0125	"	5/112 (Hv 24275)	4474750	5402340	920±50	AD 1030-1200 calGGA	4	Torf
7236AG0066	"	P2/2/162 (Hv 24274)	4478175	5402980	1190±45	AD 780-890 calGGA	4	"
7236AG0066	"	P1/2/162 (Hv 24273)	4478175	5402980	1795±60	AD 140-330 calGGA	4	"
7333BN0126	"	5/178 (Hv 24276)	4444950	5389700	4100±85	BC 2870-2495 calGGA	5	"
7333BN0127	"	5/129 (Hv 24277)	4442070	5387415	3230±190	BC 1730-1265 calGGA	5	"
7333BN0128	"	5/130u (Hv 24278)	4442783	5387939	1460±45	AD 565-650 calGGA	5	"
7334AG0197	"	4/142 (Hv 24020)	4460517	5393495	11480±70	BC 11555-11345 calGGA	6	"

7334AG0197	"	4/142 (Hv 24020)	4460517	5393495	11480±70	BC 11555-11345 calGGA	6	"
7334BN0379	"	4/146 (Hv 24021)	4459200	5393400	1685±45	AD 265-420 calGGA	6	Pflanzenreste, Mix
7334BN0380	"	4/151 (Hv 24022)	4458700	5393150	10425±80	BC 10500-10235 calGGA	6	Torf
7334BN0381	"	4/158 (Hv 24023)	4462800	5391400	2370±45	BC 410-390 calGGA	6	Holz
7235AG0097	"	7235-2 (Hv 23480)	4472850	5403300	5165±60	BC 4030-3945 calGGA	4	"
7235AG0003	"	7235-1 (Hv 23481)	4475000	5404250	6005±70	BC 4945-4800 calGGA	4	"
7236AG0054	"	7236-3 (Hv 23482)	4477580	5405540	3090±75	BC 1420-1230 calGGA	4	Torf
7236AG0054	"	7236-2 (Hv 23483)	4477580	5405540	3085±55	BC 1410-1265 calGGA	4	Holz
7236AG0054	"	7236-1 (Hv 23484)	4477580	5405540	1250±50	AD 685-870 calGGA	4	"
	"	IN-6 (Hv 19934)	4459120	5399250	1925±60	AD 20-140 calGGA	3 S. 35	Ulme
	"	IN-7 (Hv 19935)	4459120	5399250	2005±70	BC 55- AD 80 calGGA	3 S. 35	Wurzelstock Ulme?
	"	IN-8 (Hv 19936)	4459120	5399250	1965±65	BC 30- AD 120 calGGA	3 S. 35	"
	"	IN-1 (Hv 16575)	4462980	5401100	390±50	AD 1435- 1625 calGGA	3 S. 36	Nadelholz
7332BN0204	"	Walda 1 (Hv 16309)	4433050	5385880	550±200	AD 1260-1530 Oxcal	7	Torf
7332BN0204	"	Walda 2 (Hv 16310)	4433050	5385880	1740±125	AD130-430 Oxcal	7	"
7332BN0204	"	Walda 3 (Hv 16311)	4433050	5385880	3450±140	BC 1940-1600 Oxcal	7	"
7332BN0204	"	Walda 4 (Hv 16312)	4433050	5385880	4160±195	BC 3050-2450 Oxcal	7	"
7332BN0204	"	Walda 5 (Hv 16313)	4433050	5385880	4920±210	BC 4000-3500 Oxcal	7	"
7333BN0129	"	Grab II-1 (Hv 16610)	4439660	5387830	8365±200	BC 7600-7050 Oxcal	7	"
7333BN0129	"	Grab II-2 (Hv 16611)	4439660	5387830	9025±245	BC 8550-7800 Oxcal	7	"
7333BN0129	"	Grab II-3 (Hv 16612)	4439660	5387830	9570±260	BC 9300-8550 Oxcal	7	"
7333BN0129	"	Grab II-4 (Hv 16613)	4439660	5387830	9795±195	BC 9650-8800 Oxcal	7	"
7333BN0129	"	Grab II-5 (Hv 16614)	4439660	5387830	11325±180	BC 11530-11180 Oxcal	7	"
7333BN0129	"	Grab II-6 (Hv 16615)	4439660	5387830	11380±205	BC 11600-11150 Oxcal	7	"
7333BN0130	"	Laich II-1 (Hv 16314)	4440040	5388520	7110±220	BC 6120-5740 Oxcal	7	"
7333BN0130	"	Laich II-2 (Hv 16315)	4440040	5388520	8795±250	BC 8250-7600 Oxcal	7	"
7333BN0130	"	Laich II-3 (Hv 16316)	4440040	5388520	9375±240	BC 8900-8250 Oxcal	7	"
7333BN0130	"	Laich II-4 (Hv 16317)	4440040	5388520	10020±335	BC 10400-9200 Oxcal	7	"
7333BN0130	"	Laich II-5 (Hv 16318)	4440040	5388520	11065±305	BC 11500-10850 Oxcal	7	"
7333BN0130	"	Laich II-6 (Hv 16319)	4440040	5388520	10100±470	BC 10700-9200 Oxcal	7	"
7333BN0131	"	Gras-1 (Hv 16320)	4444620	5392600	9860±285	BC 10000-8800 Oxcal	7	"
7333BN0131	"	Gras-2 (Hv 16321)	4444620	5392600	9680±275	BC 9500-8600 Oxcal	7	"
7333BN0131	"	Gras-3 (Hv 16322)	4444620	5392600	10240±295	BC 10700-9300 Oxcal	7	"
7333BN0131	"	Gras-4 (Hv 16323)	4444620	5392600	10530±310	BC 11000-10000 Oxcal	7	"
7333BN0131	"	Gras-5 (Hv 16324)	4444620	5392600	10625±295	BC 11050-10150 Oxcal	7	"
7333BN0131	"	Gras-6 (Hv 16325)	4444620	5392600	10065±440	BC 10700-9100 Oxcal	7	"
7233AG0077	"	KEA-4301-1 (Hv 24269)	4443528	5401524	5160±45	BC 3985-3950 calGGA	8	Eiche
7233AG0077	"	KEA-4301-4 (Hv 24270)	4443528	5401524	7495±45	BC 6380-6225 calGGA	8	Torf
7233AG0077	"	KEA-4301-3 (Hv 24271)	4443528	5401524	23580±290	BC24800-24500 cal2000	8	inkohltes Holz
7233EF0004	"	KEA-5097-1 (Hv 24272)	4450270	5397580	1735±45	AD 245-390 calGGA	8	Eiche

Diese Tabelle soll den Zugang zu den im Text erwähnten Datierungen erleichtern. Die Literaturspalte weist auf folgende Literaturzitate hin: 1 = FIEBIG & PREUSSER (in Vorb.); 2 = FIEBIG & PREUSSER (2001); 3 = JERZ & SCHMIDT-KALER (1999); 4 = FIEBIG (unpubl.); 5 = FIEBIG & PÜRNER (im Druck); 6 = PÜRNER & FIEBIG (im Druck); 7 = KORTFUNKE (1992); 8 = KLEIN-SCHNITZ & KROEMER (2002).

Aufschlüsse:

Kiesgrube W Moosbauer [7233AG0079]

Lage: Bl. Nr. 7233, R 44 48 468, H 54 05 871

Bohrungen:

Burgheim, Fa. Brassler, Br. 2 [7332BB0002]

Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 26 890, H 53 95 960

Kieserkundung 1998 RIQ 72 [7331BN0017]

Lage: Bl. Nr. 7331, R 44 26 380, H 53 96 190

Flussschotter, wärmzeitlich (Nieder- bis Spätglazialterrasse), W,G

Mächtigkeit: bis zu 12 m, seitlich auskeilend.

Lithologie und Fazies:

Bei den Niederterrassenschottern handelt es sich um sandig-steinige, karbonatführende Kiese. Der Geröllbestand zeigt ca. 72% Kalkstein, 2% Dolo-

mitstein, 12% Sand- und Kalksandstein, 6% Hornstein und 8% Kristallin (nach JERZ & SCHMIDT-KALER 1999: 28) und weist damit frisches alpines Material auf. Stellenweise finden sich auf der Oberfläche der Niederterrasse Flug-sandbildungen und Hochflußlehm.

Die Niederterrasse im Ilm- und Paartal besteht aus hellgrauen bis bräunlichgrauen, karbonatfreien, sandigen, schwach grobkiesigen Fein- bis Mittelkiesen und kiesigen Sanden weit überwiegend aus Quarz.

OSL-Datierungen an Sedimenten aus dem Donautal bei Gerolfing und Münchsmünster sowie aus dem Paartal bei Hörzhausen ergaben für die oberhalb des Grundwassers befindlichen Kieslagen spätglaziale Ablagerungszeiträume (vgl. Tab. 3-7). Hochglaziale Kiese konnten bisher nicht datiert werden.

3 Schichtenfolge

Tab. 3-7: Datierungen von Paläodynamik-Indikatoren im Übergangsbereich Pleistozän/Holozän der Planungsregion 10 Ingolstadt nach FIEBIG & PREUSSER (2001 u. in Vorb.)

Chronostratigraphie	14C - Jahre BP	Palyno-stratigraphie	Alter in Kalenderjahren	Paläodynamik-Indikatoren 1) 2) 3) 4) 5)	Datierung	Gliederungssystem Geologische Karte					
						1) Fluviale Sedimente	2) Flußmergel Auelehme	3) Flugsande Dünen	4) Schwenmfächer	5) Hangumlagerungen	
Holozän	950	Subatlantikum	1000 AD	3) 3) 3)	540 ± 70 (Neustadt 1) 590 ± 100 (Neustadt 2) 620 ± 70 (Neustadt 3) 780 ± 60 (Königsachsen 1)			→			
	1950		0								
	2850		Subboreal	1000 BC	2) 2) 2)	2400 ± 300 (Westenhausen 1)			→		
	3600			2000 BC	2) 2)	3400 ± 400 (Griesham 2a) 3500 ± 900 (Griesham 3a) 3600 ± 500 (Griesham 2b)			→		
	4370	3000 BC		2)	5000 ± 600 (Griesham 3b)			→			
	5250	Atlantikum		4000 BC							
	6120			5000 BC	2)	7200 ± 1900 (Griesham 1a)			→		
	7130	6000 BC		2)							
	7960	Boreal	7000 BC	4)	9200 ± 1200 (Griesham 1b) 9600 ± 1000 (Hochgementel 7)			→			
	8890		8000 BC	1) 3)	10400 ± 1300 (4 Evangelisten) 10500 ± 900 (Hörzhausen 2)			→			
Pleistozän	9560	Präboreal	9000 BC	1) 4) 4) 4)				→			
	10250	Jüngere Dryas	10000 BC	1) 1) 4) 4) 5)	11700 ± 700 (Hochgementel 6) 11900 ± 900 (Münchsmünster 2) 12400 ± 1300 (Hörzhausen 1) 12700 ± 1900 (Münchsmünster 1) 12700 ± 1300 (R34-2) 13000 ± 900 (Gerolfing 1) 13200 ± 1000 (Gerolfing 2) 13700 ± 1100 (Hochgementel 1) 13700 ± 1800 (Hochgementel 5) 14600 ± 1900 (Hochgementel 4) 16100 ± 2200 (Hochgementel 3) 17000 ± 1300 (Hochgementel 2) 19400 ± 2400 (R34-1)			→	→	→	
	11200		11000 BC	1) 1) 4) 4)				→	→	→	
			12000 BC	4) 4)					→	→	
			13000 BC						→	→	
			14000 BC	4)					→	→	
			15000 BC						→	→	
			16000 BC	4) 4)					→	→	
			17000 BC						→	→	
			18000 BC						→	→	
	19000 BC							→	→		
	20000 BC						→	→			

In Spalte „Paläodynamik-Indikatoren“ sind Sedimenttyp der Probe (zur Numerierung s. Spalte „Gliederungssystem“), gemessenes Alter und zugehöriger Fehlerbereich graphisch dargestellt. In der rechts folgenden Spalte „Datierung“ sind die gemessenen Alter in Jahren vor heute und in Klammern die Probenbezeichnung aufgelistet. Die Pfeile in den rechten Spalten weisen die Proben stratigraphischen Einheiten der Geologischen Karte 1:100 000 zu.

Sedimente aus den letzten 20 000 Jahren sind für die Klimageschichte besonders interessant, da sich etwa in der Mitte dieses Zeitraums der Wechsel von eiszeitlichen zu nacheiszeitlichen Klimaverhältnissen abgespielt hat.

Bezüglich fluvialer Flußterrassensedimente liegen sowohl aus dem periglazialen Paartal als auch aus dem glazifluvialen Donautal Datierungen aus dem ausgehenden Spätglazial bis frühen Holozän vor. Besonders überraschend erscheinen auf den ersten Blick die Datierungen aus der Grube Hörzhausen im Paartal [7433AG0020]. Sie belegen für Sedimente aus einer terrassenstratigraphisch mittelpleistozänen Hochterrasse (vgl. Tab. 3-4) Sedimentationsalter aus dem jüngsten Jungpleistozän bis Holozän. Angesichts der in Tabelle 3-5 aufgeführten Datierung aus der Zwischenterrasse verdichten sich damit die Hinweise auf eine zeitliche Neueinstufung der Terrassentreppe im Paartal.

Fortsetzung Seite 81 unten

Aufschlüsse:

Kiesgrube E Hohenlohe [7233AG0080]
Lage: Bl. Nr. 7233, R 44 49 700, H 54 03 350
Kiesgrube SW Münchsmünster [7235AG0059]
Lage: Bl. Nr. 7235, R 44 75 290, H 54 02 310

Bohrungen:

Mühlried, Brunnen Paulus [7433BB0061]
Lage: Bl. Nr. 7433, R 44 46 890, H 53 81 700
E Altenfurt, Geol. Forschungsbohrung,
B 26 [7433BN0289]
Lage: Bl. Nr. 7433, R 44 47 731, H 53 79 704
Schwaig, Baugrundbohrung 4/1972
[7236BN0200]
Lage: Bl. Nr. 7236, R 44 80 633, H 54 04 542

Älterer Mündungsschwemmfächer, W,G

Mächtigkeit: bis 6 m, seitlich auskeilend.

Lithologie und Fazies:

Die Ablagerungen der Schwemmfächer setzen sich aus kalkfreien Fein- bis Mittelkiesen, Sanden und Schluffen, z.T. mit organischem Material, zusammen.

Aufschlüsse:

Baugrube Erlenweg [7334AG0197]
Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 60 517, H 53 93 495

Bohrungen:

W Ebenhausen Werk, DB ABS IN-M, BK 18
[7334BN0242]
Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 60 023, H 53 95 694
Baar, DB-ABS IN-M, BK 1/98 [7334BN0250]
Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 60 335, H 53 93 016

Löß, Lößlehm oder Decklehm, ,Lo(l)

Mächtigkeit: bis zu 18 m, seitlich auskeilend.

Lithologie und Fazies:

Diese Einheit beinhaltet alle lehmigen bis schluffigen Deckschichten auf pleistozänen Schotterterrassen. Sie subsummiert neben den weit verbreiteten Abfolgen aus Lössen und auch Lößlehmern verschiedenen Alters lokal auftretende Hochflutablagerungen. Die älteren Teile der Decklehm-Abfolgen sind meist als Fließerden umgelagerte Lößlehme. Lithologisch handelt es sich um feinsandige, schwach tonige bis tonige Schluffe, die lokal geröllführende Horizonte als deutliches Anzeichen für Umlagerungsvorgänge beinhalten. Mit Ausnahme des Lösses sind die Ablagerungen kalkfrei und von ausgesprochen dichter Lagerung. Ihre Farben reichen von ockergraubraun bis gelblichgraubraun, teilweise mit deutlicher Marmorierung. In einigen Bohrungen wurde auch hellgraues bis fast weißes Material angetroffen (Vergleyung).

Nach JERZ & GROTTENTHALER (1995) lassen sich z. B. bei Attenfeld (Abb.3-31) über einer Fließerde drei Löß- und Lößlehm-Komplexe, die durch Bodenbildungen getrennt sind, erkennen.

Fossilien:

örtlich Lößschnecken, z. B. Sand- und Kiesgrube NNE Biding [7332AG0010]
Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 31 150, H 53 95 720

Aufschlüsse:

Lehm- und Sandgrube SE Attenfeld
[7233AG0085]
Lage: Bl. Nr. 7233, R 44 41 039, H 54 04 682
Kies- und Sandgrube NNE Biding
[7332AG0010]
Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 31 150, H 53 95 720

Bohrungen:

GLA-Bohrung 54 07/01 [7332BN0108]
Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 29 185, H 53 86 475

Die wenigen, bisher datierten Proben von Flußmergeln und Auenlehmen könnten eine fast durchgehende Sedimentation von feinkörnigen Deckschichten während des Holozäns andeuten. Durch weitere Proben muß dies untersucht werden.

Die Entstehung von Flugsanden war bisher in das Pleistozän mit seinem kalten Klima und seiner Vegetationsarmut eingestuft worden. Die Datierungen zeigen, daß neben spätpleistozänen aber auch jungholozäne Sedimente aus historischer Zeit existieren.

Datierungen von zumeist kalkfreien Schwemmfächerbildungen auf den Niederterrassenschottern der Donau fallen im wesentlichen ins ausgehende Pleistozän zwischen 17 000 und 13 000 Jahre vor heute. Nur zwei kalkführende Proben (Hochgemetel 6 und 7 [7236AG0010]) deuten möglicherweise Sedimentation bis ins frühe Holozän an.

Zwei Datierungen von umgelagerten Hangsedimenten weisen auf das Pleistozän als Sedimentationszeitraum.

3 Schichtenfolge



Abb. 3-31. Lehmgrube Attenfeld [7233AG0085]. – In dem etwa 8,5 m mächtigen Aufschluß (Foto: H. JERZ) lassen sich über Fließerden an der Basis drei ausgeprägte Löß- und Lößlehmkomplexe ausgliedern, mit mindestens drei fossilen Bodenbildungen aus interglazialen Warmzeiten. Das Profil ist durchgehend normal magnetisiert. In der Lehmgrube wurden Steinartefakte gefunden (Beschreibung nach JERZ & GROTTENTHALER 1995).

Wengen, Kieserkundung 1998, RIQ 77 b
[7332BN0042]
Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 27 890, H 53 91 510
Längloh, Kieserkundung 1998, RIQ 74
[7332BN0039]
Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 32 200, H 53 93 560

Flugsand, spätwürmzeitlich, ,S,a

Mächtigkeit: bis zu 10 m, seitlich auskeilend.

Lithologie und Fazies:

Bei den Flugsanden handelt es sich um Mittel- und Feinsande mit guter Sortierung und hellgelblichgrauen, unter Staunässe hellweißlichgrauen Farben. Sie führen mäßige Glimmergehalte und vereinzelt Millimeter-große Holzkohlefragmente. Durch den Wind aufgehäufte Dünen, sind an vielen Stellen zu beobachten, so z.B. bei Neustadt

[7236AG0009] im Donautal oder bei Schrobenuhausen [7433AG0108] im Paartal.

In der Tabelle 3-7 sind OSL-Datierungen an Flugsanden aus Dünen beschrieben. Neben möglicherweise noch spätglazialen Ablagerungsaltern wurden auch jungholozäne Sandumlagerungen datiert (vgl. Abb. 3-32). Ein Fund von Keramikscherben unter der Basis einer Düne weist ebenfalls auf eine Reaktivierung der Dünenbildung im Holozän hin.

Aufschlüsse:

Sandgrube N Gröbern
[7333AG0035]
Lage: Bl. Nr. 7333, R 44 50 154,
H 53 85 067
Sandgrube Neustadt Friedhof
[7236AG0009]
Lage: Bl. Nr. 7236, R 44 83 940,
H 54 06 315
Grube SE Königslachen
[7433AG0108]
Lage: Bl. Nr. 7433, R 44 47 880,
H 53 82 640.

Bohrungen:

Baar, Schußpunktbohrung 182 [7334BN0017]
Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 59 704, H 53 92 449
Mahlberg, Schießplatz B7 [7433BN0095]
Lage: Bl. Nr. 7433, R 44 48 285, H 53 83 002

3.5.2 Pleistozän bis Holozän

Hangschutt, ,X,hg

Mächtigkeit: bis zu 8 m.

Lithologie und Verbreitung:

An steilen Talhängen des Jura tritt mächtiger Hangschutt mit mehrere Zentimeter bis Dezimeter großen Kalk- oder Dolomitsteinkomponenten in lehmiger Matrix auf.



Abb. 3-32. Aufschluß in einer Flugsanddüne bei Königslachen NE Schrobenhausen [7433AG0108]. – Diese etwa 4 m mächtige Düne ist nach Datierungen mit der Methode der Optisch Stimulierten Lumineszenz im Mittelalter (780 +/- 60 Jahre vor heute) abgelagert worden. Drei Datierungen aus Dünen bei Neustadt (vgl. Tab. 3-7) belegen ebenso holozäne Umlagerung von Dünen in der Region Ingolstadt. Damit ist die bisherige Vorstellung von Dünenverlagerung als ausschließlich eiszeitliches Ereignis in Frage gestellt. Der Einfluß des wirtschaftenden Menschen könnte die Vegetationsdecke zeitweise so verändert haben, daß eine Mobilisierung von Dünensanden möglich wurde.

Aufschlüsse:

DB-Neubaustrecke N-IN, Köschinger Forst [7134AG0223]
Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 61 205, H 54 17 655

Bohrungen:

DB-Neubaustrecke N-IN, BK 10.2/7 Köschinger Forst [7134BN0143]
Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 61 077, H 54 17 570

Sand, umgelagert (Hangsand, Schwemmsand),
,S,u

Mächtigkeit: bis zu 6 m.

Lithologie und Fazies:

Es handelt sich um hellbraune bis hellgraubraune, karbonatfreie, glimmerfreie bis schwach glimmerführende, lokal schwach schluffige bis schluffige Fein- bis Mittelsande, die stellenweise regellos eingestreute Gerölle enthalten. Unterhalb von Schottervorkommen können die Hangsande eine stärkere Geröllführung besitzen.

In Tabelle 3-7 sind zwei OSL-Datierungen von Hangsanden aufgeführt. Aufgrund dieser und weiterer Datierungen ist belegt, daß Umlagerungen von Sanden im Pleistozän stattfanden.

Aufschlüsse:

Hanganriß Kopfmühle [7332GP0021]
Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 28 190, H 53 90 745
Bohrungen:
Freinhausen, Deponie, B7 [7334BP0018]
Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 57 510, H 53 90 630

Lehm, umgelagert (Fließerde, Hanglehm oder Schwemmlehm),

,L,u

Mächtigkeit: bis zu 3 m.

Lithologie und Fazies:

In dieser Einheit sind alle lehmigen Bildungen (Fließerden, Hang- und

Schwemmlehme, lehmige Kolluvien) zusammengefaßt, die vor allem ab dem ausgehenden Pleistozän an den Hängen durch Umlagerungsvorgänge entstanden. Sie treten meist als geröllführende, sandige, tonige Schluffe von brauner bis dunkelbrauner Farbe auf. Während die Fließerden unter kaltem Klima in der Eiszeit umgelagert wurden, setzt die Entstehung von Kolluvien warmzeitliche Klimabedingungen mit Humusbildung voraus. Dabei haben wohl auch menschliche Rodungs- und Ackerbauaktivitäten Einfluß auf die Umlagerungstätigkeit genommen. Auch heute kann bei Äckern in Hanglage nach Starkregenfällen die Abschwemmung humosen Bodenmaterials beobachtet werden.

Aufschlüsse:

Lehm-, Sandgrube SE Attenfeld [7233AG0085]
Lage: Bl. Nr. 7233, R 44 41 039, H 54 04 682
Biberg, Baugrube Lindenweg 2 [7134AG0040]
Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 57 000, H 54 17 525

Bohrungen:

Burgheim, Alte Ildorfer Str., B 2 [7332BN0050]
Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 28 010, H 53 95 835
Keltenschanze, Flachbohrung 14 [7134BN0519]
Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 56 988, H 54 14 454

3 Schichtenfolge

**Umlagerungsbildungen, undifferenziert (Fließ-
erde, Wanderschutt, Hanglehm, Hangschutt),**
„u

Mächtigkeit: bis zu 5 m.

Lithologie und Fazies:

In dieser Einheit sind auch sandige Kolluvien, Abschwemmassen und Rutschmassen enthalten. Die sandigen Kolluvien sind aus abgeschwemmtem, lehmig-sandigem, humosem Oberboden entstanden, zeigen braune Farben und finden sich zumeist in Unterhangpositionen an Talflanken.

Abschwemmassen stehen als hellbraune bis hell-
ockerbraune, karbonatfreie, zumeist schwach
glimmerführende, schwach schluffige bis schluff-
ige, schwach kiesige bis kiesige Fein- bis
Mittelsande an.

Kleinräumige Rutschmassen von wenigen 100 m²
Fläche sind häufig im Bereich von tertiären
Feinsedimentvorkommen anzutreffen. Größere
Rutschungen sind eher selten.

**Talfüllung, polygenetisch, z.T. Schwemmfä-
cherablagerungen,** „ta

Mächtigkeit: bis zu 10 m.

Lithologie und Fazies:

Unter polygenetischen Talfüllungen werden Ab-
lagerungen verstanden, die kaum fluviale Umla-
gerung erfahren haben. Zumeist finden sich die-
se Talfüllungen in Kerbtälern („V“-Tälern) ohne
ganzjährige Wasserführung und bestehen aus
Lehmen oder Sanden mit unterschiedlichem Ge-
halt an gröberkörnigem Schutt. Unter Grund-
wassereinfluß kommen auch anmoorige und tor-
fige Einschaltungen vor. Die Variationsbreite be-
züglich Mächtigkeit und Zusammensetzung der
polygenetischen Talfüllungen ist sehr groß.

Die Schwemmfächer bauen sich vorwiegend aus
zumeist kalkfreien, schluffigen, z. T. auch kiesi-
gen Sanden (vgl. Abb. 3-33) auf. Am Ausgang
von vielen Tälern sind die Schwemmfächer auch
morphologisch ausgeprägt und deshalb in der
Karte als Übersignatur dargestellt.

In einzelnen Fällen sind verschiedene Schwemm-
fächerablagerungen am Hangfuß schürzenartig
zusammengewachsen und lassen keine morpholo-
gische Differenzierung der einzelnen Schüttungen
mehr zu. In diesen Fällen fehlt die Oberflächen-
signatur auf den Schwemmfächerablagerungen.

Eine Reihe von OSL-Datierungen weist viele
Schwemmfächerbildungen ins Spätglazial bis
frühe Holozän (vgl. Tab. 3-7).

Aufschluß:

Schwaig, Kiesgrube Hochgementel
[7236AG0010]

Lage: Bl. Nr. 7236, R 44 79 850, H 54 02 855

Bohrungen:

GLA-Bohrung 144 09/01 [7332BN0191]

Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 36 100, H 53 89 225

Schwaig, Petrochemie 40 [7236BP0097]

Lage: Bl. Nr. 7236, R 44 79 731, H 54 02 049

3.5.3 Holozän

**Flußschotter, alt- bis mittelholozän (Ältere bis
Mittlere Postglazialterrasse),** qh,G

Mächtigkeit: bis zu 8 m.

Lithologie und Fazies:

Die alt- bis mittelholozänen Flußschotter sind
karbonatreiche, sandig-steinige Kiese der Donau
mit hauptsächlich alpinem Liefergebiet. Oft ist
eine typische Deckschichtenabfolge zu finden.
Dabei liegt auf dem Schotter ein verdichteter
Flußmergel. Über diesem folgt ein schwarzer,
anmoorähnlicher Boden, der von jüngeren Fluß-
mergeln überdeckt wird. Häufig kommen mit
Flußmergel (Feinsand, schluffig bis Schluff, ton-
nig) gefüllte ehemalige Flußrinnen vor (vgl.
Abb. 3-34).

Aufschlüsse:

Kiesgrube Schimmer, Bergheim [7233AG0078]

Lage: Bl. Nr. 7233, R 44 46 986, H 54 02 544

Bohrungen:

Grundwassermeßstelle Neustadt 225

[7236BP0094]

Lage: Bl. Nr. 7236, R 44 75 520, H 54 03 490



Abb. 3-33. Aufschluß in Schwemmfächerablagerungen der Grube Hochgementel SE Schwaig [7236AG0010] (Maßstab: Spachtel und Bleistift). – Eine Reihe von Datierungen mit der Methode der Optisch Stimulierten Lumineszenz weist diese Schwemmfächerablagerungen hauptsächlich ins Spätglazial (vgl. Tab. 3-7). Im Umfeld der Grube wurden Mächtigkeiten dieser weitgehend kalkfreien Schwemmfächerablagerungen bis ca. 10 m erbohrt. Darunter folgt die karbonatführende Niederterrasse der Donau. In der Grube werden die Kiese der Niederterrasse im Naßbaggerverfahren gewonnen. Dazu müssen die Schwemmfächerablagerungen vorher abgeräumt werden.

Jüngerer Mündungsschwemmfächer, „f

Mächtigkeit: bis zu 6 m.

Lithologie und Fazies:

Es handelt sich um kalkfreie Fein- bis Mittelkiese, Sande und Schluffe, z.T. mit organischem Material vermengt.

Aufschlüsse:

Ebenhausen im Ried, Kiesgrube [7334AG0074]

Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 62 744, H 53 93 920

Kiesgrube E Reichertshofen [7334AG0181]

Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 62 550, H 53 91 550

Bohrungen:

Schußpunktbohrung 130, NE Reichertshofen, [7334BN0044]

Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 62 549, H 53 91 815

Ebenhausen-Werk, P 17 [7334BP0073]

Lage: Bl. Nr. 7334, R 44 61 867, H 53 95 286

Auen- oder Bachablagerungen, „f

Mächtigkeit: bis zu 12 m.

Lithologie und Fazies:

Diese schluffigen, sandigen und insbesondere im Untergrund kiesigen Flußablagerungen finden sich im Bereich der heutigen Talböden. An der mäandrierenden Donau lassen sich die Auenablagerungen in ca. fünf bis sechs Terrassenstufen gliedern (vgl. Tab. 3-8). Die nachfolgend aufgeführten Bohrungen zeigen, daß die Lithologie dieser Ablagerungen auch auf engerem Raum sehr wechselhaft ist.

Bohrungen:

Grundwassermeßstelle, Neustadt 225

[7236BP0094]

Lage: Bl. Nr. 7236,

R 44 75 520, H 54 03 490

Grundwassermeßstelle, Neustadt 247

[7236BP0043]

Lage: Bl. Nr. 7236,

R 44 75 670, H 54 03 100

Münchsmünster, Kieserkundung GLA, B. 30

[7236BN0373]

Lage: Bl. Nr. 7236, R 44 76 200, H 54 03 200

3 Schichtenfolge



Abb. 3-34. Aufschluß in holozänen Ablagerungen der Donau in Vohburg [7235AG0097]. – Aus dieser Baugrube in Vohburg konnten Hölzer aus einer verlandeten Rinne innerhalb der Flußschotter der mäandrierenden Donau geborgen werden. Radiokarbondatierungen ergaben ein Alter von 5165 Jahre v. h. (BC 4030–3945 Jahre) für die Hölzer. Damit fällt die Verlandung der Rinne in die klimatisch günstigste Phase des Holozän, das Atlantikum (vgl. Tab. 3-7). Oberhalb von Rinne und Kieskörper wurden noch ca. 2 m mächtige Fluß- und Auemergel während späterer Überflutungen durch die Donau abgelagert. Seit der Zeitenwende dürfte dieser Bereich weitgehend hochwasserfrei gewesen sein. Heute befindet sich hier ein Neubaugebiet der Stadt Vohburg.

Sinterkalk (Kalktuff, z. T. Alm), K

Mächtigkeit: bis zu 2 m.

Lithologie und Fazies:

Neben porösen, weißgrauen, geschichteten Kalkablagerungen am Austritt von kalkreichen Quellen kommen im Mischbereich von kalkhaltigen Wässern auch lockere Ablagerungen von Wiesenkalk oder Alm (weißliches, feinkörniges, ungeschichtetes Kalziumkarbonat) vor. Örtlich findet sich Eisenerock (weiches, rostbraunes Eisen(III)hydroxid mit Beimengungen von Schluff und Ton).

Aufschlüsse:

Lenting Erdgasleitung, [7134AG0133]
Lage: Bl. Nr. 7134, R 44 60 975, H 54 07 555

Niedermoortorf, Hn

Mächtigkeit: bis zu 6 m.

Lithologie und Fazies:

Niedermoortorfe sind organische Ablagerungen aus Pflanzenresten. Im frischen Zustand ist der Torf olivbraun mit erkennbaren Pflanzenresten, zersetzt ist er schwarz. Die Torfvorkommen sind stellenweise von Auen- oder Hangsedimenten überdeckt und weisen gelegentlich sandig-schluffige oder kalkige Einschaltungen auf. In Talauen treten anmoorige, schwarze bis braunschwarze Böden mit hohen organischen Anteilen auf.

In der Tabelle 3-9 sind Torfdatierungen eingetragen. Es zeigt sich, daß das Donaumoos bereits im ausgehenden Pleistozän in den zentralen Bereichen anfang zu wachsen. Eine scheinbare Verlagerung des Wachstums

vom Zentrum in die Randbereiche ab dem Atlantikum dürfte vermutlich zumindest zum Teil durch den derzeitigen Moorschwund vorge-täuscht sein. KORTFUNKE (1992) hat das Donaumoos intensiv untersucht. Torfvorkommen aus dem Bereich der holozänen Donau, die einige Meter unter der heutigen Oberfläche erbohrt wurden, legen für das Holozän ein zeitweilig tieferliegendes Donauniveau mit entsprechend tieferem Grundwasserspiegel nahe.

Aufschlüsse:

Im Bereich der Siedlungen im Donaumoos entstehen immer wieder neue Aufschlüsse.

Bohrungen:

Klingsmoos, Ausbau St 2049, B 7
[7332BN0046]
Lage: Bl. Nr. 7332, R 44 37 552, H 53 86 471

Tab. 3-8: Datierungen zur jungholozänen Flußdynamik in der Planungsregion 10 Ingolstadt nach JERZ & SCHMIDT-KALER (1999) sowie FIEBIG & PREUSSER (in Vorb.)

Chrono- stratigraphie	14C - Jahre BP	Kultur- geschichte	Alter in Kalender- jahren	Paläofluß - Indikatoren		Datierung	Postglazial- terrassen		Hochflut- sedimente ("Auenab- lagerungen")	
				Holz 1)	3) Torf 2) Hochflutsedimente		GK 25	GK 100		
Jungholozän	950	Neuzzeit	1800 AD				qh ₃			
			1600 AD	1)		1435-1625 AD (Hv 16 575)	qh ₂ ₂			
		Spätmittelalter	1400 AD	1)		1030-1200 AD (Hv 24 275)				
			1200 AD	1)						
		Frühmittelalter	1000 AD	1)						
			800 AD	1)	3)	780-890 AD (Hv 24274) 685-870 AD (Hv 23484)	qh ₂ ₁		Auen- mergel	
		Römerzeit	600 AD	1)	3)					
			400 AD	1)	3)	275-350 AD (Hv 24272) 140-330 AD (Hv 24273)	qh ₁ ₂			
		Römerzeit	200 AD							
			0					qh ₁ ₁	„f	
Holozän	1950	Eisenzeit	200 BC							
			400 BC		2)	2400±300 (Westenhausen1)				
		Eisenzeit	600 BC							
			800 BC							
		Bronzezeit	1000 BC				qh ₁ ₀			
			1200 BC			³ 1420-1230 BC (Hv 23482) ¹ 1410-1265 BC (Hv 23483) 3400±400 (Griesham 2a) 3500±900 (Griesham 3a) 3600±500 (Griesham 2b) 1670 BC (Dendrochronologie)				
		Bronzezeit	1400 BC	2)	1)					
			1600 BC	2)	1)					
		Bronzezeit	1800 BC							
			2000 BC							
Neolithikum	2200 BC									
	2400 BC									
						qh _{a-m}	qh _G	Fluß- mergel		

In der Spalte „Paläofluß-Indikatoren“ markieren vertikale Striche Altersspannen in Kalenderjahren, horizontale Striche links neben Vertikalstrichen gemessene Alter in Kalenderjahren und ein horizontaler Strich am oberen Ende einer vertikalen Linie das Absterbedatum eines Baumes. In der Spalte „Datierung“ sind für Holz und Torf Altersspannen in Kalenderjahren, für Hochflutsedimente Jahre vor heute mit Fehlerbereich angegeben (Probenbezeichnung in Klammern). In den Spalten „Postglazialterrassen“ und „Hochflutsedimente“ geben vertikale Striche bzw. Pfeile die Stellung der Proben innerhalb stratigraphischer Einheiten der Geologischen Karte wieder.

Innerhalb des Zeitbereichs des Jungholozäns werden auf der GK 25 sechs verschiedene Postglazialterrassenstufen mit Auenablagerungen (qh₁₀ – qh₃) unterschieden, wobei die älteste Terrassenstufe (qh₁₀) eigentlich nicht ins Jungholozän fällt, sondern in die mittelhologäne, anthropogen bereits stärker beeinflusste Bronzezeit. Zunehmende anthropogene Beeinflussung gilt als eine der Hauptursachen für die verbreitete Sedimentation der jüngsten Hochflutablagerungen. Auf der Geologischen Karte 1:100 000 wurden alle Terrassen mit Bedeckung durch Auenablagerungen als „f bezeichnet. Insbesondere für diese Proben kommt Datierungen mittels der Radiokarbonmethode eine große Bedeutung zu. Eine Reihe von Datierungen von Auenablagerungen deuten wiederholte Sedimentationsereignisse während des Jungholozäns an. Zusätzlich sind einige Altersbestimmungen von Hölzern und Torfen aus den Kieskörpern aufgetragen. Weitere Proben für Datierungen sollten entnommen werden, um den Ablauf der Flußsedimentation noch besser zu erkunden.

Tab. 3-9: Radiokarbonproben von organischem Material in situ aus der Planungsregion 10 Ingolstadt (Torfe, Torfmudden, Schilfreste etc.)

Chrono- stratigraphie	14C - Jahre BP	Palyno- stratigraphie	Alter in Kalender- jahren	Donaumoos- profile					Süd- rand Donaumoos	Donau normal	Donau tief	Spätglaziale Donaurinnen	(Paar-) Schwemm- fächer	Nr.	Labor- Nr.	Alter			
				Walda	Grab II	Laich II	Gras												
Holozän	950	Sub- atlantikum	1000 AD	¹					² ⁵				⁷	1	16309	AD 1260 - 1530			
																2	24275	AD 1030 - 1200	
	1950			0	³				⁴						3	16310	AD 130 - 430		
																4	24278	AD 565 - 650	
	2850			1000 BC											5	24274	AD 780 - 890		
																6	24273	AD 140 - 330	
	3600	Sub- boreal		2000 BC	⁹										7	24021	AD 265 - 420		
																8	Erl.277 317 306	BC 720 - 520	
	4370			3000 BC	¹¹				¹²						9	16311	BC 1940 - 1600		
																10	23482	BC 1420 - 1230	
	5250	Atlantikum		4000 BC	¹³					¹⁴ ¹⁵					11	16312	BC 3050 - 2450		
																12	24276	BC 2870 - 2495	
	6120			5000 BC						¹⁶					13	16313	BC 4000 - 3500		
																14	18312	BC 3635 - 3370	
	7130			6000 BC			¹⁷								15	18313	BC 3635 - 3365		
																16	18314	BC 4620 - 4450	
	7960	Boreal		7000 BC											17	16314	BC 6120 - 5740		
																18	24270	BC 6380 - 6225	
	8890			8000 BC		¹⁹	²¹								19	16610	BC 7600 - 7050		
						²⁰										20	16611	BC 8550 - 7800	
	9560	Prä- boreal		9000 BC		²²	²³	²⁴	²⁸						21	16315	BC 8250 - 7600		
						²⁵	²⁶	²⁷	²⁹						22	16612	BC 9300 - 8550		
	Pleistozän	10250	Jüngere Dryas	10000 BC											23	16316	BC 8900 - 8250		
																24	16321	BC 9500 - 8600	
																	25	16613	BC 9650 - 8800
																	26	16319	BC 10700 - 9200
																	27	16317	BC 10400 - 9200
																28	16320	BC 10000 - 8800	
																29	16322	BC 10700 - 9300	
																30	16325	BC 10700 - 9100	
								³¹	³²	³³	³⁴	³⁵					31	16614	BC 11530 - 11180
																	32	16515	BC 11600 - 11150
12160			12000 BC											33	16318	BC 11500 - 10850			
															34	16323	BC 11000 - 10000		
																35	16324	BC 11050 - 10150	
																36	18447	BC 11520 - 11220	
																37	24022	BC 10500 - 10235	
																38	24020	BC 11555 - 11345	

Die Zahlen in den Spalten „Donaumoosprofile“ bis (Paar-)Schwemmächer geben die Probennummer (s. Spalte „Nr.“), die vertikalen Striche die Altersspanne der Probe in Kalenderjahren (s. auch Spalte „Alter“) wieder.

Ausgewertet wurden Datierungen aus KORTFUNKE (1992), JERZ & SCHMIDT-KALER (1999), KLEINSCHNITZ & KROEMER (2002) sowie eigene Untersuchungen. Kalibrierungen fanden mit den Programmen OxCal bzw. CalPal (www.rhlaa.ox.ac.uk/orau/index.htm bzw. www.calpal.de) statt.

Die Proben aus den Bohrungen Grab II, Laich II, Gras [7333BN0129-0131], die inmitten des Donaumooses (KORTFUNKE 1992) abgeteuft wurden, weisen auf ein starkes Torfwachstum im zentralen Teil im Spätglazial bis Frühholozän hin. Das am Rand des Donaumooses gelegene Profil Walda [7332BN0204] und die beiden Proben der Spalte „Südrand Donaumoos“ [7333AG0126 und 0128] deuten ein mittel- bis jungholozänes Torfwachstum in den Randbereich des Donaumooses an. Die Profile im zentralen Teil könnten durch Grundwasserabsenkungen mit nachfolgender äolischer Oberflächenerosion gekappt sein.

In der Spalte „Donau normal“ sind Torfdatierungen dargestellt, die von Proben stammen, die maximal 2 m unter der heutigen Geländeoberfläche des Donautals lagen. In der Spalte „Donau tief“ sind dagegen Datierungen von Torfproben aufgeführt, die aus 5 bis 8 m Tiefe unter der heutigen Taloberfläche stammen. Angesichts der tiefen Torfproben können Eintiefungsvorgänge mit entsprechenden Grundwasserabsenkungen ab dem Boreal vermutet werden. Ob dies auch Einfluß auf das Donaumooswachstum genommen hat, ist unklar. Weitere Untersuchungen sollten dieser Frage nachgehen.

Schließlich sind zwei Torf- bzw. Schilfdatierungen aus verlandeten, vermutlich spätglazialen Donaaurinnen sowie je eine Torfdatierung aus jungholozänen Schwemmächerablagerungen und aus dem älteren Paarschwemmächer dargestellt.

4 Tektonischer Bau

Die Planungsregion 10 Ingolstadt liegt strukturell im Südteil der Süddeutschen Großscholle, wo der vortertiäre Untergrund unter das alpine Molassebecken abtaucht (s. Abb. 2-1, Beil. 1). Das Gebiet befindet sich somit zwar weit nördlich des subalpinen, gefalteten Bereichs, wird aber noch deutlich von alpidischer Dehnungstektonik geprägt. Diese entstand beim Hinabbiegen der Kruste des damaligen europäischen Kontinentes unter den nach N vorwandernden Deckenstapel der Alpen. Aus dem Spannungsfeld mit teilweise wiederbelebten, älteren tektonischen Elementen des Grundgebirgsbereichs erklären sich die bei Schichtlagerung, Störungen und Kleintektonik zu beobachtenden Verhältnisse.

Nur im Schichtstufenland nördlich der Donau, wo Festgesteine des Jura an der Oberfläche verbreitet sind, werden neben den allgemeinen Lagerungsverhältnissen auch größere Störungen im Anstehenden sichtbar. Bereits weit nördlich des Donauquartärs beginnend und nach S zunehmend werden die Jura-Festgesteine durch immer mächtigere, vor allem tertiäre Lockersedimente verhüllt. Störungen sind hier überdeckt bzw., soweit sie sich in die Lockergesteine hinein fortsetzen, nur schwer zu erkennen oder lediglich als weiträumigere Flexuren ausgebildet. Zur Kenntnis über den tektonischen Bau dieser Bereiche können nur geophysikalische Untersuchungen (s. Kap. 5) und die Interpretation der spärlich verfügbaren Tiefbohrungen beitragen (s. Abb. 4-1). Die Menge der Seismikdaten nimmt allerdings vom S der Region in Richtung Donau rasch ab, wo für die Kohlenwasserstoff-Exploration interessante Speicherhorizonte nicht mehr die erforderliche Tiefenlage aufweisen. Hier erfolgten nur noch Spezialuntersuchungen (z.B. WIEDERHOLD 2000), vor allem auch im Rahmen der Landesaufnahme, die aber bei weitem nicht die Dichte der wirtschaftlich ausgerichteten Prospektion erreichen (s. Abb. 5-1).

4.1 Schichtlagerung

Im gesamten Bereich fallen die Gesteinsschichten der mesozoischen bis tertiären Abfolge generell in südlicher Richtung ins Molassebecken hin ein. Durchschnittliche Fallwerte verschiedener Bezugshorizonte gibt Tabelle 4-1. Die Angaben sind als grobe Richtwerte zu sehen, die durch lokale Schichtverbiegungen und -verstellungen, z.T. auch durch Erosionseinflüsse beträchtlich verändert werden können (s. Abb. 2-1; Beil. 1). Die Unterscheidung zwischen den Bereichen nördlich und südlich der Donau verdeutlicht die Verflachung des Gefälles im Albgebiet gegenüber dem steileren Hinabbiegen ins Molassebecken. Durch die nach S gerichtete Mächtigkeitzunahme der Schichten vom Malm bis ins Miozän verringert sich das Schichtfallen zum Jüngeren hin kontinuierlich. Für die Schichten des älteren Mesozoikums ist die Tendenz gegenläufig. Verschiedene Bezugshorizonte, wie die Malmoberfläche oder der Baltringer Horizont, sind in den nördlichen Bereichen zwar heute nicht mehr erhalten, können aber durch Übertragung der Mächtigkeit in ausreichender Genauigkeit rekonstruiert werden.

Die Malmoberfläche, die im Kartengebiet im wesentlichen der Grenzfläche zwischen Fest- und Lockergesteinen entspricht, bildet den wichtigsten Bezugshorizont, der sich auch geophysikalisch am deutlichsten abzeichnet. Er ist in einer eigenen Schichtlagerungskarte dargestellt, in die gleichzeitig die Verbreitung der jeweils überlagernden Schichten aus der Kreide oder dem Tertiär eingetragen ist (Abb. 4-1). Die in der Region im allgemeinen geringmächtige Quartärbedeckung des Jura ist vernachlässigt. Die großräumig zusammenhängende Auswertung weiterer Schichtgrenzen in der Gesteinsfolge des Oberen Jura wird durch die verbreitet eingelagerten, nicht differenzierbaren Riffkörper verhindert. Grenzflächen im Malmuntergrund sind nur ungenügend aufgeschlossen und bilden sich in geophysikalischen Profilen nicht deutlich genug ab.

4 Tektonischer Bau

Tab. 4-1: Mittelwerte des Einfallens verschiedener Bezugshorizonte nach S in der Planungsregion 10 Ingolstadt

	N-Spitze Region 10 [ca. m NN]	Durchschnittliches Gefälle im N-Teil		Ingolstadt [ca. m NN]	Durchschnittliches Gefälle im S-Teil		S-Spitze Region 10 [ca. m NN]
		[%]	[°]		[%]	[°]	
GOK	540	5	0,3	370	4 (→N)	0,2 (→N)	530
Baltringer Horizont	---	---	---	(300)	4	0,2	140
Molasse- basis	---	---	---	270	8	0,4	-570
Malm- oberfläche	(850)	11	0,6	(450)	26	1,5	-570
Malmbasis	450	15	0,8	-80	26	1,5	-1120
Kristallin- oberfläche	70	9	0,5	-250?	23	1,3	-1150

Die Werte dokumentieren allgemein gemäßigtes Fallen im Bereich der Alb und ein stärkeres Abbiegen der Schichten ins Molassebecken. Die Malmoberfläche bildet im S gleichzeitig die Molassebasis und wird nach N zunehmend erodiert. Um das ungefähre Schichtfallen innerhalb der Malmabfolge zu dokumentieren, wurde die Höhenlage der ursprünglichen Malmoberfläche im N aufgrund der anzunehmenden Mächtigkeit geschätzt. Fragezeichen stehen bei unsicher interpolierten Werten, Klammern bei unsicher extrapolierten Werten für Flächen, die heute nicht mehr erhalten sind, (→N) bedeutet Nordfallen.

Im nicht überdeckten Bereich im N der Region, in dem die jüngeren Schichten des Malm bereits der Erosion zum Opfer gefallen sind, bietet die Malmoberfläche keine Hinweise zur Schichtlagerung und ist deshalb nicht mit Streichlinien dargestellt. Ähnlich beschränkt ist die Aussagemöglichkeit für das nördlich an die Donau anschließende Gebiet. Auch hier ist die Malmoberfläche noch durch Erosionsrinnen und Karststrukturen stark überprägt. Für diese kann eine Bindung an bruchtektonische Elemente zwar angenommen, aber nicht im einzelnen belegt werden. Erst südlich der Donau ist die Obergrenze des Weißen Jura als weniger veränderte Schichtfläche zu interpretieren und somit zur ungefähren Darstellung der Schichtlagerung geeignet. Abgesehen von den nachfolgend beschriebenen Bruchstörungen läßt Abbildung 4-1 das generelle Südfallen der Schichten erkennen, das nur im W und S in südsüdöstliche Richtung umbiegt. Das Einfallen der Malmoberfläche erfolgt allerdings nicht gleichmäßig, sondern treppenartig. Einem steileren, zumindest teilweise erosiv gestalteten Abbruch (Donaurandbruch?) am nördlichen Rand des Donautals bzw. Südrand des Neuburger Sporns folgt ein flaches Stück bis

zum E–W-streichenden sog. Reichertshofener Abbruch. Südlich schließt die Verebnung der Wolnzacher Senke (UNGER 1999 a) als nordwestlicher Ausläufer des Wasserburger Trogs an. Sie wird nach S wieder von steilerem Schichtfallen im Bereich der Freising-Störung abgelöst.

Lokale Elemente können diese generellen Tendenzen deutlich verändern. Das wird im Bereich der Schichtfazies des Oberen Jura besonders deutlich, wo flache, oft annähernd W–E-streichende Mulden- und Sattelstrukturen beobachtet werden können. Augenfällig wird der Einfluß lokaler Verhältnisse aber vereinzelt auch im Molassegebiet südlich der Donau. Im Bereich des Südabfalls des Neuburger Sporns fallen geschichtete Ablagerungen der älteren Oberen Süßwassermolasse eindeutig in nördlicher Richtung ein (s. Abb. 4-2), in einer Sandgrube bei Pobenhausen [7334AG0044] eine ursprünglich sicherlich horizontale Mergellage mit 5° nach NNW. Neben großtektonischen Bewegungen mögen für Verstellungen verschiedentlich auch Setzungsunterschiede an Faziesgrenzen (s. auch unten) oder Karsteinbrüche verantwortlich sein.

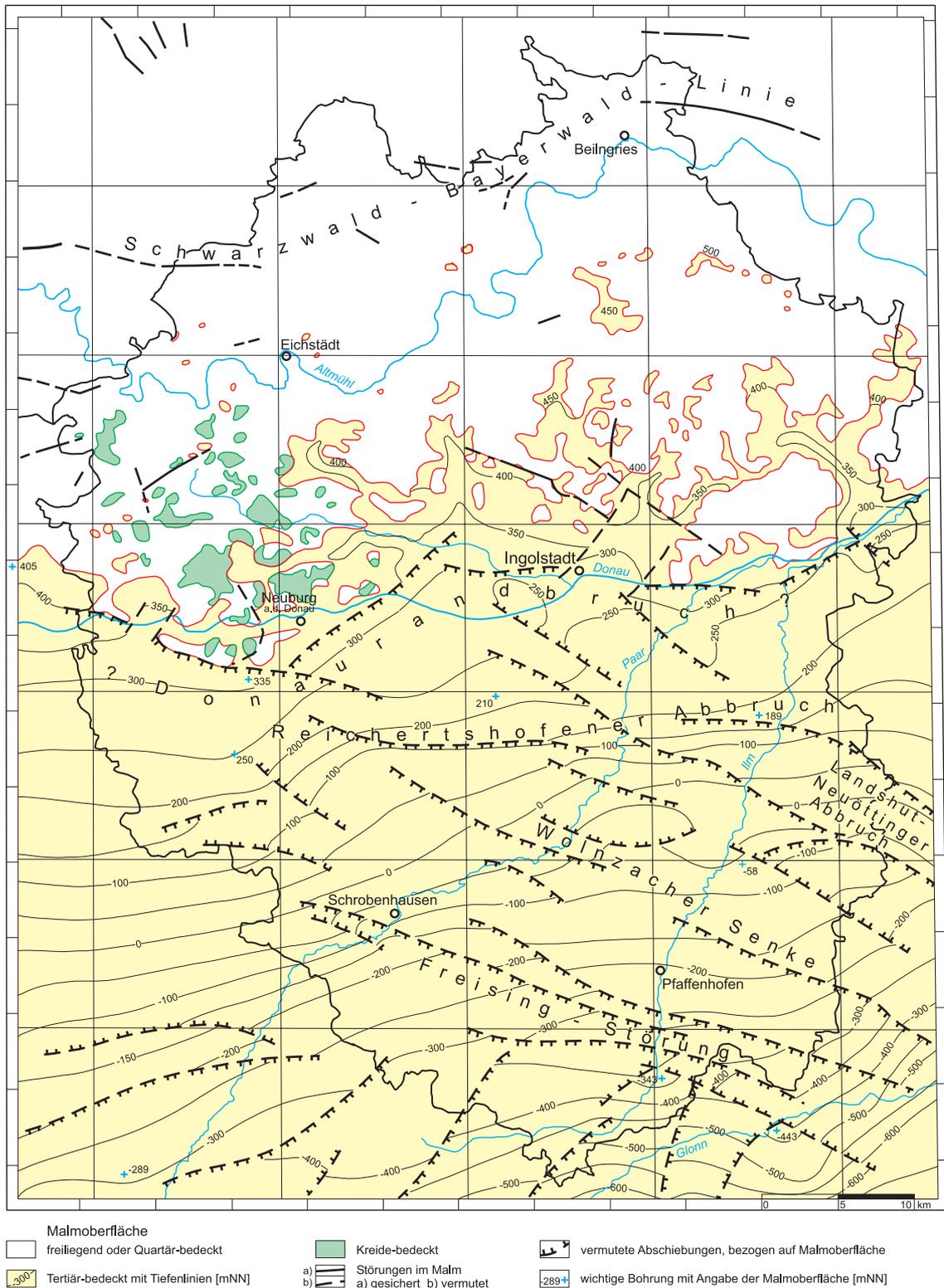


Abb. 4-1. Schichtlagerungskarte der Malmoberfläche in der Planungsregion 10 Ingolstadt und angrenzenden Bereichen. Gleichzeitig dargestellt ist die Überdeckung des Malm durch Ablagerungen der Kreide oder des Tertiärs. Quartäre Deckschichten sind vernachlässigt. – Die tektonische Interpretation im überdeckten Teil des Malm beruht auf dem aus Bohrungen und verfügbaren geophysikalischen Messungen abgeleiteten Schichtlinienplan (s. BÜTTNER et al. 2002: Beil. 3). Im N sind nur die oberflächlich kartierten Störungen eingetragen.



Abb. 4-2. Tektonisch verstellte Mergelfolge der Fluviatilen Unteren Serie in der mittlerweile aufgelassenen Mergelgrube N Ergertshausen [7232AG0007], Lage: R 44 36 740, H 53 96 250. – Die N–S-orientierte Abbauwand läßt deutlich das dem allgemeinen Trend entgegenlaufende Schichteinfallen mit etwa 15° nach N erkennen, das vermutlich auf tektonische Bewegungen am Rand des Neuburger Sporns gegen das südlich anschließende Molassebecken zurückzuführen ist. Hinweise auf Bewegungen erbrachte auch die südlich unterhalb gelegene Sandgrube. Dort waren die Schichten durch ein komplexes Netz steiler und flacher Störungen um Zentimeterbeträge gegeneinander versetzt.

4.2 Bruchstörungen

Im nicht flächig überdeckten Malmgebiet im N sind in Abbildung 4-1 nur durch die Oberflächenkartierung belegte Bruchstörungen verzeichnet, die sich selten zu größeren tektonischen Elementen zusammenschließen lassen. Ausgenommen ist die etwa W–E-verlaufende sog. Schwarzwald-Bayerwald-Linie von Treuchtlingen über Beilngries Richtung Regensburg, der verschiedene Störungsabschnitte ganz im N der Region zugeordnet werden können. Sie haben meist Abschiebungscharakter mit etwa 70° Südfallen und wenigen Zehnermetern Versatz, teilweise womöglich aber auch Blattverschiebungscharakter.

Bruchhafter Versatz tritt in Malmgesteinen auch am Rand von Riffkörpern gegen die Schichtfazies der anschließenden Wannern auf (Riffbrandbrüche). Im Gegensatz zu den weitgehend starken Riffkörpern unterlagen die Kalkschlammablagerungen der Wannengebiete einer stärkeren Kompaktion. Die Setzungsunterschiede führten

lokal zur Entstehung von Bruchflächen am Rande der Riffkörper, die unabhängig von großräumigen tektonischen Strukturen angeordnet sind. Entsprechend den zu erwartenden Setzungsbeiträgen sind kaum Sprunghöhen von mehr als 10–20 m wahrscheinlich.

In dem durch Molassesedimente überdeckten Bereich der Malmoberfläche wurden die Störungslinien auf Grundlage der Schichtlagerungskarte konstruiert, die sich aus Ergebnissen der Tiefbohrungen und geophysikalischen Untersuchungen (s. Kap. 5) ableitet. Voneinander bereichsweise deutlich abweichende Darstellungen bruchtektonischer Elemente bei v. DRACH (1984), UNGER & SCHWARZMEIER (1987), LEMCKE (1988: Abb. 6, 36) oder UNGER (1999 a) belegen den Interpretationsspielraum in dem von nur wenigen seismischen Profilen berührten Gebiet. Im folgenden werden nur Elemente beschrieben, die sich als Gefällsverteilungen deutlich abzeichnen und oftmals aus verschiedenen Teilstörungen komplex zusammengesetzt sein dürften.

Besonders unsicher ist die Existenz eines „Donaurandbruches“. Er läßt sich aus dem vergleichsweise abrupten Ansteigen der ersten Weißjurafelsen nördlich bzw. im Bereich des Neuburger Jurasporns auch südlich der Donau zwar vermuten, aber nicht durch Versatz von Schichtflächen belegen. Bei Ingolstadt liegt ein vergleichbarer Abbruch auch unter dem Donauquartär (BADER in JERZ & SCHMIDT-KALER 1999: Abb. 13). Dort beträgt die Sprunghöhe um 75 m. Für die Albsüdrandstörung am Abbruch des Neuburger Sporns ins Molassebecken nimmt STREIT (1978) Versatzbeträge von 70–100 m und ein Andauern der Bewegungen bis ins Mittelmiozän an.

Als Fortsetzung des Landshut-Neuöttinger Abbruchs mit einem Umbiegen der Streichrichtung von WNW nach W kann der Reichertshofener Abbruch gedeutet werden. Parallel zum auffälligsten tektonischen Element des östlichen Molassebeckens, dem Landshut-Neuöttinger Hoch, verlaufen auch Abschiebungen, die sich im Südteil der Region zur sog. Freising-Störung bündeln (UNGER & SCHWARZMEIER 1987).

Bei den Störungen hier am Nordrand des Molassebeckens überwiegen synthetische Abschiebungen in Richtung des Schichtfallens die entgegen dem Schichtfallen gerichteten antithetischen Bruchstrukturen. Das Einfallen der Bruchflächen ist meist steil um 70° (z. B. LEMCKE 1988). Die aus den Streichlinien der Abbildung 4-1 ablesbaren Sprunghöhen übersteigen nur selten 100 m.

Im Hauptteil der Region scheint es sich um wiederbelebte Störungen der variskischen Gebirgsbildung zu handeln, wie die Anlehnung an die im Bereich der Böhmisches Masse dominierende ESE–WNW-Richtung andeutet. Diese Richtung war offenbar auch schon für den grabenartig eingetieften Permokarbondrog von Wolnzach von Bedeutung. Für ihn kann in entsprechender Richtung eine Fortsetzung nach NW zu vergleichbaren Vorkommen in Bohrungen bei Daiting NE Donauwörth oder bei Treuchtlingen, nach SE in Richtung der Bohrungen Münchsorf und Giftthal angenommen werden (FREUDENBERGER in BAYERISCHES GEOLOGI-

SCHES LANDESAMT 1996: Abb. 3.1-1). Im Südwestteil erfolgt noch in den Grenzen der Region allerdings ein Umbiegen der Bruchstörungen auf die alpidische ENE–WSW-Richtung, begleitet von etwa NE–SW-streichenden Brüchen, die womöglich teilweise auch als Blattverschiebungen interpretiert werden müssen.

Die Neuanlage bzw. Reaktivierung der Störungen begann vermutlich schon während der höheren Oberkreide (UNGER & SCHWARZMEIER 1987) und verstärkte sich mit dem Vorschub des alpinen Deckenstapels im Oligozän und Miozän. Die Bewegungen dauerten hier am Nordrand des Molassebeckens bis mindestens ins Untermiozän an, setzten sich in geringerem Umfang aber womöglich auch noch bis in die Zeit der älteren Oberen Süßwassermolasse fort (s. Kap. 4.3). Heute noch durch Präzisionsnivelements nachweisbare Hebungen wirken sich vermutlich eher in Form großräumiger Verbiegungen, weniger als bruchhafte Verformungen aus.

4.3 Kleintektonik

Die Festgesteine des Malm zeigen typischerweise eine intensive Klüftung. Klüftflächen sind in der Schichtfazies im allgemeinen annähernd senkrecht zu den Schichtflächen orientiert. Der Klüftabstand steigt üblicherweise von einer ausgeprägten Feinklüftung mit Dezimeterabstand bei den Platten- und Bankkalken auf Meterabstände bei Dickbank- und Massenkalken (z. B. Abb. 3-15). Häufig sind Klüftspalten mit Kalkspat verheilt. Messungen von Klüftrichtungen in verschiedenen Gebieten (z. B. KLEINSCHNITZ 2001, STREIT 1978) belegen bevorzugt die annähernd senkrecht zueinander stehenden Richtungen um SSW–NNE und WNW–ESE.

Bruchhafte Verformung ist vereinzelt aber auch in Lockersedimenten erkennbar. In der Region sind entsprechende Beobachtungen bisher weitgehend auf den donauanahen, älteren Bereich der Oberen Süßwassermolasse beschränkt. In den feingeschichteten Sanden der Fluviatilen Unteren Serie treten z.T. komplexe Systeme sich überschneidender Bruchelemente auf, flach auslaufende neben steileren Abschiebungen (z. B. in den Kies-



Abb. 4-3. Kleintektonik in Sanden der Fluviatilen Unteren Serie in der Sandgrube am Ödberg bei Brunnen [7333AG0029], Lage: R 44 49 666, H 53 64 420. – Die durch Eisenausfällungen nachgezeichnete Feinschichtung läßt deutlich einen komplexen, bruchhaften Versatz erkennen, der womöglich auf tektonische Bewegungen im Untergrund zurückgeführt werden kann.

und Sandgruben NNE Biding [7332AG0010] oder NE Stelzhof [7332AG007]). Der Aufschiebungscharakter an manchen Brüchen mag durch seitliche Bewegungen vorgetäuscht sein. Die Störungen weisen im allgemeinen nur geringe Versatzbeträge von wenigen Zentimetern auf. Durch schichtabhängige Eisenausfällungen werden sie besonders deutlich nachgezeichnet (s. Abb. 4-3).

Ein unmittelbarer Bezug dieser Kleinformen auf großtektonische Bewegungsflächen ist derzeit nicht belegt. Die Möglichkeit einer Abhängigkeit von schwächeren Nachbewegungen an den großen Störssystemen auch noch im Mittelmiozän oder später ist jedoch nicht von der Hand zu weisen.

5 Geophysikalische Untersuchungen

5.1 Spezielle geophysikalische Untersuchungen

Im Bereich der Planungsregion 10 Ingolstadt und in den umliegenden Gebieten wurde eine große Anzahl geophysikalischer Messungen zur näheren Klärung von Fragestellungen der geologischen Landesaufnahme, Rohstoffgeologie und Hydrogeologie durchgeführt. Diese Meßdaten

wurden, soweit am Bayerischen Geologischen Landesamt vorhanden, im Zuge der Projektarbeiten digital erfaßt und in ein Geographisches Informationssystem überführt. Teilweise erfolgte dabei auch eine neue Auswertung und Interpretation von Einzelmessungen. Insgesamt stehen so allein für den unmittelbaren Bereich der Planungsregion folgende Messungen zur Verfügung (vgl. Abb. 5-1):

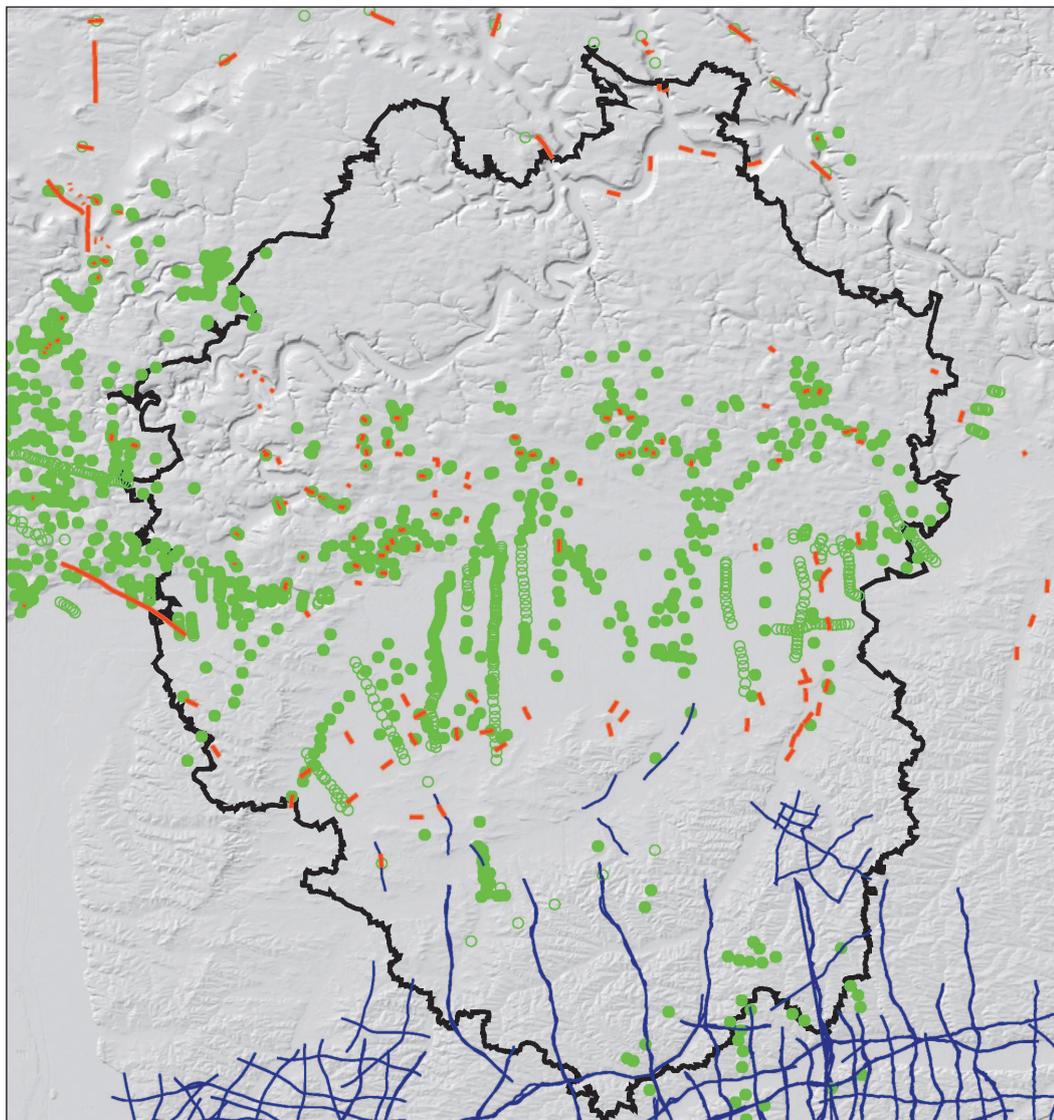


Abb. 5-1. Geophysikalische Messungen im Bereich der Planungsregion 10 Ingolstadt. – Blaue Linien: reflexionsseismische Untersuchungen (vorwiegend der Erdölindustrie), rote Linien: refraktionsseismische Profile (vorwiegend Bayerisches Geologisches Landesamt), grüne Punkte: geoelektrische Sondierungen (Bayerisches Geologisches Landesamt), grüne Kreise: geoelektrische Sondierungen (vorwiegend Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung).

5 Geophysikalische Untersuchungen

- über 500 eigene geoelektrische Tiefensondierungen (vorwiegend 4-Punkt-Aufnahmen mit Elektrodenauslagen bis $L/2 = 1000$ m)
- etwa 470 geoelektrische Tiefensondierungen durch andere Institutionen (vorwiegend durch das heutige Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben, Hannover)
- fast 150 eigene refraktionsseismische Profile (24 Spuren, in der Regel 1000 m Profillänge, Anregung durch Kleinsprengungen)
- refraktions- und reflexionsseismische Profile anderer Institutionen und der Erdölindustrie

Durch die Geophysik wurden folgende Untersuchungsvorhaben unterstützt:

Prospektion auf Ziegeleilehm und Kieselerde (Geoelektrik, Refraktionsseismik)

Dabei zeigte sich im untersuchten Raum der Albfläche von Gietlhausen (Bl. Nr. 7232) bis Pettenkofen (Bl. Nr. 7233), daß die oberflächen-nahe Schichtenfolge gut abgebildet werden konnte. Für eine wirtschaftliche Nutzung der Rohstoffe sind die gewonnenen Daten jedoch noch nicht ausreichend.

Tertiärkies-Prospektion (Geoelektrik)

Im südlichsten Teil der Planungsregion 10 wurde im Bereich der Nördlichen Vollschorterzone (OSM) wasserfreier Kies prospektiert, mit dem Ziel, eine Alternative zum Naßkiesabbau im Donautal zu finden. Die Methode der geoelektrischen Tiefensondierung erwies sich dabei für den Nachweis von Tertiärkies (über Grundwasser) als sehr aussagekräftig (Widerstandswerte von 1000–3000 Ohm m).

Erkundung der Malmoberfläche

Malmoberfläche nördlich der Donau (und Donauraum)

Eine Vielzahl von geophysikalischen Messungen wurden zur Erkundung der Oberfläche des Malm durchgeführt. Das spektakulärste Ergebnis dieser Messungen ist der Nachweis einer ganzen Reihe von im Tertiär angelegten Tälern und Rinnen, die

heute unter den tertiären und quartären Sedimenten verborgen liegen. Der Nachweis dieser Strukturen ist nicht nur für die Kenntnis der paläogeographischen Entwicklung des Raumes wichtig, sondern hat auch für die Bewertung der hydrogeologischen Verhältnisse und die Erstellung von Grundwasser-Schutzfunktionkarten eine erhebliche praktische Bedeutung.

Insgesamt konnten mit geophysikalischen Methoden etwa 10 Tertiär-Talsysteme auf der Alb, verbunden mit 5 Tertiär-Talstücken im Donautal gefunden und deren Tiefen bestimmt werden. Das Tertiär besitzt niedrige spezifische Widerstände von 10–50 (–100) Ohm m und unterscheidet sich daher gut vom Malmkalk mit deutlich höheren Widerständen (150–1000 Ohm m). Auch über die seismischen Geschwindigkeiten lassen sich die betroffenen Einheiten gut unterscheiden. Das tiefste Talniveau von 230 m ü. NN wurde mit Hilfe der Geoelektrik im Ingolstädter Tertiärbecken gefunden. Hier setzt S Friedrichshofen am „Malmabbruch von Ingolstadt“ abrupt ein Tertiärtal ein, das etwa 50 m eingetieft ist (vgl. BADER 1999). Weitere tertiäre Rinnenstrukturen wurden beispielsweise auf den Blättern Eichstätt, Neuburg a. d. Donau, Kösching, Vohburg und Neustadt a. d. Donau nachgewiesen. Auch sie entwässerten offensichtlich in die südlich gelegene Graupensandrinne (BADER, MEYER & BRUNOLD 2000).

Malmoberfläche südlich der Donau

Aufgrund der mit der Tiefe logarithmisch zunehmenden Meßgenauigkeit der geoelektrischen Tiefensondierung ist im Untersuchungsgebiet südlich der +200 m NN Isohypse (etwa 10–15 km südlich der Donau) mit diesem Meßverfahren kein wesentlicher Informationsgewinn für den Verlauf der Malmoberfläche zu erzielen. Daher wurde dieser im Südteil der Region überwiegend aus refraktionsseismischen Messungen des Bayerischen Geologischen Landesamtes und reflexionsseismischen Untersuchungen verschiedener Institutionen und der Erdölindustrie abgeleitet.

Auffällig ist, daß das Absinken der Malmtafel in Richtung Molassetrog nicht gleichförmig er-

folgt. So schließt sich an den relativ steilen Malmabbruch S Reichertshofen (von etwa 200 m ü. NN auf 0 m NN) eine 5–13 km breite Verebnung an, deren Zentrum bei Hohenwart liegt und die auch deutlich im Schwerefeld (s. u.) zu erkennen ist. Südlich dieser Verebnung sinkt die Malmoberfläche von etwa 100 m unter NN zum S-Ende der Region weiter auf 500 bis 600 m unter NN ab. Teilweise erfolgt dieses Absinken offensichtlich an (reflexionsseismisch erkennbaren) Bruchstrukturen. Ob dies jedoch generell der Fall ist, ist aus den geophysikalischen Daten alleine nicht abzuleiten.

Die umfangreichen geophysikalischen Daten wurden in die Konstruktion der Malmoberfläche der Region Ingolstadt (s. Abb. 4-1) miteinbezogen.

5.2 Regionale geophysikalische Untersuchungen und der tiefere Untergrund

5.2.1 Schwerekarte, Aeromagnetik und Tiefenseismik

Die Karte der Bouguer-Schwere von Bayern (PLAUMANN 1995) zeigt im Bereich der Planungsregion Ingolstadt ein ausgeprägtes Hochgebiet, das sich etwa 20 mGal über den Mittelwert der Umgebung erhebt. Diese Karte wurde im Bereich des relativen Malmhochs bei Hohenwart durch weitere Schweremessungen des Instituts für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben verdichtet und ergänzt (INSTITUT FÜR GEOWISSENSCHAFTLICHE GEMEINSCHAFTSAUFGABEN

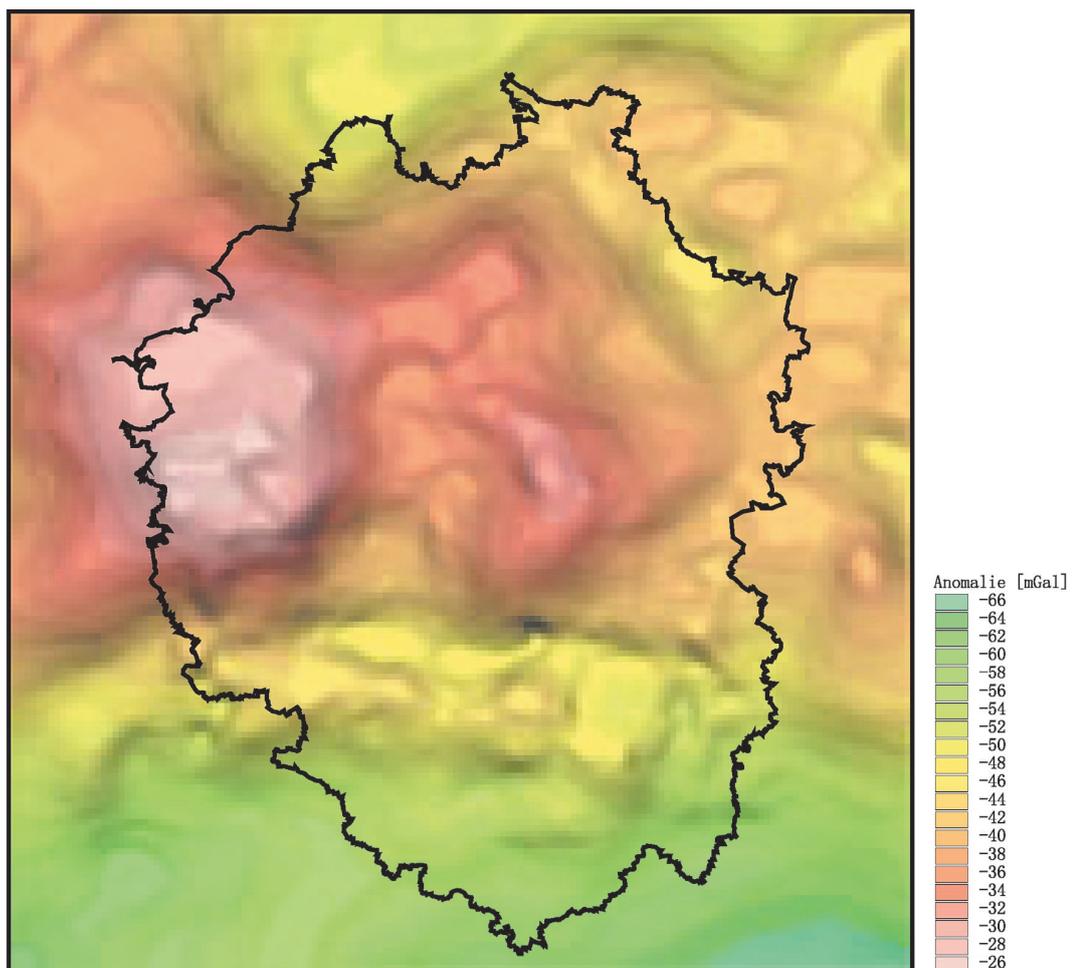


Abb. 5-2. Karte der Bouguer-Anomalie (in mGal) im Bereich der Planungsregion 10 Ingolstadt. – Datengrundlage PLAUMANN (1995, ergänzt); weitere Erläuterungen im Text.

5 Geophysikalische Untersuchungen

2001). Daraus wurde eine Karte der Bouguer-Schwere für das Gesamtgebiet der Region kompiliert, die in Abbildung 5-2 wiedergegeben ist. Da in der Bouguer-Schwere die Effekte der topographischen Massen eliminiert sind, gibt das Anomalienbild einen Eindruck von der Verteilung der Massen im tieferen Untergrund wieder. Wie die Schwerekarte von Bayern zeigt, ist das ausgeprägte Hochgebiet im Zentralteil der Region Teil eines Anomalienzuges, der aus SW kommend gerade im Bereich des Untersuchungsgebietes seine Richtung nach SE ändert und sich weiter zum Landshut-Neuöttinger Hoch hinzieht. Die Abnahme der Schwere nach SE ist durch das Abtauchen von Malm und kristallinem Basement zu erklären. Für das zentrale Schwerehoch in der Region ist derzeit nicht eindeutig nachzuweisen, ob es sich um eine Hochlage oder um lithologisch bedingte Dichteveränderungen des Kristallins

handelt. Überraschend ist die Abnahme der Schwere im NE, da hier mit einer – allerdings nur durch wenige Punkte belegten – Hochlage des Grundgebirges zu rechnen ist.

Diese Ergebnisse sollen nun mit den Anomalien des Erdmagnetischen Feldes (Totalintensität) verglichen werden. Zu diesem Zwecke sowie zur besseren Visualisierung wurde die publizierte Aeromagnetische Karte (BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE 1976) digital neu aufbereitet, ohne sie jedoch inhaltlich zu verändern (Abb. 5-3). Das Bild zeigt einige deutlich ausgeprägte Anomalien. Diese sind Teil eines Anomalienzuges, der sich etwa entlang der Alb über fast 200 km Länge und 30–40 km Breite von Reutlingen im W bis Vohburg/Donau im E erstreckt. Die Anomalien sind im allgemeinen charakterisiert durch ein kräftiges südliches Ma-

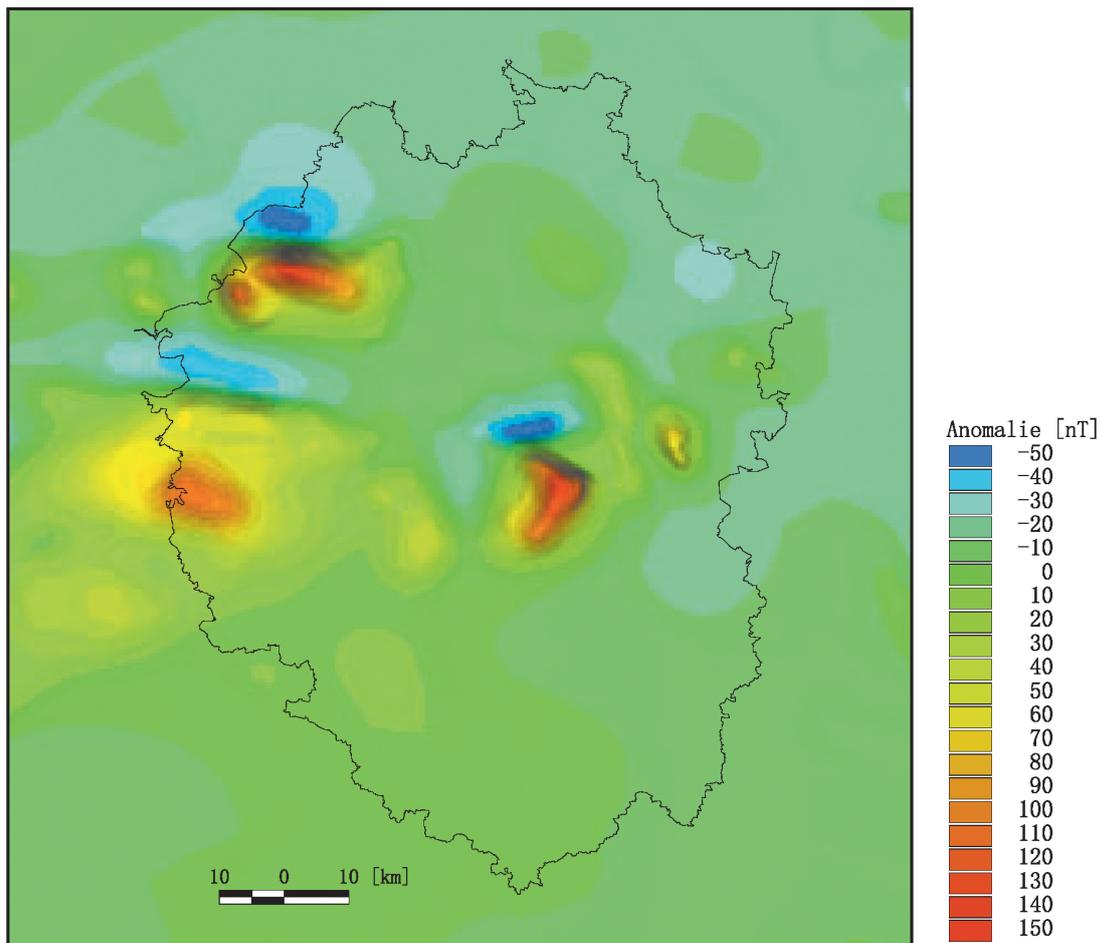


Abb. 5-3. Karte der Anomalien des Erdmagnetfeldes (Totalintensität). – Datengrundlage: BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (1976); weitere Erläuterungen im Text.

ximum (bis +150 nT) und ein schwächeres nördliches Minimum (bis -40 nT), so daß in der Regel von Störkörpern mit vorwiegend induzierter Magnetisierung ausgegangen werden kann. Ein Abbiegen des Anomalienzuges – analog zur Bouguer-Schwere – in Richtung Landshut-Neuöttinger Hoch ist in der Aeromagnetik-Gesamtkarte nur schwach ausgeprägt. Auffallend ist jedoch die Konzentration der Anomalien auf den Bereich, der auch durch das Schweremaximum auffällt. Die innerhalb der Region Ingolstadt auftretenden Anomalien wurden von SCHÖNHARTING (1974) mit Hilfe von Modellrechnungen untersucht. Dabei ergaben sich für die Tiefe der Oberkanten der magnetischen Störkörper Werte zwischen 0 m NN und 100 m unter NN. Dies korreliert sehr gut mit der für diesen Bereich angenommenen Lage der Oberkante des kristallinen Basements. Als magnetische Störkörper werden daher Einschaltungen von größeren basischen Gesteinskörpern innerhalb des Grundgebirges favorisiert. Hierfür spricht auch das Auf-

treten von Amphiboliten in den Auswurfmassen des Riesimpaktes. Andere Möglichkeiten, vor allem Vulkanite des Rotliegend, können jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden.

Aus den zahlreichen reflexionsseismischen Messungen der Erdölindustrie (vgl. Abb. 5-1) ist die Lage des kristallinen Basements im S der Region relativ gut bekannt. Südlich der Linie Hohenwart-Wolnzach erfolgt ein Abtauchen von etwa 600 m unter NN auf 1200 m unter NN an der Südgrenze der Region. Im Bereich nördlich der erwähnten Linie ist man für die Konstruktion des Verlaufs des Basements auf wenige Bohrungen und vereinzelte refraktionsseismische Untersuchungen angewiesen. Sicher ist, daß im N der Region die Basementlage auf Werte bis etwa NN ansteigt. In das Kristallin sind Rotliegendtröge eingesenkt, so bei Beilngries und S Treuchtlingen (BADER 2001). Insgesamt stellt die hier wiedergegebene Karte des Basements (Abb. 5-4) lediglich einen ersten Entwurf dar, der bei vorlie-

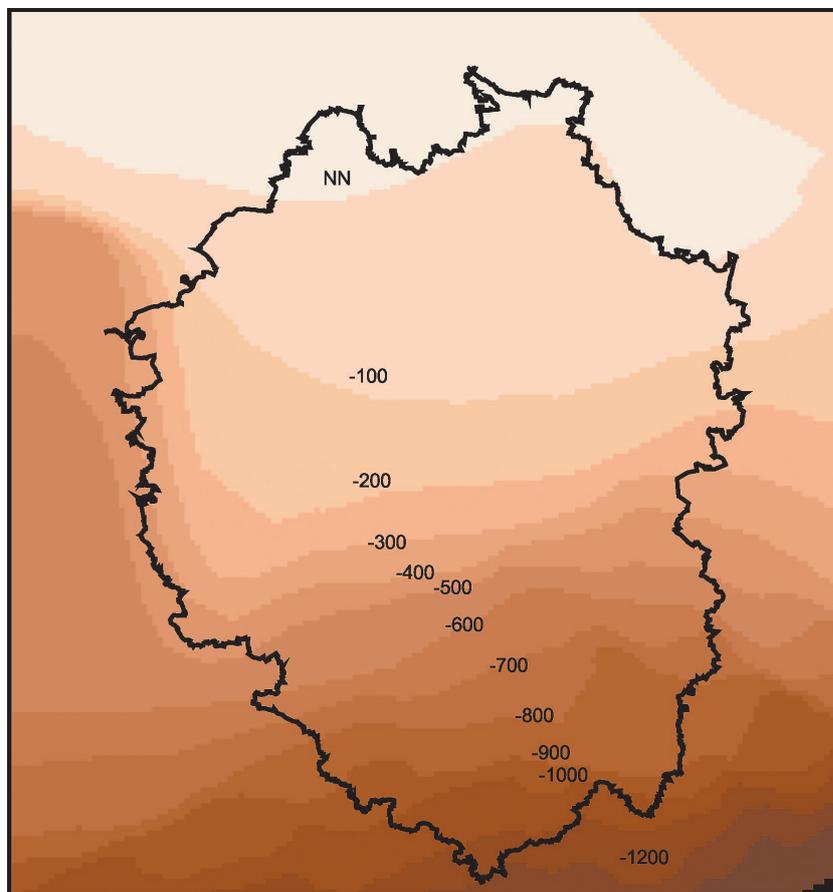


Abb. 5-4. Tiefenlage des kristallinen Basements im Bereich der Planungsregion 10 Ingolstadt [Meter unter NN].

gen weiterer Informationen sicher noch zu modifizieren und zu verfeinern ist.

Aus tiefenseismischen Untersuchungen mit Sprengpunkten in der Nähe von Eschenlohe und in der Rhön sowie dem DEKORP-2-S-Profil läßt sich der tiefere Aufbau der Erdkruste im Untersuchungsgebiet abschätzen. Danach steigt die Geschwindigkeit der seismischen Wellen von etwa 5,5 km/s an der Grundgebirgsoberfläche auf 6,2 km/s in etwa 10 km Tiefe und bleibt dann mehr oder weniger konstant bis in 20 km Tiefe. In der Unterkruste erfolgt ein erneuter Anstieg, bis der maximale Geschwindigkeitsgradient an der Krusten-Mantel-Grenze (Mohorovičić-Diskontinuität) erreicht wird. Der Obere Erdmantel besitzt an der Moho-Zone eine Geschwindigkeit von etwas über 8 km/s (vgl. MOSTAANPOUR 1984). Nach einer Auswertung der in der näheren Umgebung der Region vorliegenden seismischen

Profile liegt die Krusten-Mantel-Grenze hier recht einheitlich bei 28–30 km Tiefe (GEIB 1987).

5.2.2 Seismologie

Im Bereich des Altmühljura traten in den Jahren 1914 bis 1920 eine ganze Reihe von Erdbeben auf, die z.T. auch schadenverursachend waren. Der Katalog von LEYDECKER (2002) enthält 51 Beben für diese Region, davon allein 47 im Zeitraum von Juli 1914 bis Mai 1920. Bei den restlichen 4 Beben handelt es sich um Ereignisse 1591 (Intensität $I=6$), am 22. 2. 1889 ($I=4,5$), am 25. 4. 1979 (Magnitude $M_L = 2,7$) und am 2. 8. 1988 (Magnitude $M_L = 3,0$). Die Verteilung der teilweise allerdings recht ungenau lokalisierten Epizentren gibt Abbildung 5-5 wieder. Aufgrund von Mehrfachzuweisungen von Beben zu einzelnen Orten sind dabei weniger Punkte dar-

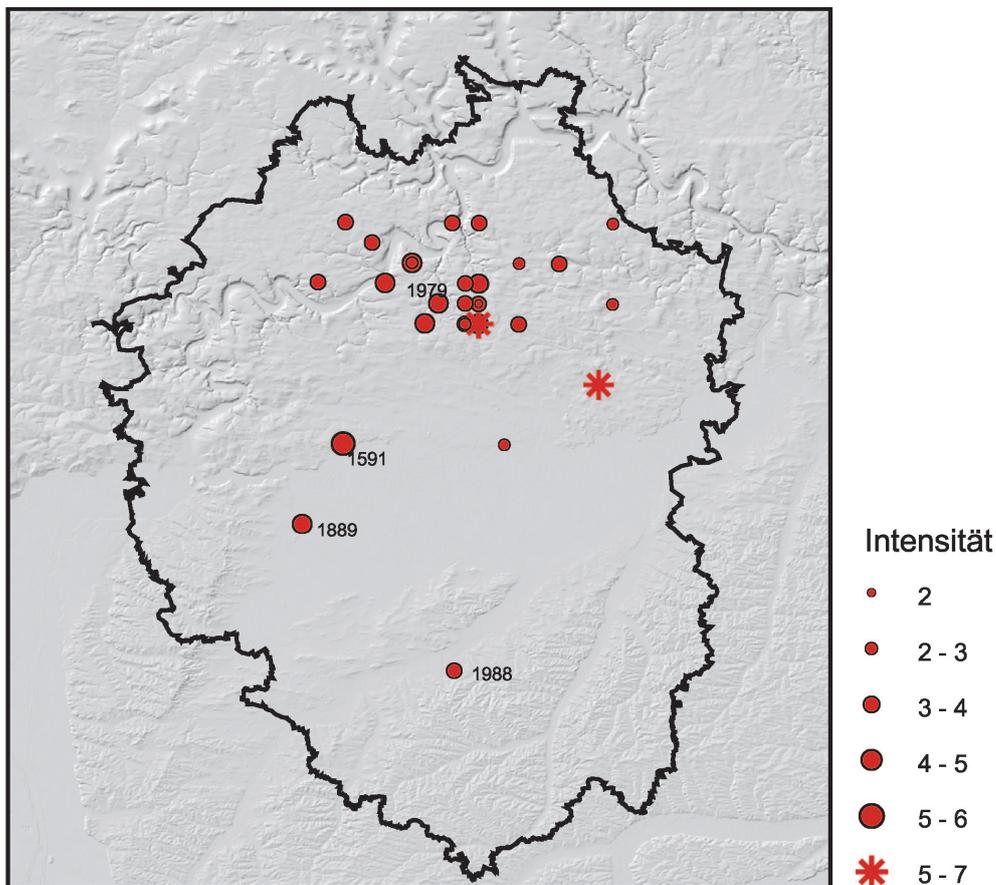


Abb. 5-5. Historische Seismizität innerhalb der Planungsregion 10 Ingolstadt (Daten aus LEYDECKER 2002). – Mit Ausnahme der vier durch das Ereignisjahr markierten Beben handelt es sich ausschließlich um Beben der Erdbebensequenz von 1914 bis 1920. Die Lokalisierung erfolgte teilweise nur aufgrund makroseismischer Untersuchungen (LUTZ 1921).

gestellt, als der Katalog von LEYDECKER (2002) enthält. Die Hauptbeben der Serie von 1914 – 1920 sind folgender Tabelle zu entnehmen:

Den detailliertesten Bericht über diese Bebenserie gibt LUTZ (1921). Hier finden sich neben Karten der jeweiligen Schüttergebiete auch Berichte über das Schadensausmaß in den einzelnen Ortschaften. Hinweise auf Personenschäden liegen aus der gesamten Bebenserie nicht vor.

Bei den Beben handelte es sich um tektonische Beben, die anscheinend mit der sogenannten „Schwarzwald-Bayerwald-Linie“ zusammenhängen. Über die Ursachen des ungewöhnlichen zeitlichen Verlaufes der Seismizität und die heutige seismische Gefährdung können derzeit kaum sichere Aussagen getroffen werden.

Datum	Ort	Intensität I	Magnitude M_L	Fühlradius [km]
1.10.1914, 17.25 Uhr	Walting	5,0	4,2	50
1.10.1914, 20.31 Uhr	Böhmfeld	5,0	4,6	150
2.6.1915, 2.33 Uhr	Böhmfeld	6,5	5,0	200
10.10.1915, 3.50 Uhr	Kasing	7,0	4,8	160
10.10.1915, 4.10 Uhr	Hofstetten	5,0	4,5	100
19.5.1920, 7.10 Uhr	Zandt	4,0	4,1	30

6 Geotechnische Hinweise

Die als Baugrund in der Planungsregion 10 Ingolstadt anstehenden Bodenschichten können grob gegliedert werden in:

- tertiäre, kiesig-sandige und schluffige Sedimente im südlichen Drittel der Region
- Malmkalk- und Dolomitschichten mit ihren lehmigen Verwitterungsprodukten im nördlichen Bereich
- pleistozäne und holozäne Schotterkörper der Donau, der Paar, der Ilm sowie der Aindlinger Terrassentreppe im mittleren Abschnitt der Region

Zur geotechnischen Erfassung der Schotterkörper wurden zahlreiche Bohrungen, Sondierungen und Laborversuche ausgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6-1 zusammengefaßt. Im Besonderen ist darauf zu verweisen, daß über die Kurzzeichen in der Tabellenspalte „Boden­gruppe“ aus der DIN 18196, Tabelle 5, Hinweise über die „bautechnischen Eigenschaften“ sowie die „bautechnische Eignung“ der untersuchten Bodenschichten (Spalten 10 bis 21 der DIN 18196) entnommen werden können.

Tab. 6-1: Empfehlungen bei Gründungsmaßnahmen

Geologische Formation	Kornzusammensetzung	Lagerungsdichte oder Konsistenz	Baugrundverbesserung	Schutz gegen Oberflächenwasser	Schutz gegen Grundwasser	Mögliche Bodenpressungen	Bodengruppe (DIN 18196)	Bodenklasse DIN 18300	Standardsicherheitsprobleme
Malm-Kalk- und Dolomitstein	Festgestein	hart	einheitliche Gründung in Malm-Kalkstein, erforderlich Bodenersatz mit Beton B10	nicht erforderlich	Dränung nach DIN 4095	DIN 1054, Abschn. 4.2.4	entfällt	7 (6)	bereichsweise Dolinen, Verkarstung
Kreidesande	fS, u bis m-gS, g'	dicht		Schutzschicht aus Beton B10, d = 10 cm	Dränung nach DIN 4095 empfohlen	DIN 1054, Abschn. 4.2.1	SU bis SÜ	3 bis 4	
Tertiäre Schluffe, Mergel	U, t bis U, fs	steif bis halbfest		Schutzschicht aus Beton B10, d = 10 cm	Dränung nach DIN 4095	DIN 1054, Abschn. 4.2.2	TM	5 bis 6	Hangrutschungen bei Grundwasserzutritt
Tertiäre Sande, anstehend	f-mS, bereichsweise f-mS, u	dicht		Schutzschicht aus Beton B10, d = 10 cm	Dränung nach DIN 4095 empfohlen	DIN 1054, Abschn. 4.2.1	SU bis SÜ	3 bis 4	
Tertiäre Sande, umgelagert	f-mS, u	Sondierungen mit LRS5 (nach DIN 4094)	Rüttelverdichtung, Bodenersatz	Schutzschicht aus Beton B10, d = 10 cm	Dränung nach DIN 4095	Nach Maßgabe der Bodenverbesserung	SU bis SÜ	3	
Tertiäre Kiese	G, s bis S, ḡ	dicht			in Grundwasser WU-Beton	DIN 1054, Abschn. 4.2.1	GU bis GÜ	4	
Alblehm	U, t-ü, s'-s bis S, ü	steif bis halbfest		Schutzschicht aus Beton B10, d = 10 cm	Dränung nach DIN 4095	DIN 1054, Abschn. 4.2.2	TM bis TA	5	
Lößlehm	U, t, s'	weich bis steif		Schutzschicht aus Beton B10, d = 10 cm	Dränung nach DIN 4095	DIN 1054, Abschn. 4.2.2	TL	4	
Pleistozäne Schotter	G, s-š	sehr dicht			in Grundwasser WU-Beton	DIN 1054, Abschn. 4.2.1, Erhöhung nach 4.2.1.3, b	GU bis GW, bereichsweise GI	4	
Holozäne Donauschotter	G, s-š	mitteldicht, bereichsweise locker, Sondierungen mit LRS5 empfohlen (DIN 4094)	bei Baummaßnahmen mit geringen Bodenpressungen ausreichend, sonst Rüttelverdichtung oder Pfahlgründung		in Grundwasser WU-Beton	DIN 1054, Abschn. 4.2.1	GW, bereichsweise GI	3	
Jüngere Schotter der Paar, Schwemmfächer	G, s	locker bis mitteldicht, Sondierungen mit LRS5 (DIN 4094)	je nach Sondierergebnissen und Baugrundbelastung keine Maßnahmen, Bodenersatz, Rüttelverdichtung oder Pfähle		in Grundwasser WU-Beton	nach Maßgabe der Sondierergebnisse sowie ausgeführter Baugrundverbesserungen	GW und GI	3	
Auen- und Bachablagerungen, Torf	U, s und S, u-ü H	weich bzw. locker gelagert	als Baugrund ungeeignet, Ersatz durch sandigen Kies				alle U, T und O-Gruppen sowie HZ	2 bis 3	

In der Tabelle genannte DIN: DIN 1054 Zulässige Belastung des Baugrundes (1976), DIN 4094 Baugrunderkundung durch Sondierungen (1990), DIN 4095 Dränung des Untergrundes zum Schutz baulicher Anlagen (1973), DIN 18196 Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (1988), DIN 18300 VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften, Erarbeiten (2000).

7 Geotope

Geotope stellen natürliche Archive der Erd- und Landschaftsgeschichte dar, die für zukünftigen, durch neue, verfeinerte Methoden zu erwartenden Erkenntnisgewinn bewahrt werden müssen. Zerstörte Geotope können meist selbst mit größtem Aufwand nicht wieder hergestellt werden.

Geotope sind auch ein wichtiger Teil des Naturerbes der Menschheit. Bizarre Felsen, geheimnisvolle Quellen und Höhlen, aber auch Fossilfundorte haben die Menschen schon seit Urzeiten fasziniert. Heute sind diese Landschaftsteile der Hauptgrund für die Beliebtheit beispielsweise des Altmühltals bei Touristen und Ausflüglern. Viele Geotope haben dadurch neben ihrem kulturellen Wert als Wissensspeicher auch einen finanziellen Wert als Touristenattraktionen.

Der Begriff „Geotop“ wurde in Deutschland erst 1996 durch den Bund/Länder-Ausschuß Bodenforschung eingeführt. Demnach sind Geotope „erdgeschichtliche Bildungen der unbelebten Natur, die Erkenntnisse über die Entwicklung der Erde und des Lebens vermitteln. Sie umfassen Aufschlüsse von Gesteinen, Böden, Mineralien und Fossilien sowie einzelne Naturschöpfungen und natürliche Landschaftsteile“. Die Aufgabe des Geotopschutzes bezieht sich hauptsächlich auf die schutzwürdigen Geotope, das sind jene „die sich durch ihre besondere erdgeschichtliche Bedeutung, Seltenheit, Eigenart oder Schönheit auszeichnen“. Wenn nötig, können diese Geotope auf Grundlage des Naturschutzgesetzes unter Schutz gestellt werden.

Die folgende kurze Beschreibung soll einen Überblick über die typischen Aufschlüsse und Landschaftsformen der Region geben und gleichzeitig zu Wanderungen und Exkursionen anregen. Für Einzelheiten zur Erdgeschichte sei auf Kapitel 2, zur Schichtenfolge auf Kapitel 3 verwiesen. Weitere Informationen inklusive Fotos, geologischer Übersichtskarten und Lagepläne zu den Geotopen der Region 10 Ingolstadt und zu den restlichen Geotopen Bayerns können

unter www.geotope.bayern.de im Internet abgerufen werden. Hierbei erleichtern die im folgenden Text jeweils in Klammern angegebenen Geotopnummern die Suche nach den entsprechenden Daten.

Geotope der Region

Der Malm stellt die prägende Einheit für den gesamten Norsteil der Region dar. Viele ehemalige Abbaustellen geben einen guten Einblick in die für den Malm typischen, sehr unterschiedlich ausgebildeten, Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteine. Aber Vorsicht: Oft besteht akute Stein Schlag- und Absturzgefahr!

Insbesondere Dolomitgestein widersteht der Verwitterung hartnäckig und formt daher zahlreiche markante Felsbildungen, die das Altmühltal und seine Nebentäler säumen. Die Gesteine des Malm sind gut verkarstungsfähig, was in vielen ober- und unterirdischen Karstformen, wie z. B. Dolinen und Höhlen, dokumentiert ist.

Die gebankten Kalksteine des Unteren Malm können in einigen ehemaligen Abbaustellen rund um Beilngries studiert werden. Ein Steinbruch liegt unterhalb von Schloß Hirschberg (176A020), ein weiterer am Westhang des Arzbergs (176A018) ist schon stark verwachsen. Besonders eindrucksvoll ist der große ehemalige Steinbruch am östlichen Arzberg (E Kottingwörth, 176A017). Hier ist die Schichtfolge vom Malm Beta bis in die untersten Bänke des Malm Delta durchgehend aufgeschlossen. Der Malm Gamma mit seinen besonders fossilreichen Mergelschichtungen ist hier in einmaliger Vollständigkeit zu sehen. Auch die Lagerung des Gesteins mit mehreren kleinen Störungen und Hangabrisßklüften kann in diesem Bruch studiert werden.

Ein schönes Beispiel für den Übergang von der geschichteten zur massigen Gesteinsfazies bildet der teilweise überhängende Felsen „Schwammerling“ oberhalb von Kinding (176R013). Im

7 Geotope

tiefsten Teil dieser Felswand stehen gebankte Mergel und Kalksteine an, darüber folgen gebankte und teilweise auch massige Dolomitsteine. Weitere eindrucksvolle Felsbildungen im gebankten Dolomitgestein finden sich beispielsweise am südlichen Ortsrand von Pfünz (176R048) und S Unterremmendorf, wo am Torfelsen (176R018, Abb. 7-1) auch Reste eines Höhlensystems aufgeschlossen sind. Die Mehrzahl der Felsen im Altmühltal und im Wellheimer Trockental (Abb. 7-2) sind jedoch aus massigem Kalk- oder Dolomitstein aufgebaut, der besonders verwitterungsresistent ist. Der Burgstein bei Dollnstein (176R006) und der Dohlenfelsen bei Konstein (176R005) stellen die bekanntesten Beispiele dar. Ehemalige Steinbrüche, z.B. bei Hütting (185A009) und Mauern (185A010) sowie N Gaimersheim (176A013), bieten zusätzliche Möglichkeiten zum Studium des massigen Dolomittfelsens.

Aber auch im Malm Delta wurde gebietsweise gebankter Kalkstein abgelagert. Es handelt sich hierbei um den berühmten „Treuchtlinger Marmor“, eine besonders dickbankige Abfolge, die aufgrund ihrer guten Verwendbarkeit als Naturwerkstein in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen wurde und wird. Einen Einblick in die Schichtfolge und die frühere Abbautechnik mit tiefen, senkrechten Gruben ermöglicht beispielsweise ein aufgelassener Bruch SW Petersbuch (176A027).

Der Straßenaufschluß an der Torleite W Dollnstein (176A019) ist einer der wichtigsten Aufschlüsse im Malm Epsilon in ganz Süddeutschland. An diesem Beispiel läßt sich die Bedeutung des Geotopschutzes besonders gut vor Augen führen: Die exakte Zuordnung dieser Gesteine wird mit immer neuen Argumenten diskutiert. Der Aufschluß muß daher für weitere Unter-

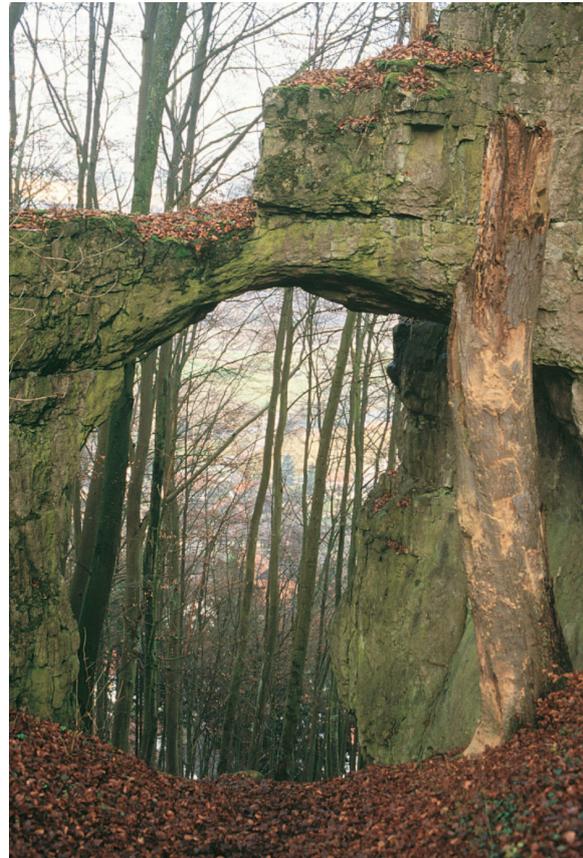


Abb. 7-1. Der Torfelsen bei Unterremmendorf bietet nicht nur einen Aufschluß des gebankten Dolomitgesteins im Mittleren Malm, hier wurden auch die Reste eines großen Karstsystems durch die Erosion freigelegt.



Abb. 7-2. Die Hänge des Wellheimer Trockentals sind bekannt für ihre malerischen Felsen und die typischen Wacholderheiden.

suchungen offen gehalten werden. Gerade künstliche Aufschlüsse in wenig verwitterungsresistenten Gesteinen bedürfen, wie in diesem Fall, der regelmäßigen Pflege.

Vergleichsweise gut aufgeschlossen sind die weltbekannten Solnhofener Plattenkalke (Malm Zeta 2). In stillgelegten Steinbrüchen bei Mörsheim (176A028), Schernfeld (176A015) und Eichstätt (176A032) kann die sehr variable Schichtfolge studiert werden. Viele Sammler machen sich hier Hoffnungen auf einen spektakulären Fund, doch nur wenige werden für ihre Mühe belohnt. Die Fossilien im Solnhofener Plattenkalk sind zwar oft außerordentlich gut erhalten, aber auch sehr selten. Gleich alt, aber anders ausgeprägt, sind die Plattenkalke in dem ehemaligen Steinbruch bei Zandt (176A016), der eine weiter östlich gelegene Schichtfazies-Wanne aufschließt.

Die Bankkalke des Malm Zeta 3 bis 6 sind in mehreren ehemaligen Abbaustellen am Reisberg bei Böhmfeld (176A007), S Ensfeld (176A022), bei Bertholdsheim (185A007), bei der Störzelmühle W Trugenhofen (185A005) und am Bahnhof Unterhausen (185A003) aufgeschlossen. Massive Riffkalksteine des obersten Malm sind besonders eindrucksvoll im ehemaligen Steinbruch Laisacker (185A001) zu studieren. Weitere Aufschlüsse in diesem jüngsten Teil des Malm finden sich als natürliche Felsbildungen an den Donauhängen um Neuburg, insbesondere beim Arcoschlößchen (185H002), am Finkenstein (185A002) und am Antonienberg (185H001).

Die Gesteine des Malm sind intensiv verkarstet. Zeugen der langanhaltenden Verwitterung unter tropischen Klimabedingungen während des Tertiärs sind die großen, abflußlosen Senken auf den Hochflächen der Altmühlalb. Die steile Karstwanne „Kessel“ E Kipfenberg (176R043) ähnelt den slowenischen Poljen. In die lehmige Füllung der benachbarten großen Karstwanne von Gelbensee ist eine eindrucksvolle Reihe von Dolinen (176R044) eingesackt. Ponordolinen, durch welche die kleinen Oberflächengewässer in den Untergrund abfließen, finden sich beispielsweise SE Schelldorf (176R037), NW Hofstetten

(176R035), E Adelschlag (176R034) und SW Denkendorf (176R042). Weitere große Dolinen, teilweise mit hier ansetzenden, steil nach unten führenden Höhlen, kann man S Wachenzell (176R011), im Schernfelder Forst (176R045) und am Wittmessberg SE Dollnstein (176R041) besuchen.

Die Arndthöhle bei Attenzell (176H002) bietet dem gut ausgerüsteten Besucher einen Einblick in den unterirdischen Karstformenschatz. Überwiegend wegen der hieraus geborgenen, vorge-schichtlichen und paläontologischen Funde von Bedeutung sind die Mammuthöhle bei Buchenhüll (176H003), die Steinzeithöhle bei Böhm-feld (176H004) und die Weinberghöhlen bei Mauern (185H003). Interessante Höhlenruinen und Felstore finden sich beispielsweise am Schloßberg oberhalb Wellheim (176R023) und S Unteremmendorf (176R018, Abb. 7-1).

Das untere Ende der aktiven Karstsysteme bilden die Karstquellen, deren bedeutendste in Mühlheim (176Q009), Obereichstätt (176Q007) und Schamhaupten (176Q002) liegen. Aber auch die Quellaustritte in Altdorf (176Q008), Grösdorf (176Q003) und Almosmühle (176Q001) sowie der große Quellteich bei Kö-sching (176Q005) faszinieren durch ihre Ur-tümlichkeit.

Aus der Kreidezeit sind in der Region nur wenige Zeugnisse überliefert, da insbesondere während der Unterkreide die Abtragung und Verkarstung des Gebietes überwog. Einen Aufschluß der Schutzfelsschichten bietet die ehemalige Sandgrube W Ensfeld (176A011). Relikte oberkretazischer Sandsteine finden sich vor allem N und E Neuburg a. d. Donau. Eine Besonderheit stellen die Kieselerdevorkommen dar, die sich nur in diesem Gebiet in großen Karsthohlformen erhalten haben. Den Rand einer derartigen Lagerstätte kann man im Waldgebiet N Riedensheim studieren (185A012). Meist sind die kreidezeitlichen Ablagerungen nur als kleine Relikt-vorkommen von Sandsteinen dokumentiert. Teilweise bizarr verwitterte Sandsteine finden sich am Hohenstein W Möckenlohe (176R047), bei der Sächsenfahrmühle (176R046, Abb. 7-3) und südlich davon bei der Willibaldskapelle (185R006).

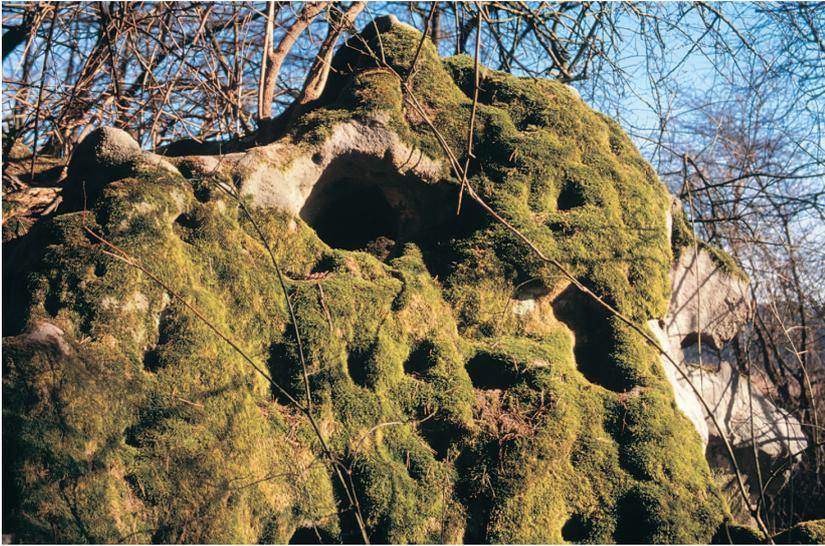


Abb. 7-3. Mehr Löcher als in einem Schweizer Käse entstanden durch Verwitterung im Lauf von Jahrtausenden in den Sandsteinfelsen an der Sächsenfahrmühle.

Im Südteil der Region, der fast vollständig zum Tertiärhügelland zu rechnen ist, sind dauerhafte Aufschlüsse eine Seltenheit. Auch künstliche Aufschlüsse in den Lockergesteinen der Vorlandmolasse verfallen und verwachsen innerhalb weniger Jahre. Einblicke in die Schichtfolge kann man derzeit u. a. noch in den ehemaligen Sandgruben bei Rohrenfels (185A006), Brunnhof (186A003), Streitdorf (186A001) und S Wolnzach (186A002) gewinnen (s. Kap. 3.3).

Nicht nur an Aufschlüssen, auch an markanten Landschaftsformen ist der Südteil der Region ärmer als der Nordteil mit seinen Felsbildungen und Karstformen. Das Gebiet südlich der Donau wird neben den typischen Hügeln in den tonig-sandigen Molassesedimenten teilweise auch von pleistozänen und holozänen Landschaftselemen-

ten geprägt, obwohl es niemals von Gletschern bedeckt war. Hier sind beispielsweise die eindrucksvollen Schotterterrassen bei Eschling (185R005) und Illdorf (185R004) zu nennen. Aufgeschlossen sind die Dekenschotter unter anderem bei Wengen (185A008). Sanddünen, die überwiegend in der vegetationsfreien Zeit gegen Ende der letzten Eiszeit entstanden sind, finden sich vor allem rund um Schrobenhausen. Teilweise handelt es sich um Einzeldünen wie bei Sandhof (185R011) oder bei Laag (185R003), teilweise auch um langgestreckte Dünenzüge wie im Hagenauer Forst (185R012) oder bei Gröbern (185R002).

Ein wichtiges Zeugnis für die jüngere Landschaftsgeschichte ist das Wellheimer Trockental (185R001) mit der ehemaligen Talschleife bei Wellheim und dem Durchbruchberg Galgenberg (176R033). Noch bis in die Reißzeit floß hier die Donau in Richtung auf das heutige Altmühltal. Erst dann schuf sie sich ihren neuen Weg durch das Neuburger Durchbruchstal ins Ingolstädter Becken, das überwiegend mit sehr jungen Schottern und Auenablagerungen gefüllt ist. Bis zur Regulierung durch den Menschen verlagerte sich das Donauebett hier immer wieder. Dieser Vorgang ist in vielen niedrigen Terrassen- und Auenstufen sowie Altwassermäandern dokumentiert.

8 Geologische Aufschlüsse

Die nachfolgend beschriebenen Aufschlußprofile sollen die Ausbildung der auf der geologischen Karte dargestellten Gesteinseinheiten beispielhaft dokumentieren.

Die Aufschlüsse sind nach ihren in eckigen Klammern stehenden Identifikationsnummern in der Zentralen Datenbank (ZDB) des Bayerischen Geologischen Landesamtes geordnet. Die ersten vier Stellen der Nummer geben die Blattnummer der Topographischen Karte 1:25 000 wieder. Identifikationsnummer und Lagedaten beziehen sich auf den jeweiligen Aufschluß. Die Schichtenbeschreibungen dagegen sind in der Datenbank als geologische Profile mit eigenen Identifikationsnummern und teilweise abweichenden Lagedaten gespeichert, aber den Aufschlüssen zugeordnet.

Die chronostratigraphische Gliederung der Schichtenverzeichnisse erfolgt über die Angabe der erdgeschichtlichen Perioden (Quartär, Tertiär,

Jura usw.) als halbfette Zwischenüberschriften. Darunter wird die Unterteilung der Schichtenfolgen in kleinere, vornehmlich lithostratigraphisch definierte geologische Einheiten vorgenommen. Die Schichtgliederung dieser Profile ist z.T. detaillierter als die zusammenfassenden Legendeneinheiten der vorliegenden Geologischen Karte 1:100 000. Um den Bezug zur Karte zu erleichtern, wird deshalb im Anschluß an die Klartextbezeichnung jeweils das Kürzel der zugehörigen Legendeneinheit angegeben.

Die nachfolgenden Aufschlußbeschreibungen beschränken sich auf Molasse- und Quartär-Ablagerungen. Zahlreiche Schichtenprofile aus Jura und Kreide sind bereits bei MEYER & SCHMIDT-KALER (1983, 1990, 1991), MEYER et al. (1994) oder in schon publizierten Erläuterungen zu Geologischen Karten dargestellt. Daneben wird auf die detaillierte Darstellung von Jura-Abfolgen aus Bohrungen in dieser Erläuterung verwiesen.

Aufschlußprofil [7133AG0015]: Lehm- und Sandgrube S Weißenkirchen, in Abbau
Lage: R 44 42 750, H 54 13 325, Ansatzhöhe: 460 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 2001):

Quartär

Lößlehm, Lo(l)

- 0,30 m Schluff, dunkelgraubraun, humos (Oberboden)
- 3,10 m Schluff, tonig, homogen, mittelbraun
- 3,90 m Schluff, tonig, schmutziggraubraun bis mittelgrau, mit zahlreichen Feinsandkomponenten der OSM, braungelb, gegen das Liegende zunehmend, fleckig verteilt

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM

- 4,00 m Feinsand, ockerbraun bis mittelgrau, stark feinglimmerführend
- 4,20 m Feinsand, ockerbraun, kalkhaltig
- 4,70 m Feinsand, ockerbraun, kalkhaltig, stark feinglimmerführend, mit zahlreichen lößkindlartigen Kalkkonkretionen, weiß, 1–10 cm groß
- 4,90 m Feinsand, ockerbraun, kalkhaltig, stark glimmerführend, mit zahlreichen Süßwasserkalklagen, dunkelgrau, dicht, einzelne Lagen 3–5 cm mächtig
- 5,50 m Feinsand, ockerbraun, kalkhaltig, stark feinglimmerführend, mit zahlreichen lößkindelartigen Kalkkonkretionen, weiß, 1–10 cm groß
- 5,60 m Kalkkonkretionshorizont, weiß, dicht, mürbe, Mächtigkeit variiert zwischen 3 und 10 cm, Bereich weist starke Sackungen auf

8 Geologische Aufschlüsse

- 8,50 m Mittelsand, feinsandig, weißgelb, ockerbraun, braungelb, stark feinglimmerführend, deutlich geschichtet, Bereich mit starken internen Sackungen
- 8,90 m Quarzitischer Sandstein, braungelb, bankig, Bänke 20–40 cm mächtig, Korngröße: Mittelsand
Obere Süßwassermolasse, Kalkstein (Süßwasser- oder Algenknollenkalk)
- 9,40 m Kalkstein (Süßwasserkalk), beigebraungelb, dichte Matrix, reich an Fossilien, v. a. Schneckenreste, weiß, glatte Schalen (z.T. als Gastropodenkalk, Partikelkalk)

Aufschlußprofil [7133AG0071]: Lehm- und Sandgrube direkt E Fasanerie / Eichstätt, in Abbau

Lage: R 44 41 643, H 54 12 927, Ansatzhöhe: 460 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 2001):

Quartär

Löblehm, ,Lo(1)

- 0,20 m Schluff, dunkelgraubraun, humos (Oberboden)
- 1,00 m Schluff, tonig, homogen, hell- bis mittelbraun
- 1,30 m Schluff, tonig, feinsandig, hell- bis mittelbraun, etwas feinglimmerführend
- 1,80 m Schluff, schwach tonig, stark fein- bis mittelsandig, hellbraun, z.T. beigebraun, stark feinglimmerführend

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM

- 4,10 m Mittelsand, gelbbraun, braungelb, weißbraun, homogen, stark feinglimmerführend, z.T. mit deutlicher Schrägschichtung, im oberen Bereich etwas verbacken
- 4,60 m Ton, olivgrau bis mittelgrau, z.T. mit löbkindelartigen, 1–2 cm großen Kalkkonkretionen, weiß bis weißgrau, dicht
- 4,75 m Kalkmergelstein, hellgrau bis mittelgrau, mit zahlreichen Gastropodenschalenresten und 1–2 cm großen Gastropoden, rostbraun, glatte Schalen
- 5,95 m Mergel, beige- bis graubraun, gegen das Liegende auch hellbraunrötlich, mit zahlreichen löbkindelartigen, 1–10 mm großen Kalkkonkretionen, weiß, weißgrau, dicht
Obere Süßwassermolasse, Kalkstein (Süßwasser- oder Algenknollenkalk)
- 6,00 m Kalkstein (Süßwasserkalk), beige- bis graubraun, z.T. auch hellgraurötlich, dicht

Aufschlußprofil [7134AG0004]: Lehmgrube Hofer Feld, in Abbau

Lage: R 44 52 000, H 54 13 680, Ansatzhöhe: 450 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 1998):

Quartär

Löblehm, ,Lo(1)

- 1,00 m Schluff, tonig, hell- bis mittelbraun
- 2,20 m Schluff, tonig, mit zahlreichen schwarzen Eisen/Mangan-Flecken, 1–2 mm groß
- 4,00 m Schluff, tonig, hellbraun, mit zahlreichen schwarzen Eisen/Mangan-Flecken, 1–2 mm groß, vereinzelt Bohnerze, schwarz, 1–3 mm groß

Tertiär bis Quartär

Alblehm, ,La (auf GK 25: Bunter Residualton, ta,T)

- 4,05 m Ton, tiefrot bis rostbraun, mit zahlreichen Bohnerzen, schwarz, 2–10 mm groß
- 4,10 m Ton, weißgrau bis weißbeige, ganz vereinzelt Bohnerze, schwarz, 2–3 mm groß
- 4,90 m Ton, tiefrot bis braunrot, einzelne Lagen auch grauweiß, mit zahlreichen Bohnerzen, 2–10 mm groß
- 5,00 m Ton, beigeweiß

Aufschlußprofil [7134AG0007]: Mergel- und Sandgrube SW Gaimersheim, in Abbau
Lage: R 44 52 650, H 54 07 100, Ansatzhöhe: 481,2 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 1998):

Quartär

Löß, ,Lo(l)

- 0,19 m Schluff, mittelgraubraun, humos (Oberboden)
- 0,24 m Schluff, tonig, schwach feinsandig, mittelbraun, verlehmt
- 0,40 m Schluff, tonig, etwas feinsandig, mittel- bis hellbraun, schwach feinglimmerführend, verlehmt
- 0,90 m Schluff, tonig, feinsandig, beige- bis hellbraun, wenige Kalkkonkretionen, weiß, löß-kindelartig
- 1,00 m Schluff, tonig, fein- und mittelsandig, hellbeige bis hellbraun, mit zahlreichen Kalkkonkretionen, weiß, lößkindelartig, wenige cm groß

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, ungliedert (äquivalent Fluvatile Untere Serie), OSM

- 1,44 m Mittelsand, hellgraubeige, stark grobglimmerführend
- 2,00 m Mittelsand, feinsandig, hellgraubeige, zum Liegenden feinsandiger, stark feinglimmerführend
- 2,20 m Mittelsand, feinsandig, hellgrau, schwach feinglimmerführend, mit zahlreichen Kalkkonkretionen, weiß, wenige cm groß
- 3,25 m Mittelsand, feinsandig, hellgraubeige, stark feinglimmerführend
- 3,68 m Mittelsand, feinsandig, hellgraubraun, wenige Kalkkonkretionen, weiß, wenige cm groß
- 3,94 m Mittelsand, feinsandig, hellbraun, schwach feinglimmerführend
- 4,13 m Kalkkonkretionen, zu Aggregaten verbacken, weiß, mehrere cm groß, in den Zwickeln Mittelsand, rostbraun, häufig verbacken

Obere Süßwassermolasse, ungliedert (äquivalent Limnische Untere Serie), OSM

- 5,10 m Tonmergel, feinsandig, mittelgrau, gelbstichig, mit zahlreichen Limonitknollen und limonitischen Kalkkonkretionen, rostbraun, wenige mm bis 4 cm groß
- 5,18 m Grobsand, fein- und mittelsandig, deutlich schluffig, mittelgrau, feinglimmerführend
- 5,48 m Mergel, mittelgrau, gelbstichig, mit zahlreichen Limonitknollen, rostbraun, feinglimmerführend
- 5,54 m Grobsand, fein- und mittelsandig, deutlich schluffig, mit wenigen Limonitknollen
- 6,49 m Mergel, mittelgrau
- 6,64 m Mergelstein, mittelgrau
- 7,24 m Mergel bis Tonmergel, mittelgrau
- 7,63 m Tonmergel, mittelgrau, mit inkohlten oder pyritisierten Pflanzenresten (Äste)
- 7,67 m Grob- bis Mittelsand, deutlich schluffig, schwarz, mit Schalenresten, weiß bis weißbraun
- 8,02 m Tonmergel, mittelgrau, mit zahlreichen Schalenresten, weiß (v. a. Gastropoden)
- 9,02 m Tonmergel bis Mergelton, feinsandig, mittelgrau, mit zahlreichen Pyritkonkretionen
- 9,37 m Tonmergel, mittelgrau
- 9,47 m Mergelton, schwarz, mit Schalenresten, weiß (v. a. Gastropoden)
- 9,52 m Tonmergel, dunkelgrauschwarz, mit Schalenresten, weiß (v. a. Gastropoden)
- 9,62 m Mergel, mittelgrau

Obere Süßwassermolasse, Kalkstein (Süßwasser- oder Algenknollenkalk)

- 9,72 m Kalkstein (Süßwasserkalk), braungrau, kavernös bis porös

Aufschlußprofil [7134AG0040]: Biberg, Bauvorhaben Lindenstraße, überbaut
Lage: R 44 57 000, H 54 17 525, Ansatzhöhe: 497 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 1997):

8 Geologische Aufschlüsse

Quartär

Löblehm, ,Lo(l)

- 1,10 m Schluff, tonig, mittelbraun, mit vereinzelt 1–10 cm großen Malmkalksplintern, grauweiß bis mittelgrau
- 1,20 m Schluff, tonig, mittelbraun, mit zahlreichen 5–10 mm großen Malmkalksplintern, grauweiß bis mittelgrau
- 1,50 m Schluff, tonig, mittelbraun, mit vereinzelt 1–10 cm großen Malmkalksplintern, grauweiß bis mittelgrau

Aufschlußprofil [7134AG0069]: Sandgrube S Schelldorf, aufgelassen

Lage: R 44 57 325, H 54 15 850, Ansatzhöhe: 490 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 1998; Wandprofil, ab 2,6 m Fortsetzung mit Flügelbohrer):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Sand, OSM,S

- 0,20 m Feinsand, schluffig, mittelgraubraun, karbonatfrei, humos, stark durchwurzelt (Oberboden)
- 0,60 m Feinsand, mittelkiesig, braungelb, karbonatfrei, grauweiße Quarzgerölle, schwach feinglimmerführend
- 2,75 m Mittelsand, feinsandig, gelbbraun, karbonatfrei, stark feinglimmerführend, z.T. grobglimmerführend, ungeschichtet
- 3,20 m Quarzfeinkies, mittelsandig, rostbraun, ab 3,00 m graubraun, grauweiße Quarzgerölle
- 3,60 m Schluff, schwach tonig, mittelbraun, karbonatfrei

Aufschlußprofil [7134AG0133]: Lenting, Erdgasleitung Ingolstadt, verfüllt

Lage: R 44 60 975, H 54 07 555, Ansatzhöhe: 375 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 1998):

Quartär

Niedermoortorf, ,Hn

- 0,20 m Torf, zersetzt, stark schluffig, dunkelbraun
- 0,40 m Torf, zersetzt, stark schluffig, braungrau, z.T. auch rostbraun
- 0,60 m Schluff, tonig, humos, dunkelbraun

Sinterkalk (Kalktuff, z.T. Alm), ,K

- 0,70 m Alm aus ca. 1 mm großen Kalkkrümelchen

Niedermoortorf, ,Hn

- 1,00 m Torf, zersetzt, stark schluffig, tonig, schwarzbraun

Sinterkalk (Kalktuff, z.T. Alm), ,K

- 1,35 m Alm aus bis zu 2 mm großen Kalkkrümelchen

Niedermoortorf, ,Hn

- 1,40 m Torf, zersetzt, stark schluffig, tonig, schwarzbraun
- 1,50 m Torf, schwarzbraun, z.T. auch dunkelbraun

Aufschlußprofil [7134AG0223]: Sommertalstraße, Köschinger Forst, NBS N-IN, überbaut

Lage: R 44 61 205, H 54 17 655, Ansatzhöhe: 465 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 1999):

Quartär

Löblehm, ,Lo(l)

-
- 1,60 m Schluff, tonig, hell- bis mittelbraun
Hangschutt, X,hg
 - 2,60 m Malmkalksteinkomponenten, mittelgrau, ca. 20–30 mm lang, mit Lößlehm in den Zwickeln
 - 5,60 m Malmkalksteinkomponenten, mittelgrau, ca. 5–20 mm lang, mit Lößlehm in den Zwickeln, bereichsweise Lößlehm mit angereicherten Bohnerzen, schwarz, ca. 2–10 mm groß, an der Basis Lößlehm Bereiche mit Mittel- und Grobsand (Quarz) der OSM, braungelb bis rostbraun, feinglimmerführend, und Kiessande (Quarzfein- bis -mittelkies) der OSM, mittel- bis grobsandig, schluffig-tonig, rostbraun

Aufschlußprofil [7134GP0176]: Böhmfeld-West, Bauvorhaben Frühlingsstraße, überbaut
Lage: R 44 53 424, H 54 13 552, Ansatzhöhe: 495 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 1998):

Quartär

Umlagerungsbildungen, undifferenziert, „u

- 0,50 m Schluff, stark tonig, braungelb, mit bis zu 3 cm großen Kalksplintern
- 0,70 m Schluff, stark tonig, hellbraun, gelbbraun, mit zahlreichen bis zu 3 cm großen Kalksplintern

Tertiär bis Quartär

Ablehm, „La

- 2,50 m Schluff, stark tonig, mittelbraun, mit 5–10 mm großen Quarzgeröllen der OSM, grauweiß bis graurot, sowie mit vereinzelt, 3 mm großen Bohnerzen, schwarz

Aufschlußprofil [7233AG0078]: Kiesgrube Schimmer, Bergheim, in Abbau
Lage: R 44 46 900, H 54 02 450, Ansatzhöhe: 374 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: E. KROEMER 2001):

Quartär

Auen- oder Bachablagerungen, „f (Auelehm)

- 0,25 m Schluff, feinsandig, dunkelbraun, karbonathaltig
- 0,40 m Schluff, feinsandig, rehbraun, karbonathaltig

Flußschotter, alt- bis mittelholozän, qh,G

- 0,60 m Schluff, tonig, humos, schwarzbraun, karbonatfrei, (fossiler Boden)
- 2,50 m Schluff, feinsandig, rehbraun bis hellgrau, stark karbonathaltig, z.T. mit Konkretionen bis 5 mm (Flußmergel)

Aufschlußprofil [7233AG0079]: Kiesgrube in der Hochterrasse, 700 m W Moosbauer (Schuttertal), in Abbau

Lage: R 44 48 468, H 54 05 871, Ansatzhöhe: 379 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: E. KROEMER 2001):

Quartär

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, ?rißzeitlich (Hochterrasse), R,G

- 2,30 m Kies, sandig, frisch, stark karbonathaltig

Aufschlußprofil [7233AG0080]: Kiesgrube 700 m E Hohenlohe, aufgelassen

Lage: R 44 49 700, H 54 03 350, Ansatzhöhe: 374 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: E. KROEMER 2001):

8 Geologische Aufschlüsse

Quartär

Flußschotter, wärmzeitlich (Nieder- bis Spätglazialterrasse), W,G

- 0,55 m Sand, schluffig, schwach tonig, mittelbraun bis gelbbraun, karbonatfrei
- 0,95 m Feinsand, schluffig, grau, orangebraunfleckig, schwach karbonathaltig
- 1,15 m Mittelsand, hellgrau, braunfleckig, stark karbonathaltig
- 1,25 m Kies, sandig, bräunlichgrau, stark karbonathaltig
- 1,50 m Mittelsand, hellbraungrau, Eisenoxid-Streifen, stark karbonathaltig
- 1,70 m Kies, sandig, frisch, stark karbonathaltig

Aufschlußprofil [7233AG0085]: Lehm- und Sandgrube SE Attenfeld, in Abbau

Lage: R 44 41 039, H 54 04 682, Ansatzhöhe: 430 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 2001, vgl. JERZ & GROTTENTHALER 1995):

Quartär

Lößlehm, ,Lo(l)

- 7,00 m Schluff, tonig, hell- bis mittelbraun, verschiedene Lößlehmgenerationen
- 7,50 m Schluff, tonig, mittelsandig, braungelb, umgelagerte OSM

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Sand, OSM,S

- 9,00 m Grobsand, ockerbraun, mittelbraun, stark grobglimmerführend, mit Feldspäten in Grobsandkörnung, weiß, eckig-kantig, Grobsand als Linse in ockerbraunen, stark feinglimmerführenden Mittelsand eingeschaltet
- 10,20 m Ton, schluffig, homogen, mittelgrau, im Hangenden zum Sand hin Eisen-Konkretionen, ca. 1–3 cm groß, kugelförmig-oval, mit ockerbrauner, ca. 5 mm starker Kruste und schwarzem Kern

Aufschlußprofil [7235AG0059]: Kiesgrube Griesham SW Münchsmünster, in Abbau

Lage: R 44 75 290, H 54 02 310, Ansatzhöhe: 354 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. FIEBIG 2000):

Quartär

Flußschotter, wärmzeitlich (Nieder- bis Spätglazialterrasse), W,G

- 1,50 m Kies, sandig, bunt, karbonatführend
- 2,00 m Mittelsand, schwach feinkiesig, grau, karbonatarm
- 3,20 m Kies, sandig, bunt, karbonatführend

Aufschlußprofil [7236AG0009]: Sandgrube Friedhof Neustadt, in Abbau

Lage: R 44 83 940, H 54 06 315, Ansatzhöhe: 362,5 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. FIEBIG 1999):

Quartär

Flugsand, spätwärmzeitlich, ,S,a

- 1,80 m Mittelsand, feinsandig, gelbbraun

Aufschlußprofil [7236AG0010]: Kiesgrube Hochgementel, in Abbau

Lage: R 44 79 850, H 54 02 725, Ansatzhöhe: 360 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. FIEBIG 1999):

Quartär

Schwemmfächerablagerungen, ,,ta

-
- 0,90 m Kies, sandig, graubraun, karbonatfrei
 - 4,10 m Mittelsand, feinsandig, graubraun, karbonatfrei
 - 5,60 m Wechsellagerung von Sand und Schluff, dunkelbraun, ocker, karbonatarm

Aufschlußprofil [7332AG0007]: Sandgrube Stelzhof, aufgelassen, teilweise verfüllt

Lage: R 44 36 250, H 53 95 120, Ansatzhöhe: 435 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 2000):

Quartär

Fußschotter, ?günz- bis mindelzeitlich (Zwischenterrasse), qpa,G

- 4,00 m Wechselfolge aus Sand, schwach feinkiesig, schwach mittelkiesig, gräulichbraun bis hellbräunlichgrau, karbonatfrei, selten geröllfrei und Quarzfein- bis -mittelkies, sandig, schwach grobkiesig, braun bis hellbraungrau, häufig Eisenüberzüge, periglaziales Restgeröllspektrum, max. Geröllgröße 5 x 3 cm, häufig aufgearbeitete Limonitschwarten

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 5,00 m Schluff, feinsandig, olivbräunlichgrau bis olivgraubraun, karbonatfrei, stark glimmerführend, seitlich in Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig übergehend, lokal mit Quarzgeröll-Band, Ausbildung und Mächtigkeit schwankend
- 12,50 m Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig, hellgraubraun, karbonatfrei, glimmerführend, lebhaft kreuzgeschichtet, Versatz der Schichten um Zentimeterbeträge an flach einfallenden, sich teilweise überschneidenden Bewegungsbahnen

Aufschlußprofil [7332AG0010]: Kies- und Sandgrube NNE Biding, aufgelassen

Lage: R 44 31 155, H 53 95 630, Ansatzhöhe: 445 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 2000):

Quartär

LöB, Lo(l)

- 1,50 m Schluff, stark feinsandig, hellbräunlichgrau

Fuß- oder Schmelzwasserschotter, donauzeitlich (Unterer Deckschotter), D,G

- 2,90 m Kies, sandig, schluffig, schwach tonig, verlehmt, grauorangebraun (Restschotter), z.T. kryoturbar bewegt, lokal Gerölle steilstehend, Mächtigkeit stark schwankend, rinnenartig eingreifend
- 5,20 m Sand, geröllführend, karbonatfrei, schwach glimmerführend, orangebraun bis hellbräunlichgrau, lokale Linse zwischen rinnenförmig eingreifenden Schottern
- 7,00 m Kies, sandig, schwach schluffig, grauorangebraun, horizontale Regelung der Gerölle, schwache Schichtung, Sohle nach NW ansteigend

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 8,50 m Feinsand, mittelsandig, olivgraubraun, karbonatfrei, glimmerführend, horizontal- und schräggeschichtet

Aufschlußprofil [7332AG0024]: Kies- und Sandgrube ESE Buch, in Abbau

Lage: R 44 32 575, H 53 90 150, Ansatzhöhe: 493 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 2000):

Quartär

Fuß- oder Schmelzwasserschotter, ?biberzeitlich (Hochschotter), B,G

8 Geologische Aufschlüsse

- 0,30 m Kies, schluffig, sandig, schwach tonig, verlehmt, schwach humos, grauorangebraun, karbonatisch
- 2,00 m Kies, schluffig, sandig, graubraun, fleckig, basal lokal Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, z.T. humos (Resedimente)
- 3,60 m Wechselfolge, karbonatfrei, z.T. mit Ton-Schluff-Resedimenten, aus Sand und Kies, sandig, Schichtuntergrenze z.T. ausgestülpt in Liegendes
- 3,90 m Resedimentgestein aus Schluff, tonig, feinsandig, sehr hellolivbraungrau, selten dunkelgrau und humos mit Mittelsand, feinsandig, orangebraun bis sehr hellbraungrau, karbonatfrei, glimmerführend, Untergrenze unregelmäßig wellig

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 8,00 m Mittelsand, feinsandig, hellgrauockerbraun, schwach braunstreifig, karbonatfrei, glimmerführend

Aufschlußprofil [7332AG0048]: Kies- und Sandgrube Wallerdorf, aufgelassen

Lage: R 44 28 000, H 53 87 655, Ansatzhöhe: 457 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 2000):

Quartär

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, donauzeitlich (Unterer Deckschotter), D,G

- 3,00 m Sand, im höchsten Teil geröllführend, karbonatfrei, horizontalgeschichtet (fluviale Deckschicht)
- 4,50 m Kies, sandig, hellgraubraun, karbonatfrei, nach S auskeilend

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 9,00 m Feinsand, schwach schluffig, hellgrauockerbraun, karbonatisch, mit Sandsteinbildungen, basal Aufarbeitungslage mit Schneckengehäusen (*Cepaea*) und Schalenbruch
- 9,50 m Wechselfolge aus Ton- und Schluffmergel, olivgrau, weißfleckig, mit Mergelkalk(stein)-Einlagerungen, weiße Schneckenschalen
- 14,50 m Feinsand, schwach schluffig, hellbräunlichgrau, karbonatisch, z.T. schräggeschichtet

Aufschlußprofil [7332AG0051]: Kiesgrube SSW Weidorf, aufgelassen, teilweise verfüllt

Lage: R 44 30 740, H 53 85 085, Ansatzhöhe: 506 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 2000):

Quartär

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, ?biberzeitlich (Hochschotter), B,G

- 2,00 m Kies, schluffig, sandig, grauorangebraun, karbonatfrei, verwittert
- 4,50 m Karbonatkies, sandig, steinig, grauorangebraun, hellgrauockerbraun, basal hellgrau, basal grob z.T. mit OSM-Resedimenten, 1 Malmkalk-Block (8x12x6 cm), umgelagert aus Brockhorizont

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Geröllsandserie, miGS

- 4,70 m Quarzfeinkies, mittelkiesig, sandig, hellgrauockerbraun, stark karbonathaltig, Kalksteinbröckchen
- 6,50 m Mittelsand, feinsandig, hellbraungrau, orangebraunstreifig, karbonatfrei, tiefer mit Sandstein- und Kalksteinknauern, horizontal- bis schräggeschichtet

Aufschlußprofil [7332AG0088]: Kiesgrube Hirst, aufgelassen
Lage: R 44 29 415, H 53 90 460, Ansatzhöhe: 457 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: D. JUNG 2001):

Quartär

Löß, ,Lo(l)

- 1,00 m Schluff, feinsandig, hellgraubraun, stark karbonatisch, schwach glimmerführend
Fluß- oder Schmelzwasserschotter, donauzeitlich (Unterer Deckschotter), D,G
- 2,50 m Mittelsand, schwach feinsandig, schwach kiesig, hellgrauockerbraun, karbonatfrei, Eisen-streifig, glimmerführend, lokal Karbonatkonkretionen
- 6,50 m Karbonatkies, sandig, steinig, hellgrau, Eisen-Mangan-schüssig, schwach glimmerführend, zahlreiche Karbonatgerölle, teilweise konglomeratisch verbacken, max. Geröllgröße 15 cm, geringmächtige Sandlinsen

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 7,50 m Feinsand, schwach mittelsandig, hellgrau, glimmerführend, karbonatisch, kreuz- und schrägschichtet

Aufschlußprofil [7332GP0021]: Hanganriß Kopfmühle, aufgelassen
Lage: R 44 28 190, H 53 90 745, Ansatzhöhe: 430 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: D. JUNG 2001):

Quartär

Sand, umgelagert, ,S,u

- 1,50 m Feinsand, mittelsandig, graubraun, schwach glimmerführend, karbonatfrei

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 3,50 m Feinsand, schwach mittelsandig, hellgrauocker, schwach Eisen-streifig, glimmerführend, karbonatisch, oben weiße Karbonatkonkretionen, tektonische Bewegungsbahn (Aufschiebung)

Aufschlußprofil [7333AG0029]: Sandgrube am Ödberg S Brunnen, in Abbau
Lage: R 44 49 666, H 53 87 20, Ansatzhöhe: 439 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: TH. PÜRNER 2002):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Geröllsandserie, miGS

- 1,00 m Mittelkies, schwach grobkiesig, feinkiesig, sandig, stellenweise verlehmt, graubraun und rotbraun
- 4,50 m Wechsellagerung aus Sand, feinkiesig, schwach mittelkiesig, hellgrau bis gelbbraun und Mittelkies, stark feinkiesig, schwach grobkiesig, sandig, gelbbraun, rege Schrägschichtung
- 5,00 m Mittelkies, stark feinkiesig, schwach grobkiesig, sandig, gelbbraun bis rotbraun, überwiegend Quarzgerölle, daneben verwittertes Kristallin, grüne und rote Quarzsandsteine, vereinzelte Karbonatgerölle

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 5,50 m Schluff bis Ton, stark karbonatisch, hellgrau bis aschgrau
- 15,00 m Feinsand, stark grobschluffig, glimmerführend, mit vereinzelten karbonatischen Butzen, schwache Schrägschichtung, dispers verteilte Mergelresedimente (bis zu 1 cm groß)
- 15,50 m Schluff bis Ton, karbonatisch, hellgrau (in Schurf unter der eigentlichen Grubensohle erschlossen)

8 Geologische Aufschlüsse

Aufschlußprofil [7333AG0035]: Sandgrube N Gröbern, in Abbau
Lage: R 44 50 154, H 53 85 067, Ansatzhöhe: 415 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: TH. PÜRNER 2001):

Quartär

Flugsand, spätwürmzeitlich, „S,a

- 5,00 m Feinsand, mittelsandig, gelbbraun

Aufschlußprofil [7334AG0049]: Sand- und Kiesgrube NNW Freinhausen, zeitweise in Abbau
Lage: R 44 57 428, H 53 89 688, Ansatzhöhe: 432 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: TH. PÜRNER 2000):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Geröllsandserie, miGS

- 1,00 m Ton bis Schluff, hellgrau, karbonatisch bis stark karbonatisch, mit zahlreichen weißen bis aschgrauen Karbonatknollen
- 3,00 m Fein- bis Mittelkies, stark sandig, gelbbraun
- 6,00 m Fein- bis Mittelsand, wechselnd schluffig, gelbgrau bis hellgrau, stark karbonatisch, mit karbonatisch verbackenen Zapfen

Aufschlußprofil [7334AG0074]: Ebenhausen im Ried, in Abbau
Lage: R 44 62 744, H 53 93 920, Ansatzhöhe: 371 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: TH. PÜRNER 1999):

Quartär

Jüngerer Mündungsschwemmfächer der Paar, „f

- 0,90 m Feinkies, mittelkiesig, schwach sandig, blaugrau, karbonatfrei

Aufschlußprofil [7334AG0181]: Kiesgrube E Reichertshofen, rekultiviert, Baggersee
Lage: R 44 62 550, H 53 91 550, Ansatzhöhe: 382 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: M. FIEBIG 2000):

Quartär

Jüngerer Mündungsschwemmfächer der Paar, „f

- 0,90 m Feinkies, mittelkiesig, schwach sandig, blaugrau, karbonatfrei, anthropogen umgelagert

Aufschlußprofil [7334AG0197]: Baugrube Erlenweg, überbaut
Lage: R 44 60 517, H 53 93 495, Ansatzhöhe: 372 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: M. FIEBIG 2000):

Quartär

Schwemmfächerablagerungen, „ta

- 1,10 m Sand, schwach schluffig, hellbraun, locker gelagert
- 1,60 m Sand, schwach schluffig, dunkelbraun
- 1,75 m Sand, schwach schluffig, hellbraun
- 1,80 m Schluff, feinsandig, braun
- 2,05 m Sand, schwach schluffig, braun
- 2,18 m Schluff, feinsandig, braun
- 2,23 m Torf, schwarz
- 2,50 m Schluff, feinsandig, braun

Aufschlußprofil [7335AG0030]: Kies- und Sandgrube am Faistenberg bei Rohrbach, aufgelassen
Lage: R 44 66 800, H 53 85 800, Ansatzhöhe: 440 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 1999):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollsotter-Abfolge (unterer Teil), miNV

- 1,50 m Wechselfolge aus Quarzmittelkies und Sand, graubraun, karbonatfrei, basal mit Ton/Schluff-Resedimenten und Kalksteinknuern
- 4,50 m Mittelsand, karbonatfrei, nach unten auch siliziklastischer Schluff, sandführend, karbonatfrei und zunehmend Quarzmittelkies, basal mit Ton/Schluff-Resedimenten, mollusken-, selten knochenführend, rinnenartig eingelagert, oben mit E-fallenden Schrägschichtungsblättern
- 7,50 m Wechselfolge aus Mittelkies, mit Kristallin und auffällig vielen, plattigen Dolomitgeröllen und karbonatischem Mittelsand, lebhaft kreuz- bis muldengeschichtet, Schrägschichtungsblätter W-fallend, z.T. mit Cepaeen

Aufschlußprofil [7433AG0002]: Sandgrube am Tannenberg N Steingriff (Fa. Ytong), in Abbau
Lage: R 44 44 000, H 53 83 550, Ansatzhöhe: 452 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 1997):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Geröllsandserie, miGS

- 0,80 m Sand, fein- bis mittelkiesig, schwach schluffig, karbonatfrei, schwach glimmerführend, ockergraubraun, z.T. dunkelbraunstreifig
 - 7,00 m Abfolge aus Fein- bis Mittelkies, stark sandig, karbonatfrei, glimmerführend, ockergraubraun über Mittelsand, teils grobsandig, teils fein- bis mittelkiesig, hellbräunlichgrau, rostbraun- bis graustreifig, schwach karbonatisch, wechselnd glimmerführend; tiefer Fein- bis Mittelkies wie oben, aber karbonatführend, z.T. auch zapfenförmig kalkig verbacken, mit Ton/Schluff-Resedimenten, lagigen Eisen/Mangan-Überzügen, vereinzelt Schneckenschalen- und Knochenresten, Grenze zum Liegenden nach E ansteigend
- Obere Süßwassermolasse, Fluviatile Untere Serie, miUF**
- 32,00 m karbonatischer Fein- bis Mittelsand, glimmerführend, hellbräunlichgrau, dunkelgrau- bis rostbraunstreifig, lebhaft, z.T. weitgespannte Schrägschichtung, zahlreiche Aufarbeitungslagen mit Kalkmergelstein- und Tonmergel-Resedimenten, Molluskenschill und seltener Knochenresten, vereinzelt im höheren Teil auch mit Quarzgeröllen bis Mittelkiesgröße

Aufschlußprofil [7433AG0006] Kiesgrube SE Rinderhof, in Abbau
Lage: R 44 48 800, H 53 80 600, Ansatzhöhe 433 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 1996):

Quartär

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, ?günz- bis mindelzeitlich (Zwischenterrassen), qpa,G

- 8,00 m Quarzmittel- bis -grobkies, schwach bis stark sandig, karbonatfrei bis sehr schwach karbonatisch, bogen-, schräg- und parallelgeschichtet, hellbraungrau, rostbraunstreifig
- 9,90 m Fein- bis Mittelsand, schwach fein- bis mittelkiesig, karbonatfrei bis sehr schwach karbonatisch, schwach glimmerführend bis glimmerführend, Feinschichtung
- 10,00 m Aufarbeitungshorizont mit rotbraunem Feinsand, Fein- bis Mittelkiesgeröllen und grauen Tonmergelgeröllen, karbonatfrei bis schwach karbonatisch

8 Geologische Aufschlüsse

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 13,00 m Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, glimmerführend, hellolivgrau, karbonatfrei
- 14,00 m Schluffmergel, schwach tonig bis tonig, zahlreiche Kalkmergelstein-Konkretionen, hellgrüngrau bis olivgrau, braunstreifig, weißfleckig
- 15,00 m Feinsand, schwach schluffig, stark karbonatisch, hellgrüngrau

Aufschlußprofil [7433AG0008]: Kiesgrube NE Westerbach, aufgelassen

Lage: R 44 50 250, H 53 80 700, Ansatzhöhe: 434 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 1996):

Quartär

Sand, umgelagert, ,S,u

- 1,00 m siliziklastischer Sand, schwach schluffig bis schluffig, stellenweise geröllführend, hellgraubraun bis dunkelbraun

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Geröllsandserie, miGS

- 11,00 m Fein- bis Mittelkies, sandig, karbonatisch, glimmerführend, hellgraubraun bis hellbräunlichgrau, Einschaltungen von Fein- bis Grobsand, teilweise kiesführend, basal Aufarbeitungslage mit Tonmergelgeröllen, Kalksteinkonkretionen und Molluskenschill
- 12,00 m Fein- bis Mittelsand, schwach karbonatisch, glimmerführend, olivgrau

Aufschlußprofil [7433AG0108]: Grube SE Königslachen, in Abbau

Lage: R 44 47 880, H 53 82 640, Ansatzhöhe: 422 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: M. FIEBIG 2000):

Quartär

Flugsand, spätwürmzeitlich, ,S,a

- 1,50 m Mittelsand, gelbbraun, schwach schräggeschichtet, viele Wurzeln
- 3,30 m Mittelsand, gelbbraun, Schrägschichtungselemente
- 4,00 m Mittelsand, organisches Material, gelbbraun bis dunkelbraun gefleckt und gebändert

Aufschlußprofil [7434AG0002]: Kiesgrube NE Stockhausen bei Gerolsbach, zeitweise in Abbau

Lage: R 44 51 590, H 53 74 380, Ansatzhöhe: 493 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: TH. PÜRNER 1996):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollschoetter-Abfolge (oberer Teil), Feinsediment („Feinkörnige Kalkige Deckschichten“), miNV_F

- 1,00 m Ton- bis Schluff(mergel) mit lagig angeordneten Kalkmergelsteinknollen, olivgrau bis braunoliv

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollschoetterabfolge (oberer Teil), miNV

- 2,00 m Mittel- bis Feinsand, schräggeschichtet, karbonatisch, hellgrau bis gelbbraun
- 5,00 m Feinkies, stark mittelkiesig, grau, karbonatisch, im Wechsel mit zahlreichen Sandlinsen und -bändern
- 5,30 m Fein- bis Mittelsand, grau, karbonatisch, Lage über längere Strecken durchhaltend
- 10,00 m Mittelkies, stark feinkiesig, grobkiesig, karbonatisch, ganz vereinzelt Sandlagen, im Kies undeutliche Schrägschichtung erkennbar, Geröllbestand: weit überwiegend Quarz, daneben rote Quarzsandsteine, Kristallin und wenige, graue bis dunkelgraue, diskusförmige Dolomite (meist Feinkiesfraktion), etwa bei 5,50 m ein ca. 8 cm langes, mäßig gerunde-

tes Geröll aus Malmkalkstein der Alb (Umlagerung aus Brockhorizont?), selten weiße Schalenbruchstücke (Muscheln)

Aufschlußprofil [7434AG0037]: Sand- und Kiesgrube SE Thierham, in Abbau
Lage: R 44 56 000, H 53 82 680, Ansatzhöhe: 435 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: TH. PÜRNER 1996):

Quartär

Flußschotter, periglazial, ?ältest- bis altpleistozän, qpa,G

- 1,50 m Mittelkies, grobkiesig, feinkiesig, sandige Zwischenlagen mit limonitischen Ausfällungen, gelbbraun bis rotbraun, etwas verlehmt, stellenweise verwürgt (kryoturbar überprägt)

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Geröllsandserie, miGS

- 5,00 m Wechsellagerung aus Sand, feinkiesig, schwach mittelkiesig, gelbbraun bis hellgrau und Fein- bis Mittelkies, sandig, gelbbraun, rege Schrägschichtung, dazwischen auch Lagen aus Feinsand, mittelsandig, parallelstreifig gelbbraun und rotbraun

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, Feinsediment, miUF_F

- 8,00 m Tonmergel, schwach feinsandig, hellolivgrau, reich an dispers verteiltem Karbonat

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 8,50 m Fein- bis Mittelkies, locker, rotbraun (ab hier nur in Schurf unter Grubensohle erschlossen)
- 10,00 m Feinsand, karbonatisch, hellgrau bis hellolivgrau

Aufschlußprofil [7434AG0320]: Grube SE Königslachen, aufgelassen
Lage: R 44 61 721, H 53 84 091, Ansatzhöhe: 425 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: TH. PÜRNER 1996):

Quartär

Löß, ,Lo(l)

- 1,00 m Schluff, Feinsand, karbonatisch, Gastropodenschalen-Bruchstücke, Lößkindel, fahlgelbbraun

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 2,00 m Mittelsand, stark glimmerführend, olivgrau

Aufschlußprofil [7435AG0064]: Kies- und Sandgrube E Streitdorf, aufgelassen
Lage: R 44 66 440, H 53 77 300, Ansatzhöhe: 485 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: H. J. UNGER 1998):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollsotter-Abfolge (unterer Teil), miNV

- 3,00 m Fein- bis Grobsand, schwach feinkiesig, braun
- 5,00 m Fein- bis Mittelkies, sandig, gelbbraun, mit Eisen-gefärbten Lagen, regellos verteilte Kalkkonkretionen, z.T. kalkig verbacken

Obere Süßwassermolasse, Brockhorizont

- 5,30 m lockere Einlagerung einzelner Malmkalkstein-Brocken der Alb bis 30 cm Durchmesser

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollsotter-Abfolge (unterer Teil), miNV

- 8,30 m Wechsellagerung von Grobsand, beige-grau mit rostbraunen Lagen, horizontal- oder kreuzgeschichtet und Sand, kiesig, mit geringmächtigen Mittelkieslagen

Aufschlußprofil [7436AG0026]: Bentonitgrube ENE Hagertshausen, aufgelassen
Lage: 44 78 200, H 53 84 600, Ansatzhöhe: 491 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: H. J. UNGER 1997):

Quartär

Lößlehm, ,Lo(l)

- 1,00 m Schluff, tonig, feinsandig, braun

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Mischserie, miMS

- 3,00 m Feinsand, schluffig, braun

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollschocter-Abfolge (unterer Teil), miNV

- 6,00 m Fein- bis Mittelkies, sandig, rotbraun

Obere Süßwassermolasse, Bentonit

- 7,00 m Ton, grünlichgrau

Aufschlußprofil [7534AG0060]: Kies- und Sandgrube N Haunstetten, aufgelassen, teilweise verfüllt
Lage: R 44 61 075, H 53 68 838, Ansatzhöhe: 485 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: M. SEIDEL 1999):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollschocter-Abfolge (oberer Teil), miNV

- 1,70 m Kies, sandig, beigebraun bis rostbraun
- 2,30 m Fein- bis Mittelsand, hellbeige, mit beigeweißen Kalkkonkretionen
- 2,60 m Konglomerat aus Sand und Kies, graubraun
- 5,70 m Kies-Sand-Wechselfolge, braungrau bis hellbeige, Kreuzschichtung

Aufschlußprofil [7534AG0067]: Kies- und Sandgrube Kohlstatt E Gerolsbach, aufgelassen
Lage: R 44 53 850, H 53 73 100, Ansatzhöhe: 490 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: M. SEIDEL 1999):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollschocter-Abfolge (unterer Teil), miNV

- 3,80 m Kies-Sand-Wechselfolge, graubraun, einzelne Karbonatgerölle
- Obere Süßwassermolasse, Brockhorizont**
- 4,10 m Lage mit Ton/Schluff-Resedimenten bis 10 cm Durchmesser und angerundeten Malmkalkstein-Brocken der Alb bis 5 cm Durchmesser
 - 6,00 m Kies-Sand-Wechselfolge, graubraun, einzelne Karbonatgerölle

Aufschlußprofil [7534AG0070]: Mergel- und Sandgrube W Oberdummeltshausen, aufgelassen
Lage: R 44 56 225, H 53 71 750, Ansatzhöhe: 502 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: M. SEIDEL 1999):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollschocter-Abfolge (oberer Teil), Feinsediment („Feinkörnige Kalkige Deckschichten“), miNV_F

- 3,50 m Mergel, schluffig, grüngrau, ockerbraunfleckig
- 5,50 m Sand, grüngraubraun, mit Kalkkonkretionen
- 7,00 m Schluff, tonig, feinsandig, mit Kalkkonkretionen
- 9,00 m Sand, graubraunfleckig, mit Kalkkonkretionen bis 6 cm Durchmesser
- 11,00 m Schluff, schwach tonig, olivbraun bis hellgraubraun

Aufschlußprofil [7535AG0105]: Sandgrube E Streitberg, in Abbau
Lage: R 44 67 930, H 53 73 100, Ansatzhöhe: 497 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: H. J. UNGER 1996):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Mischserie, miMS

- 1,00 m Mittel- bis Grobkies, sandig, schwach tonig, braun, feldspatführend
- 10,00 m Mittel- bis Grobsand, mit Mittelkies-Zwischenlage, braun, feldspatführend

Mehr als 3700 Aufschlüsse aus der Region mit 800 Schichtenprofilen sind in der Zentralen Datenbank (ZDB) des Bayerischen Geologischen Landesamts gespeichert.

9 Bohrprofile

Die nachfolgend beschriebenen Bohrprofile sollen die Gesteinsfolgen in der Planungsregion 10 Ingolstadt beispielhaft dokumentieren. Im Gegensatz zu den im vorangehenden Kapitel 8 behandelten Oberflächenaufschlüssen bieten die Schichtenverzeichnisse der Bohrungen nicht nur Angaben zur Ausbildung der verschiedenen Einheiten der geologischen Karte, sondern bei den tiefreichenden Bohrungen auch der Gesteinskörper im Untergrund. Die Lage der aufgeführten Bohrungen ist auf der geologischen Karte mit der vorangestellten Ordnungsnummer verzeichnet.

Die Bohrungen sind nach ihren in eckigen Klammern stehenden Identifikationsnummern in der Zentralen Datenbank (ZDB) des Bayerischen Geologischen Landesamtes geordnet. Die ersten vier Stellen der Nummer geben die Blattnummer der Topographischen Karte 1:25 000 wieder. Nach dem Namen des Aufnehmers ist nur dann auch die Institution angegeben, wenn es sich nicht um das Bayerische Geologische Landesamt handelt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind vor allem die Schichtenbeschreibungen tiefer Bohrungen gegenüber den

Originalbeschreibungen gekürzt und zusammengefaßt.

Die chronostratigraphische Gliederung der Schichtenverzeichnisse erfolgt nur über die Angabe der erdgeschichtlichen Perioden (Quartär, Tertiär, Jura usw.) als halbfette Zwischenüberschriften. Darunter wird die Gliederung in kleinere, vornehmlich lithostratigraphisch definierte geologische Einheiten vorgenommen. Die Schichtgliederung der Profile ist z.T. detaillierter als die zusammenfassenden Einheiten der Geologischen Karte 1:100 000. Um den Bezug zur Karte zu erleichtern, wird deshalb im Anschluß an die Klartextbezeichnung jeweils das Kürzel der zugehörigen Legendeneinheit angegeben. Für in der Karte nicht entsprechend dargestellte Einheiten fehlen diese Kürzel naturgemäß.

Für die Erlaubnis zur Publikation von Kurzprofilen der Bohrungen Dillingen 1, Reichertshausen 1, Wolnzach 1 und Eichstätt 1 wird dem Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung (WEG) gedankt.

9 Bohrprofile

Bohrprofil 1 [6934BP0162]: Kinding, DB-Neubaustrecke Nürnberg–Ingolstadt, BK 7.2/1

Lage: R 44 53 157, H 54 29 531, Ansatzhöhe: 383,80 m ü. NN

Kernbohrung 1992

Geologisches Profil (Aufnahme: R. K. F. MEYER 1992):

Quartär

Hangschutt, X,hg

- 7,70 m Kalksteinschutt und etwas Lehm

Jura

Malm ?Alpha

- 16,00 m Kalkstein (in Stücken)

- 16,20 m Mergelkalkstein, hellgrau

Dogger Epsilon 3–Zeta, bγ-ζ

- 16,50 m Mergel, beige-grau, unten glaukonitisch, Belemniten

- 16,90 m Mergel, feinsandig, schluffig, hellgrau

- 24,57 m Mergel, schluffig, schwach feinsandig, glaukonitisch, schwarz, Ammoniten bei 21–22 m und 24,40 m

Dogger Delta–Epsilon 2, bγ-ζ

- 25,10 m Mergel, eisenoolithisch, schwarz, Belemniten lagig angereichert bei 24,75 m

- 25,30 m Eisenoolithbank, grau, mit Belemniten

- 25,75 m Mergel, eisenoolithisch, Kalksteinlage bei 25,50–25,60 m

- 25,95 m Eisenoolithbank, grau

- 26,20 m Mergel, eisenoolithisch, dunkel

- 26,45 m Eisenoolithbank, rotbraun (Parkinsonien-Oolith)

- 26,78 m Kernverlust

- 26,80 m Mergel, eisenoolithisch, hellgrau

- 26,90 m Mergel, sandig, grau

Dogger Gamma (basal Sowerbyi-Geröllbank), bγ-ζ

- 29,15 m Kalksandstein, hart, fein, hellgrau

- 29,38 m Kalksandstein, grob, hart, unten Konglomerat

- 29,55 m Kalksandstein, fein, hart, mit Tonflasern

- 29,95 m Kalksandstein, grob, hart, hellgrau, mit Feinkies und Tonflasern

Dogger Beta (Eisensandstein), bβ

- 41,20 m Sandstein, fein, hellgrau, durchwühlt

- 41,40 m Kalksandstein, fein, durchwühlt, mit Aufarbeitungslagen

- 42,05 m Kalksandstein, fein, mit Aufarbeitungsgeröllen

- 43,80 m Eisenerzhorizont (z.T. Trümmererz), sandig, rotviolett, in durchwühlten Kalksandstein übergehend

- 44,50 m Kalksandstein, hellgrau, durchwühlt

- 51,20 m Feinsandstein, mürb, hellgrau, durchwühlt

- 51,25 m Sandstein, grob, dunkel

- 52,00 m Sandstein, fein, braungrau, unten Tonflasern

- 52,40 m Ton, schwarz, mit feinen, hellen Sandlagen und -linsen

- 52,70 m Feinsandstein, bräunlich

- 55,80 m Ton, dunkel, von Sandgängen und -linsen durchsetzt (Grabgangfazies)

- 56,15 m Sandstein, fein, kalkig, dunkelgrau

- 56,50 m Sandstein, fein, etwas kalkig, rotviolett vererzt

- 58,55 m Ton in Grabgangfazies (s. –55,80 m), stärker sandig, dunkelgrau

- 58,85 m Sandstein, fein, grau

- 61,50 m Ton in Grabgangfazies (stark sandig), grau, im Wechsel mit harten Sandsteinlagen

-
- 68,00 m Ton in Grabgangfazies, z.T. kalkige, dickere Sandlagen (Sand-Ton-Linsenschichtung, einzelne Toneisensteingeoden)
 - 71,00 m Ton, dunkelgrau, mit nach unten abnehmenden Feinsandlagen- und -linsen, Toneisensteinlinsen, schwach kalkig
 - 72,50 m Ton, dunkelgrau, bis 72 m wenige Sandlagen, hell, braune Toneisensteingeoden
Dogger Alpha (Opalinuston), bc
 - 75,35 m Ton, leicht schluffig und kalkig, mit feinen Glimmersandlagen auf den Schichtflächen und Toneisensteingeoden, bei 75,35 m *Leioceras opalinum*, bei 75 m Muscheln und Schnecken
 - 77,70 m Ton, schwarz, mit Sandgängen und dünnen Sandlagen, schwach kalkig (Grabgangfazies), Toneisenstein bei 75,72–75,77 m, *Bositra* bei 76,80 m
 - 80,00 m Ton, schwarz, hart, schwach kalkig, Toneisensteingeoden und häufig Muscheln

Bohrprofil 2 [7034BP0016]: Denkendorf, DB-Neubaustrecke Nürnberg-Ingolstadt, BK 61.1/39

Lage: R 44 60 712, H 53 21 793, Ansatzhöhe: 502,68 m ü. NN

Kernbohrung: 1995

Geologisches Profil (Aufnahme: M. TRAPPE, Lehrstuhl. Phys. Geogr. Univ. Eichstätt 1998):

Quartär

Löblehm, ,Lo(l)

- 0,10 m Streuauflage und Schluff, stark tonig, dunkelbraun
- 0,45 m Schluff, stark tonig, dunkel- bis mittelbraun
- 1,50 m Schluff, tonig, schwach feinsandig, mittelgraubraun, mit vereinzelt Eisen-Mangan-Konkretionen (Tertiäranteile?)

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM

- 1,70 m Kernverlust
- 2,00 m Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, mittelgraubraun, glimmerig
- 2,40 m Feinsand, hellgrau, glimmerig
- 3,00 m Feinsand, schluffig, hellgrau, glimmerig
- 3,60 m Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, mittelgraubraun, glimmerig
- 3,90 m Kernverlust
- 4,20 m Schluff, stark tonig, mittelgrau und ockerbraun marmoriert
- 4,80 m Kalkmergel, mittelgrau, mittelhart
- 5,70 m Kalkmergel, hellgrau, beige-weißer Schill
- 6,00 m Kernverlust
- 7,50 m Kalkmergel, hellgrau, mittelhart, vereinzelt Schill
- 8,40 m Mergel, hellgrau, mit inhomogen verteiltem, mittelgrauolivgrünem Schluff/Ton, vereinzelt Schalenschill
- 8,70 m Kernverlust
- 9,20 m Ton, stark schluffig, mittelgraugrün, schwach kalkig, stark schillführend, mit feinem Netzwerk aus hellgrauen, feinsten Kalkbelägen
- 9,40 m Kalkmergel, hellgrau
- 10,00 m Ton/Schluff, mittelgraugrün, schwach kalkig, schillführend, mit feinen hellgrauen Kalkbelägen, vereinzelt feine kohlige Pflanzenfasern (bis 0,5 mm lang)
- 10,55 m Ton/Schluff, mittelgraugrün, schillführend, an der Basis ockerbraun marmoriert
- 11,00 m Kernverlust
- 12,00 m Ton/Schluff, hellgrauoliv und ockerbraun marmoriert, im tieferen Teil flaserig limonitisch bis kalkig durchsetzt
- 12,65 m Schluff, kalkig, hellgrau, von feinsten Kalkkonkretionen, weiß, aggregiert durchsetzt

9 Bohrprofile

- 13,00 m Kernverlust
- 15,80 m Ton/Schluff, mittelgrau, von zahlreichen, feinsten Kalkkonkretionen, weiß, netzartig aggregiert, durchsetzt
- 16,00 m Kernverlust
- 18,40 m Kalkkonkretionshorizont, hellgrau-weiß, körnig-grusig, (wenige mm-große, weiße Kalkkonkretionen mit unförmigem bis zwickelfüllendem, mittelgrauolivem Ton/Schluff
- 18,50 m Körnig-strukturierter Kalkkonkretionshorizont bis homogener Kalkmergel, schwach limonitisch durchsetzt, vereinzelte, zwickelfüllende, graugrüne Ton/Schluffe als Restmatrix
- 19,70 m Schluff/Ton, graugrün, schwach kalkig, mit isolierten Kalkkonkretionen, weiß, z.T. aggregiert
Obere Süßwassermolasse, Kalkstein (Süßwasser- oder Algenknollenkalk)
- 20,00 m Kalkstein, hellbraun, hart, mit einzelnen isolierten, wenige mm-großen Algenknollen
- 20,30 m Schluff/Ton, mergelig, graugrün, mit vielen mehrere cm großen Kalkmergelknollen
- 20,90 m Süßwasserkalkstein, hellbraun bis Kalkmergelstein, beige-grau, limonitisch durchsetzt, stellenweise erkennbarer, graugrüner, mergeliger Schluff/Ton in Zwickeln
Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM
- 21,35 m Schluff, tonig, rostbraun oder hellgrauoliv, z.T. ockerbraun, mit einzelnen knolligen, bis zu mehrere cm großen Kalksteinen oder Kalkmergeln
- 21,40 m Ton, ockerbraun
Jura
Malm
- 25,00 m Dolomitstein, feinstkörnig, dunkelgrau, hart, grobblockig-grobporös, in den Hohlräumen liegender, ockerbrauner, z.T. graugrüner Ton mit knollig-steinigem Dolomitschutt

Bohrprofil 3 [7034BP0041]: Kinding, DB-Neubaustrecke Nürnberg–Ingolstadt, BK 52.2/13

Lage: R 44 53 978, H 54 28 945, Ansatzhöhe: 489,02 m ü. NN

Kernbohrung 1995

Geologisches Profil (Aufnahme: R. K. F. MEYER 1995):

Jura

Malm Delta, w δ ,D und w δ ,m

- 59,50 m Dolomitstein und Kalkstein, massig
Malm Gamma, w γ ,m und w γ ,,
- 62,00 m Kalkstein, massig (Massenkalk), bei 59,50–59,60 m und 60,40–60,45 m erste Mergel
- 68,00 m Kalkstein, dickbankig (Bankkalk), splitterig, braun
- 70,00 m Lehm und Malmzersatz (Karstfüllung?)
- 81,90 m Kalkstein, gebankt (Bankkalk), rau, hell, ab 76,40 m mit dicken Mergellagen, bei 81,35 m *Sutneria platynota*
Malm Beta, w α + β ,,
- 97,80 m Kalkstein, gebankt (Bankkalk), hell, splitterig, oben *Sutneria galar*
Malm Alpha, w α + β ,,
- 120,50 m Kalkstein, grau, mit flaserigen, dünnen Mergelfugen, ab 114 m dicke Mergellagen
- 135,90 m Mergelkalkstein, dunkel und dicke Mergellagen, bei 134,30 m und 135,60 m durchwühlte Mergel
- 136,30 m Glaukonitbank mit angereicherten Ammoniten
- 136,45 m Mergel, schwarz, mit vielen Belemniten, bei 136,40 m glaukonitgefüllte Grabgänge
- 136,60 m Mergel, glaukonitisch, glaukonitgefüllte Seeigelgrabgänge in liegenden Mergel eingreifend
Dogger Zeta (Ornatenton), b γ - ξ
- 137,70 m Mergel, feinsandig, schluffig, Glimmer

Bohrprofil 4 [7133BN0010]: Eichstätt 1, Kohlenwasserstoff-Explorationsbohrung

Lage: R 44 40 515, H 54 16 055, Ansatzhöhe: 451 m ü. NN

Kern- und Spülbohrung: 1963

Geologisches Profil: (Aufnahme: E. WIRTH, Gewerkschaft Elwerath 1963; vgl. WIRTH & ELSTNER 1970):

Jura

Malm Zeta 2 (Solnhofener Schichten), w ζ 1+2

– 30,00 m Kalkstein, (hell)grau, z.T. etwas mergelig, feingeschichtet

Malm Zeta 1 (Geisentalsschichten), w ζ 1+2

– 43,00 m Kalkstein, hellgelbgrau bis gelbbraun, ungeschichtet, z.T. schwach mergelig und feingeschichtet

Malm Epsilon bis Gamma

– 192,17 m Kalk(mergel)stein-Folge, grau

Malm Beta, w α + β ,

– 211,00 m Kalkstein-Kalkmergelstein-Folge, fossilreich

Malm Alpha, w α + β ,

– 258,04 m Kalkstein-(Ton)mergelstein-Folge, grau, fossilreich

Dogger Zeta (Ornatenton), b γ - ζ

– 261,35 m Tonmergelstein bis Mergelstein, schluffsandig, dunkelgrau, glimmerreich

Dogger Zeta (Macrocephalenoolith), b γ - ζ

– 262,35 m Tonmergelstein, spärlich Glaukonit, hellbraune Eisenerzooide, hellgraue, eisenooidreiche Kalkknollen

Dogger ?Epsilon (Variansschichten), b γ - ζ

– 263,10 m Tonmergelstein wie oben, sandig

Dogger Delta (Parkinsonienoolith), b γ - ζ

– 263,80 m Tonmergelstein, rostrot, Eisenoide

Dogger Delta, b γ - ζ

– 266,60 m Tonmergelstein, schluffsandig, mittel- bis dunkelgrau, Eisenoide

Dogger Gamma, b γ - ζ

– 267,42 m Ton(mergel)stein-Feinsandstein-Folge, mittel- bis dunkelgrau, weißgrau

Dogger beta, b β

– 272,90 m Tonstein-(Kalk)Sandstein-Folge, grau, rotbraun, Eisenoide

Dogger Alpha, b α

– 385,00 m Tonstein, schwarzgrau

Lias Zeta

– 387,35 m Mergelstein, mittelgrau, sehr schwach feinglimmerig, spärlich pyritdurchsetzt

Lias Epsilon (Posidonienschiefer)

– 395,00 m Kalk(mergel)stein-Folge, mittelgrau

Lias Delta

– 397,30 m Kalk- bis Tonmergelstein-Folge, schluffsandig, hellgrünlichgrau, glimmerführend

Lias Gamma + ?Beta

– 398,00 m Kalkstein, sandig, hellgrau, basal mergelig und dunkler, Phosphoritknollen

Lias Alpha 3

– 398,40 m Gobsandstein, feinkiesig, Quarzgerölle bis 5 mm Durchmesser

Trias bis Jura

Rhätolias

– 399,65 m Tonstein, schluffsandig, hellgraugrün, stark pyritdurchsetzt, vereinzelte Bleiglanzkristalle

Kontinentale Trias + ?Perm

– 595,00 m Wechselfolge aus Sandstein (v. a. Mittel- und Gobsandstein), untergeordnet tonig, grau, und Tonstein, blutrot bis rötlichgrau, rotbraun, teilweise weißfleckig

9 Bohrprofile

Präkambrium bis Paläozoikum

Kristallines Grundgebirge

- 608,00 m Zweiglimmergranit, graurot, i. a. mittelkörnig, stark biotitführend, lebhaft durchtrübert, mit Gneiseinschlüssen

Bohrprofil 5 [7133BN0262]: Hellerberg, Flachbohrung

Lage: R 44 44 960, H 54 11 760, Ansatzhöhe: 500 m ü. NN

Kernbohrung 2000

Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 2000):

Quartär

Löblehm, ,Lo(l)

- 0,45 m Schluff, tonig, gelbbraun

Tertiär bis Quartär

Alblehm, ,La

- 2,15 m Ton, schluffig, steinig, Kieselplatten

Jura

Malm Zeta 3, wζ3,D

- 2,60 m Dolomitstein

Bohrprofil 6 [7134BN0143]: Köschinger Forst, DB-Neubaustrecke Nürnberg-Ingolstadt BK 10.2/7

Lage: R 44 61 077, H 54 17 570, Ansatzhöhe: 465,95 m ü. NN

Kernbohrung 1992

Geologisches Profil (Aufnahme: Fa. IGI, 1992):

Quartär

Hangschutt, ,X,hg

- 0,50 m Schluff, tonig, schwach feinsandig
- 0,90 m Ton, schluffig, kiesig
- 1,60 m Ton, schluffig, sandig, kiesig
- 2,60 m Schluff, tonig, schwach fein- bis mittelsandig
- 3,30 m Schluff, tonig, schwach feinsandig
- 3,60 m Ton, schluffig, kiesig
- 5,10 m Ton, kiesig, schwach schluffig
- 7,50 m Ton, schluffig, kiesig, schwach feinsandig
- 10,30 m Schluff, mittelsandig, mittelkiesig, schwach tonig

Jura

Malm ?Zeta, wζ,,

- 16,00 m Kalkstein

Bohrprofil 7 [7134BN0519]: Keltenschanze, Flachbohrung 14

Lage: R 44 56 988, H 54 14 454, Ansatzhöhe: 472 m ü. NN

Kernbohrung 2000

Geologisches Profil (Aufnahme: M. KLEINSCHNITZ 2000):

Quartär

Lehm, umgelagert, ,L,u

- 0,60 m Ton, schluffig, schwach kiesig
- 1,20 m Schluff, mittelsandig, schwach tonig

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Sand, OSM,S

- 1,55 m Mittelsand, feinsandig, stark schluffig
- 2,65 m Schluff, tonig, mittelsandig
- 3,05 m Mittelsand, schluffig, tonig
- 3,65 m Mittelsand, stark kiesig, schluffig
- 4,05 m Mittelsand, stark schluffig, feinsandig
- 4,25 m Mittelsand, schwach tonig
- 4,55 m Feinsand

Bohrprofil 8 [7135BP0005]: Oberdolling, Forschungsbohrung

Lage: R 44 71 355, H 54 08 815, Ansatzhöhe: 411,00 m ü. NN

Kernbohrung: 1998

Geologisches Profil (Aufnahme: R. K. F. MEYER 1998):

Jura

Malm Zeta 3, w_{ζ3},

- 16,90 m Kalkstein, plattig (Plattenkalk) und Kalkstein, dünn gebankt, stark klüftig, beige
- 44,80 m Kalkstein, gebankt (Bankkalk), feinschuttführend, splitterig, beige

Malm Zeta 2, w_{ζ1+2}

- 47,00 m Kalkstein, blättrig bis plattig (Kalkschiefer, Plattenkalk), beige, bankig, feinschuttführend
- 59,80 m Kalkstein, dünnplattig bis blättrig (Kalkschiefer, Plattenkalke), mürbe oder hart, weiß bis grau
- 67,60 m Kalkstein, dünnplattig und bankig (Krumme Schiefer, Feinschuttbänke), teils kieselig, weiß
- 74,90 m Kalkstein, dünnplattig (Krumme Bänke, wenig Schiefer), Intraklasten, graubeige
- 82,40 m Kalkstein, dickbankig mit rauhen Schieferlagen, teilweise dünnplattig
- 88,10 m Kalkstein blättrig bis dünnbankig (Rauhe Schiefer, Dünnbänke und Feinschuttbank), graubeige, teils Spuren
- 91,50 m Kalksteinbank, Schuttbank, unten grob
- 96,00 m Kalkstein, gebankt, blättrig bis dünnplattig, grau

Malm Zeta 1, w_{ζ1+2}

- 99,60 m Kalkstein, dünnplattig-blättrig, bituminös (Bitumenschiefer, bituminöse Bänke), grau
 - 102,80 m Kalkstein, gebankt, bituminös (krumme mehlig Bänke), grau
 - 108,10 m Kalkstein, dickbankig, gleitgefaltet (Krumme Lage), weißgrau
 - 114,80 m Kalkstein, dünnbankig, grau bis schwarz, mit schwarzen Mergellagen
 - 119,00 m Kalkstein, feinschuttführend (Krumme Lage, Feinschuttbänke) hellgrau
 - 124,15 m Kalkstein, dünnplattig (rauhe Kalkschiefer), weißgrau bis grau
 - 128,40 m Kalkstein, dünnplattig bis schiefrig, krumme Bänke, grau
 - 136,25 m Kalkstein, dickbankig bis plattig (Bank- und Plattenkalke), grau, krumm, mit dünnen schwarzen Mergelschiefern
- #### **Malm Epsilon, w_ε,**
- 149,31 m Kalkstein, dünnbankig, teils krumm, dunkelgrau bis schwarz, mit dünnen schwarzen Mergelschiefer-Zwischenlagen
 - 156,30 m Kalkstein, feinwellig geschichtet (Latentschiefer), bituminös, feinschuttreich, hellgrau-braun
 - 170,00 m Kalkstein, gebankt, Fein- und Grobfossilschuttbänke, dunkelgrau, mit schwarzen Schieferlagen
 - 178,80 m Kalkstein aus Grobschutt mit Kieselknollen, Schwarzschiefer, gradiert, weiß- bis dunkelgrau

9 Bohrprofile

- 188,20 m Kalkstein, feingeschichtet (Feinschuttbänke) dunkelgrau, mit Bitumenschiefer-Lagen
- 193,00 m Feinschuttkalkstein, tuberolithisch, hellgrau, wenig Mergellagen
- 194,00 m Dolomitstein-Bank, feinkristallin, hellbraun, mit Kieselknollen

Malm Delta, wδ,,b und wδ,D,b

- 203,30 m Feinschuttkalkstein, diffus dolomitisch, tuberolithisch, grau, wenig Mergelzwischenlagen,
- 236,00 m Dolomitstein, tafelbankig, zuckerkörnig, löcherig, hellbraungrau

Bohrprofil 9 [7231BN0002]: Gansheim, Forschungsbohrung

Lage: R 44 24 850, H 54 05 000, Ansatzhöhe: 415,5 m ü. NN

Kernbohrung: 1988

Geologisches Profil: (Aufnahme: R. K. F. MEYER & H. SCHMIDT-KALER 1988; vgl. MEYER & SCHMIDT-KALER 1994):

Quartär

Künstliche Ablagerungen

- 1,50 m Auffüllung
- ##### **Malm Zeta 4**, wζ4
- 11,20 m Wechselfolge aus Kalkstein, plattig, braungrau, und Mergel, braun, feinstschichtig
 - 22,80 m Wechselfolge aus Kalkstein, gebankt, leicht mergelig, ockergrau, muschelrig brechend, und Mergel, ockerbraun, flaserig
 - 25,00 m Wechselfolge aus Kalkstein, mergelig, grau, feinstgeschichtet, und Mergel, dunkelgrau, feinstschichtig
- ##### **Malm Zeta 3**, wζ3,,
- 67,00 m Wechselfolge aus Kalkstein, schiefrig, dunkelgrau, und Kalkstein, plattig, grau, Rutschstrukturen, Feinschuttbänke
- ##### **Malm Zeta 2 b**, wζ1+2
- 74,74 m Kalkstein, gebankt, aus Fein- und Grobschutt, mit Gleitstrukturen
 - 83,88 m Kalkstein, schiefrig, feinlamelliert, wie oben, nach unten zunehmend dunkelbraun, bituminös
 - 95,68 m Kalkstein, schiefrig, und Kalkstein, gebankt, aus Feinschutt, bituminös, gleitgefaltet, eckige Hornsteinstücke
 - 97,50 m Kalkstein, schiefrig, lamelliert, bituminös, dunkelgrau
 - 100,25 m Kalkstein, schiefrig, und Kalkstein, gebankt, aus Feinschutt, gleitgefaltet
 - 117,20 m Kalkstein, schiefrig, grau, braun, bituminös, feinlamelliert
 - 119,50 m Kalkstein, schiefrig, gleitgefaltet
 - 132,23 m Kalkstein, schiefrig, grau, braun, feinlamelliert, und Kalkstein, gebankt, aus Feinschutt
 - 134,72 m Kalkstein, hell, aus Feinschutt, und Kalkstein, schiefrig, dünn, dunkel, feinlamelliert, durchwühlt
- ##### **Malm Zeta 2 a**, wζ1+2
- 150,60 m Wechselfolge aus Kalkstein, gebankt, ?feinschuttführend, rahmweiß bis weißgrau, und Mergel, schwarzbraun
 - 150,93 m Kalkstein, schiefrig, dunkelgraubraun
 - 154,00 m Wechselfolge aus Kalkstein, gebankt, z.T. leicht schuttführend, grau bis rahmweiß, und Mergel grau
 - 155,00 m Kalkstein, tuberolithisch, dolomitische Partien

Bohrprofil 10 [7232BB0015]: Neuburg, Sehensander Forst, Brunnen 12

Lage: R 44 36 575, H 53 96 955, Ansatzhöhe: 419,52 m ü. NN

Spülbohrung: 1988

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 1988):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 1,00 m Schluff, tonig, sandig, olivbraun, karbonatfrei, mit Quarz-, Dolomit- und Kalkstein-Bruchstücken (anthropogen?)
- 10,00 m Schluff, tonig, schwach feinsandig, karbonatisch, olivbraungrau
- 17,00 m Feinsand, schluffig, teils schwach tonig, karbonatisch, olivockerbraun, mit Schlufflinsen, feinsandig, tonig (bis hierher wenig Kies, vermutlich Nachfall)

Obere Süßwassermolasse, Limnische Untere Serie

- 21,00 m Abfolge aus Schluff, tonig, karbonatisch, olivgrau, über Feinsand, schwach schluffig, olivbraungrau, stark karbonatisch, über Schluff, feinsandig, stark karbonatisch, hellgrünlichgrau
- 29,00 m Schluff, wechselnd tonig, olivgrünlichgrau, z.T. Kalkstein-Knauern, unten mit Schluff, feinsandig, karbonatisch
- 43,00 m Schluff, wechselnd tonig, grünlichgrau bis olivgraubraun, lokal rötlichockerbraun, karbonatisch bis stark karbonatisch, z.T. humos, schwärzlichgrau, karbonatarm bis -frei, z.T. Schneckenschill, bei 30 m mit Kalkstein-Knauern
- 49,00 m Schluff, feinsandig bis stark feinsandig, grünlichgrau, karbonatisch, ab 47 m zunehmend tonig
- 53,00 m Schluff, schwach tonig bis tonig, grünlichgrau, olivbraun- bis rötlichbraunfleckig, z.T. humos, karbonatfrei, Schneckenschill
- 59,00 m Schluff, tonig, schwach feinsandig bis feinsandig, hellgrünlichgrau, oben mit Schluffstein, Schneckenschill
- 64,00 m Schluff, tonig, bis Ton, schluffig, hellbräunlich- bis hellgrünlichgrau, wechselnd karbonatisch, z.T. humos, schwärzlichgrau
- 68,50 m Schluff, stark tonig bis feinsandig, stark karbonatisch, hellolivgrünlichgrau, z.T. mit Ton/Schluff, humos, schwärzlichgrau, karbonatfrei
- 72,00 m Ton, stark schluffig, olivbraun bis olivgrüngrau, stark karbonatisch, bis Tonmergelstein

Obere Meeresmolasse

- 78,00 m Schluff, wechselnd tonig, feinsandig, hellgraugrün, glaukonitisch, stark karbonatisch, oben feinkiesig (Kalkstein-Gerölle, vermutlich Nachfall!)
- 81,00 m Feinsand, stark schluffig, bis Schluff, feinsandig, jeweils graugrün, glaukonitisch
- 84,00 m Feinsand, Mittelsand, schluffig, schwach tonig, dunkelgraugrün, glaukonitisch, bei 83 m mit Quarz-Graupen, tiefer auch Kalkstein-Bröckchen

Jura

Malm Zeta ?2–3, w_{ζ1}+2 und w_{ζ3}

- 91,00 m Kalkstein, bankig bis plattig, bräunlichweiß
- 105,00 m Mergelkalkstein, plattig bis bankig, hellgrau, mit Mergellagen?, hellgrau
- 123,00 m Kalkstein, plattig bis bankig, bräunlichweiß, selten Mergel, bräunlichweiß
- 128,00 m Kalkstein, plattig bis bankig, bräunlichgrau, zuoberst Kalkspat-Kluftfüllung
- 144,00 m Kalkstein bis Mergelkalkstein, z.T. schiefrig, bituminös, grau bis dunkelgrau, unten mit Mergel
- 152,00 m Mergelkalkstein, plattig bis bankig, bräunlichgrau, z.T. Mergel-Zwischenlagen?
- 165,00 m Mergelkalkstein bis Kalkmergelstein, teils schiefrig, bräunlichgrau und grau, mit Kalkstein, bräunlichweiß und Kalkspat-Kluftfüllung bei 159–160 m
- 173,00 m Kalkstein, grobspätig, z.T. fossilschuttführend
- 178,00 m Mergelkalkstein, z.T. schiefrig, z.T. bituminös, grau
- 189,00 m Mergelkalkstein, plattig bis bankig, grau bis bräunlichgrau, z.T. bräunlichweiß, körnig
- 201,00 m Mergelkalkstein, meist feingeschichtet, bituminös, grau, unten auch bräunlichweiß
- 209,00 m Kalkstein, körnig bis kreidig (Schuttkalk), hellbraungrau
- 212,00 m Kalkstein, plattig bis bankig, bituminös, dunkel- bis schwärzlichgrau

9 Bohrprofile

- 220,00 m Kalkstein, körnig bis kreidig (Schuttkalk), z.T. feingeschichtet, hellbraungrau

Bohrprofil 11 [7233BP0035]: Dünzlau, Grundwassermeßstelle 11162

Lage: R 44 50 810, H 54 04 140, Ansatzhöhe: 377,46 m ü. NN

Spülbohrung: 1989

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER & H. SCHMIDT-KALER 1989):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, ungegliedert (äquivalent Limnische Untere Serie), OSM

- 0,80 m Schluff, tonig, sandig, dunkelgraubraun, humos, glimmerführend, karbonatfrei (Mutterboden)
- 4,00 m Feinsand und Schluff, mittelsandig, glimmerführend, orangebraun bis grüngrau, lokal Kalkmergelstein-Knauern, bräunlichweiß, karbonatisch
- 5,50 m Schluff, tonig bis stark tonig, hellolivgrau, stark karbonatisch
- 8,30 m Schluff, schwach feinsandig und Schluff, stark tonig, hellbräunlichgrau bis olivgrau, stark karbonatisch, zuunterst Schluffstein
- 9,00 m Schluff, stark feinsandig, hellolivgrau, braunfleckig, stark karbonatisch
- 11,00 m Ton, schluffig bis stark schluffig, hellolivgraubraun bis helloliv
- 17,00 m Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig bis tonig, olivgrau, bräunlichgrau bis rötlichbraun, karbonatisch, z.T. auch Schluff/Ton, braunschwarz, humos
- 20,00 m Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig, glimmerführend, und Ton, schluffig, dunkelbraungrau bis dunkelbraun, karbonatfrei
- 23,00 m Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig, glimmerführend, olivgrau bis dunkelgrau, selten schwach humos, karbonatisch
- 29,00 m Probenverlust
- 32,00 m Schluff, stark tonig, hellgrünlichgrau, stark karbonatisch
- 35,00 m Schluff, schwach feinsandig bis feinsandig, tonig, glimmerführend, hellgraubraun, stark karbonatisch
- 38,00 m Schluff, stark tonig, stark humos, grauschwarz und Schluff, stark tonig bis feinsandig, graubraun, karbonatisch, Schneckenschalen
- 40,00 m Ton, stark schluffig bis Schluff, stark tonig, olivgrünlichgrau, stark karbonatisch
- 43,00 m Schluff, stark tonig bis tonig, olivgrünlichgrau bis graubraunfleckig
- 47,00 m Schluff, stark tonig bis Ton, stark schluffig, olivgrüngrau bis olivgrau, daneben Feinsand stark schluffig, glimmerführend
- 50,00 m Schluff, tonig, bräunlicholiv, z.T. schwach humos?, dunkelgrauoliv, stark karbonatisch
- 52,50 m Schluff, tonig, schwach humos?, glimmerführend, dunkelgrauoliv, karbonatisch
- 53,20 m Braunkohle, schwarz, feingeschichtet, karbonatfrei, Pflanzenreste
- 56,50 m Schluff, tonig bis stark tonig, hellolivgrünlichgrau, stark karbonatisch
- 58,80 m Braunkohle, schwarz, feinblättrig bis gagatisch

Jura

Malm ?Zeta, wč,,

- 60,50 m Dolomitstein-Bruchstücke und Schluff, sandig, schwach tonig, hellbräunlichgrau und hellolivgrüngrau (Karstbereich)
- 93,00 m Dolomitstein, hellbräunlichgrau, zerbohrt

Bohrprofil 12 [7234BB0161]: Ingolstadt, Thermalwasserbohrung Th 1

Lage: R 44 58 920, H 54 02 720, Ansatzhöhe: ca. 366 m ü. NN

Spülbohrung: 2002

Vorläufiges geologisches Profil (Aufnahme: U. HAFEN, Ingenieurbüro, & R. K. F. MEYER 2002):

-
- Quartär**
Künstliche Ablagerungen oder Auenablagerungen über Flußschotter, holozän, qh,G
- 3,00 m kein Probenmaterial
 - 8,00 m Kies, wechselnd sandig, bei 4–6 m mit Feinsand, alpine Gerölle
- Tertiär**
Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM
- 13,00 m Schluff, stark tonig, wechselnd feinsandig, schwach kalkig, grüngrau, zuoberst hellbeige, karbonatisch
 - 26,00 m Feinsand, schluffig, hellgrau, glimmerführend, unten Fein- bis Grobsand, schluffig, dunkelgrau, und Tonlagen mit kohligen Pflanzenresten
 - 50,00 m Schluff, stark tonig, wechselnd feinsandig, grüngrau, schwach karbonatisch, zuunterst mit kohligen Einlagerungen
 - 56,00 m Schluff, stark tonig, wechselnd feinsandig, grüngrau, schwach karbonatisch
 - 63,00 m Schluff, stark feinsandig, grüngrau, glimmerführend
 - 64,00 m Schluff, stark tonig, grüngrau
 - 69,00 m Braunkohle, schwarz
 - 74,00 m Ton, schluffig bis feinsandig, grüngrau, etwas karbonatisch
 - 76,00 m Braunkohle, schwarz
 - 82,00 m Tonmergel, schluffig, feinsandig, dunkelgrau, unter 80 m schwarz, schwach kohlig, mit Schneckenschalen
 - 92,00 m Ton, stark schluffig bis feinsandig, grüngrau, glimmerführend, karbonatisch, nach unten stark sandig
- Jura**
Malm Delta bis Zeta
- 337,00 m Dolomitstein, meist grobkristallin, grau bis hellbeige, unten z.T. dunkelfleckig, selten etwas löcherig, kaum organische Strukturen, bei 125 m Schalenreste (Muscheln?), bei 148 m Kluftfüllung (Ton, grün), bei 233 m Pyrit-Anflug
- Malm Gamma, $w\gamma$,,**
- 346,00 m Kalkstein, gebankt, glatt, hellbeige, ohne Tubiphyten
 - 366,00 m Kalkstein, gebankt, glatt, grau, bei 362 m Malm-Gamma-Ammonit, bei 365 m mit Mergellagen, feingeschichtet, dunkel, wechselnd mächtig
- Malm Alpha und Beta, $w\alpha+\beta$,,**
- 393,00 m Kalkstein, gebankt, glatt, hellgrau, bei 371 m und 375 m mit Mergelplättchen, dunkel, feingeschichtet
 - 408,00 m Kalkstein, gebankt, dunkelgrau
 - 413,00 m Kalkstein, gebankt mit Mergelkalkeinschaltungen, dunkel
 - 423,00 m Kalkstein, gebankt, hart, dunkelgrau, wenig Mergelkalk
 - 427,00 m Mergelkalk, dunkelgrau
 - 431,00 m Mergel, grau
- Dogger Zeta (Ornatenton), $b\gamma-\zeta$**
- 439,00 m Mergel, bis 433 m dunkelgrau, dann feinsandig bis schluffig, schwarz
- Dogger Gamma–Epsilon (Eisenoolithkalk), $b\gamma-\zeta$**
- 443,00 m Mergel unten grobsandig bis sandig, wechselnd dunkelbraun bis braungrau, mit Eisenooiden
- Dogger Gamma (Kalksandstein), $b\gamma-\zeta$**
- 450,00 m Kalksandstein, mittelgrob, graubraun, bei 449 m kleine Pectiniden
- Dogger Beta (Eisensandstein mit Disciteston), $b\beta$**
- 455,00 m Ton, stark feinsandig, schwarz, unten weniger Sand
 - 473,00 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, grau bis hellbraun, schwach karbonatisch, unter 473 m mit Toneinlagerungen, dunkel

9 Bohrprofile

- 480,00 m Sandstein, z.T. grobkörnig, hellbeige bis hellgrau, bei 479–480 m Eisenooide
Lias Epsilon–Dogger Alpha (Opalinuston)
- 553,00 m Mergelton, schwarz, bis 483 m feinsandig, mit Toneisensteingeoden und -lagen z. B. bei 503 m
- 554,00 m Mergelkalk, feingeschichtet, schwarz, mit feinsten, hellen Schalenresten, Fischeschuppen, Glimmerschüppchen (Lias Epsilon)
Trias–Lias ?Gamma
- 555,00 m Grobsandstein, weißgrau
- 628,00 m Sandstein, fein- bis grobkiesig, weißgrau bis rötlich, mit Tonlagen
Präkambrium bis Paläozoikum
Kristallines Grundgebirge
- 650,00 m Biotitgneis, dunkel bis rötlich verwittert

Bohrprofil 13 [7235BP0355]: Manching Flugplatz, Grundwassermessstelle

Lage: R 44 67 125, H 53 97 850, Ansatzhöhe: 362,5 m ü. NN

Spülbohrung: 2000

Geologisches Profil (Aufnahme: J. WIERER 2000):

Quartär

Älterer Mündungsschwemmfächer der Paar?, W,G

- 1,00 m Feinsand, schluffig, schwach kiesig, dunkelgraubraun, humos (anthropogen?, Mutterboden)

Schmelzwasser- oder Flußschotter, wärmzeitlich (Niederterrasse), W,G

- 2,00 m Fein- bis Mittelsand, grobsandig, kiesig, grau, stark karbonatisch
- 10,00 m Kies, wechselnd sandig, grau, stark karbonatisch, zuunterst Fein- bis Mittelkies, sandig

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollsotter-Abfolge (äquivalent Fluviale Untere Serie), miNV

- 11,00 m Fein- bis Mittelsand, hellbraungrau, glimmerführend, stark karbonatisch
- 33,00 m Schluff, wechselnd tonig bis feinsandig, grau, karbonatisch bis stark karbonatisch
- 35,00 m Feinsand, stark schluffig, schwach tonig, grau, glimmerführend, karbonatisch
- 40,00 m Schluff, wechselnd feinsandig, wechselnd tonig, grau, z.T. graubraun, karbonatisch, bei 40 m Kalkmergel-Konkretionen
- 45,00 m Feinsand, oben mittelsandig, grau bis bräunlichgrau, glimmerführend, unten stark schluffig, mit Tonmergel-Geröllen
- 56,00 m Wechselfolge grau, z.T. braunfleckig, glimmerführend, karbonatisch, aus Feinsand, schluffig bis Schluff, feinsandig, schwach tonig, bei 50–52 m Braunkohle-Fragmente

Obere Süßwassermolasse, Limnische Untere Serie

- 70,00 m Wechselfolge grau, glimmerführend, karbonatisch, aus Schluff, feinsandig bis tonig, oben auch Feinsand, schwach schluffig, bei 56–62 m Braunkohle-Fragmente

- 71,00 m Braunkohle und Schluff, grau

Süßbrackwassermolasse, Kirchberger Schichten

- 79,00 m Schluff, wechselnd tonig, wechselnd feinsandig, grau, karbonatisch, bei 75–77 m Braunkohle-Fragmente

- 80,00 m Braunkohle und Schluff, grau, Mikrofauna der unteren Kirchberger Schichten

- 89,00 m Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, nach unten tonig, stark feinsandig, grau, z.T. braunfleckig, karbonatisch

Süßbrackwassermolasse, Grimmelfinger Schichten (Graupensand-Deckschichten)

- 91,00 m Feinsand, stark schluffig, grau, glimmerführend, karbonatisch

- 92,00 m Braunkohle und Sand, schluffig, fein- bis mittelkiesig (Quarz)

-
- 96,00 m **Süßbrackwassermolasse, Grimmelfinger Schichten (Graupensand)**
Fein- bis Mittelkies (Quarz), sandig, graublau
 - Jura**
 - 98,00 m **Malm-Karstfüllungen oder Schuttbildungen**
Ton- bis Schluffstein, karbonatisch bis schwach karbonatisch sowie Kalk- und Dolomitstein-Fragmente
 - 102,20 m Kalkstein, weißgrau bis grau
 - 103,00 m Ton, schwach schluffig, schwach sandig, grünbraun, mit Kalkstein-Fragmenten
 - Malm ?Zeta, w_ζ,**
 - 160,00 m Kalkstein, weißgrau bis grau, 121–135 m, 142–149 m und 151–160 m teilweise verkarstet

Bohrprofil 14 [7236BN0373]: Kieserkundung GLA 99 / B 30
Lage: R 44 76 200, H 54 04 200, Ansatzhöhe: 352,50 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: A. DOBNER 1999):

- Quartär**
- Auen- oder Bachablagerungen, „f**
- 4,00 m Kies, sandig
- 6,60 m Kies, sandig, schwach steinig
- Tertiär**
- Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM**
- 6,80 m Schluff, kiesig, sandig
- 7,20 m Ton, schluffig, schwach feinsandig
- 7,60 m Ton, schluffig
- 7,90 m Ton, schluffig, feinsandig
- 8,00 m Feinsand, schluffig

Bohrprofil 15 [7236BP0043]: Pegel Neustadt 227
Lage: R 44 75 670, H 54 03 100, Ansatzhöhe: 353,73 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: NN 1982):

- Quartär**
- Auen- oder Bachablagerungen, „f**
- 0,70 m Schluff, sandig
- 2,20 m Mittelsand, stark feinsandig
- 4,60 m Sand
- 6,30 m Kies, sandig
- Tertiär**
- Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM**
- 6,80 m Schluff, sandig, schwach tonig

Bohrprofil 16 [7236BP0094]: Pegel Neustadt 225
Lage: R 44 75 520, H 54 03 490, Ansatzhöhe: 353,81 m ü. NN
Geologisches Profil (Aufnahme: NN 1982):

- Quartär**
- Auen- oder Bachablagerungen, „f**
- 1,50 m Schluff, Sand
- 5,50 m Schluff, Sand, tonig

9 Bohrprofile

- 8,50 m Kies, sandig
Tertiär
Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM
- 9,00 m Schluff, sandig, schwach tonig

Bohrprofil 17 [7332BB0002]: Burgheim, Fa. Brassler, Brunnen 2
Lage: R 44 26 890, H 53 95 960, Ansatzhöhe: 403,62 m ü. NN
Spülbohrung: 1996
Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER & J. WIERER 1999):

Quartär

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, ?rißzeitlich (Hochterrasse), R,G

- 0,40 m Schluff, stark sandig, sehr schwach kiesig, dunkelgraubraun, schwach humos, karbonatfrei (Mutterboden)
- 1,00 m Sand, schluffig, tonig, schwach kiesig, dunkelbraun, karbonatfrei
- 14,40 m Kies, sandig bis stark sandig, bräunlichgrau, sehr stark karbonatisch, (Geröllbestand: Karbonate, selten Kristallin oder Quarzgraupe), unterhalb 8,30 m feucht (Grundwasserspiegel?)

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 15,40 m Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, grau, braunfleckig, glimmerführend, schwach karbonatisch, mit Ton/Schluff-Bröckchen
- 26,80 m Abfolge, karbonatisch, aus Schluff, schwach tonig, graubraun, über Schluff, tonig, feinsandig, grau bis braun, z.T. rötlichbraun, über Feinsand, schluffig, grau, glimmerführend

Obere Süßwassermolasse, Limnische Untere Serie

- 49,10 m Wechselfolge aus Schluff, tonig bis stark tonig, schwach feinsandig bis feinsandig, grau bis olivbraun, karbonatisch bis stark karbonatisch, z.T. humos, schwärzlichgrau
- 55,30 m wie 49,10 m, nach unten zunehmend Feinsand, schluffig, grau, glimmerführend, karbonatisch
- 75,30 m Schluff, tonig bis stark tonig, grau, z.T. braun- bis rötlichbraunfleckig, stark karbonatisch, seltener Ton, stark schluffig, schwärzlichgrau, humos, karbonatfrei, 62,40–66,40 m mit blättriger Braunkohle, schwarz
- 80,00 m Schluff, tonig, nach unten zunehmend Feinsand, stark schluffig, hellolivgrau, glimmerführend, stark karbonatisch

Süßbrackwassermolasse, Kirchberger Schichten

- 92,80 m Abfolge, stark karbonatisch, aus Ton, stark schluffig, bräunlichgrau, rötlichbraunfleckig, über Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, grau, über Schluff, schwach tonig, feinsandig, grünlichgrau, 85,80–88,80 m mit Resten von Brackwasserfischen und –muscheln

Süßbrackwassermolasse, Grimmelfinger Schichten (Graupensand-Deckschichten)

- 100,80 m Abfolge, glimmerführend, karbonatisch, aus Schluff, stark feinsandig, grau über Feinsand, schluffig, z.T. schwach fein- bis mittelkiesig (Quarz), 94,8–97,8 m mit Molluskenschalenresten, weiß

Süßbrackwassermolasse, Grimmelfinger Schichten (Graupensand)

- 122,60 m Abfolge, meist karbonatarm, aus Sand, schwach fein- bis mittelkiesig, grau, bis Feinkies, schwach mittelkiesig (Quarz), sandig, grau, 109,8–117,2 m karbonatisch, mit Ton/Schluff-Bröckchen, humos und Molluskenschalenresten, weiß

Jüngere Untere Süßwassermolasse

- 125,80 m Schluff, tonig, schwach sandig, dunkelockerbraun bis hellgrau, stark karbonatisch, oben mit Sand (Nachfall?)

Bohrprofil 18 [7332BN0039]: Längloh, Kieserkundung 1998, RIQ 74

Lage: R 44 32 200, H 53 93 560, Ansatzhöhe: 468 m ü. NN

Kernbohrung: 1998

Geologisches Profil (Aufnahme: S. WAGNER 1998, Deutung: D. JUNG 2001):

Quartär

Löß und Decklehm, ,Lo(l)

- 0,60 m Schluff, tonig, schwach feinsandig, steif bis halbfest, dunkelbraun
- 3,40 m Schluff, feinsandig, karbonatisch, steif, hellbraun
- 5,10 m Ton bis Schluff, schwach feinsandig bis feinsandig, karbonatfrei, steif, grau bis rotbraun, bis 3,7 m schwach kiesig (Hochflutablagerungen?)
- 9,10 m Feinsand, Mittelsand, schluffig, tonig, grau
- 10,00 m Ton, feinsandig, mittelsandig, halbfest, braungrau

Bohrprofil 19 [7332BN0041]: Eschling, Kieserkundung 1998, RIQ 76

Lage: R 44 28 670, H 53 93 240, Ansatzhöhe: 458 m ü. NN

Kernbohrung: 1998

Geologisches Profil (Aufnahme: S. WAGNER 1998, Deutung: D. JUNG 2001):

Quartär

Löß und Decklehm, ,Lo(l)

- 4,50 m Abfolge aus Schluff, feinsandig bis stark feinsandig, karbonatisch, über Schluff, feinsandig, schwach tonig bis tonig, karbonatfrei
- 9,70 m **Fluß- oder Schmelzwasserschotter, donauzeitlich (Unterer Deckschotter), D,G**
Kies, sandig, schwach steinig, rostbraun bis gelbbraun, oben stark verwittert/verlehmt
- 12,00 m **Tertiär**
Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF
Schluff, tonig, schwach feinsandig, gelbbraun, olivbraun, stellenweise leicht mergelig

Bohrprofil 20 [7332BN0042]: Wengen, Kieserkundung 1998, RIQ 77B

Lage: R 44 27 890, H 53 91 510, Ansatzhöhe: 466 m ü. NN

Kernbohrung: 1998

Geologisches Profil (Aufnahme: S. WAGNER 1998, Deutung: D. JUNG 2001):

Quartär

Löß und Decklehm, ,Lo(l)

- 1,50 m Schluff, stark feinsandig, karbonatisch, braun
- 10,40 m Abfolge aus Schluff, feinsandig bis stark feinsandig, schwach tonig bis tonig, karbonatfrei
- 15,50 m **Fluß- oder Schmelzwasserschotter, donauzeitlich (Unterer Deckschotter), D,G**
Kies, sandig, rötlichbraun
- 19,00 m **Tertiär**
Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF
Wechselfolge aus Fein- bis Mittelsanden, karbonatisch, glimmerführend, und Ton- bis Schluffmergel

Bohrprofil 21 [7332BN0046]: Klingsmoos, Ausbau St 2049, B 7

Lage: R 44 37 552, H 53 86 471, Ansatzhöhe: 385,26 m ü. NN

Kernbohrung: 1992

Geologisches Profil (Aufnahme: NN, Deutung: D. JUNG 2001):

9 Bohrprofile

Quartär

Niedermoortorf, ,Hn

- 4,40 m Torf, dunkelbraun

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 6,00 m Sand, schwach schluffig, grau, glimmerführend

Bohrprofil 22 [7332BN0050]: Burgheim, Alte Illdorfer Str., B 2

Lage: R 44 28 010, H 53 95 835, Ansatzhöhe: 411,57 m ü. NN

Kernbohrung: 1999

Geologisches Profil (Aufnahme: Fa. Aumann, Deutung: D. JUNG 2001):

Quartär

Lehm, umgelagert, ,L,u

- 1,30 m Sand, stark schluffig, schwach tonig

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, ?günz- bis mindelzeitlich (Zwischenterrassen),

qpa,G

- 5,60 m Kies, stark sandig, schwach schluffig, teilweise schwach steinig

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 8,00 m Wechselfolge aus Feinsand, karbonatisch und Ton- bis Schluffmergel

Bohrprofil 23 [7332BN0085]: GLA-Bohrung 31 07/01

Lage: R 44 27 310, H 53 94 005, Ansatzhöhe: 430 m ü. NN

Kernbohrung: 2001

Geologisches Profil (Aufnahme: J. WIERER & D. JUNG 2001):

Quartär

Fluß- oder Schmelzwasserschotter, ?günz- bis mindelzeitlich (Zwischenterrassen),

qpa,G

- 2,20 m Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, oben schwach tonig (verwittert/verlehmt), karbonatfrei, schwach glimmerführend, dunkelorangebraun bis dunkelorangebraun, stark Fe-schüssig, Quarzgerölle

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 2,80 m Feinsand, schwach mittelsandig, karbonatfrei, glimmerführend, hellockergraubraun, orangebraunfleckig, vereinzelt Mergelgerölle

Bohrprofil 24 [7332BN0108]: GLA-Bohrung 54 07/01

Lage: R 44 29 185, H 53 86 475, Ansatzhöhe: 481 m ü. NN

Kernbohrung: 2001

Geologisches Profil (Aufnahme: J. WIERER & D. JUNG 2001):

Quartär

Lößlehm und Decklehm, ,Lo(l)

- 1,90 m Schluff, tonig, schwach feinsandig

- 5,20 m Wechselfolge, karbonatfrei, aus Schluff, feinsandig, schwach kiesig und Mittelsand, schwach feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, orangebraun bis hellolivgrau, sehr schwach bis schwach glimmerführend, (Hochflutablagerungen?)

Bohrprofil 25 [7332BN0191]: GLA-Bohrung 144 09/01

Lage: R 44 36 100, H 53 89 225, Ansatzhöhe: 387,5 m ü. NN

Kernbohrung: 2001

Geologisches Profil (Aufnahme: J. WIERER 2001):

Quartär

Talfüllung, polygenetisch, z.T. Schwemmfächerablagerungen, „ta

- 1,60 m Wechselfolge, karbonatisch, aus Feinsand und Ton bis Schluff, basal Kies

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 2,20 m Wechselfolge aus Tonmergel und Feinsand, karbonatisch

Bohrprofil 26 [7332BP0035]: Ehekirchen/Hollenbach, Forschungsbohrung (RIL 1/99)

Lage: R 44 35 603, H 53 92 095, Ansatzhöhe: 408,43 m ü. NN

Kern- und Spülbohrung: 1999

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER, R. K. F. MEYER & J. WIERER 1999):

Quartär

Künstliche Auffüllung

- 2,65 m Mergel über Bauschutt

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 17,58 m Feinsande, wechselnd mittelsandig, schluffig, braun bis braungrau, selten Kalksandstein-Lagen

Obere Süßwassermolasse, Linnische Untere Serie

- 57,49 m Mergel-Feinsand-Wechselfolge, grau, vereinzelt humos
- 83,80 m Mergel-Wechselfolge, grau, mit Schluff-Feinsand- und humosen Ton-Einschaltungen
- 91,02 m Mergel-Wechselfolge, grau, mit humosen Ton- und 2 Braunkohlelagen (83,80–84,00 m, 87,45–87,88 m)

Süßbrackwassermolasse, Kirchberger Schichten

- 108,17 m Mergel-Wechselfolge, grau bis braungrau, fossilreich, tiefer Feinsand-Einschaltungen

Süßbrackwassermolasse, Grimmelfinger Schichten (Graupensand-Deckschichten)

- 114,74 m Fein- bis Mittelsande mit gelegentlichen Schluffmergel-Einschaltungen, z.T. humos, grau

Süßbrackwassermolasse, Grimmelfinger Schichten (Graupensand)

- 126,50 m Quarz-Kiessand-Folge, grau (weitgehend durch Spülung ausgewaschen)
- 129,00 m Mittelsand-Feinsand-Folge, z.T. feinkiesig, grau

Obere Meeresmolasse, ?Neuhofener Schichten

- 134,32 m Abfolge aus Schluff-, Ton- und Sandmergeln mit Feinsand-Einschaltungen, pyritreich, fossilführend

Kreide oder Tertiär

Schutzfelsschichten oder Untere Süßwassermolasse

- 140,66 m Wechselfolge aus Ton, Kalkstein und Grobsand, feinkiesig
- 147,33 m Ton, sandig bis stark grobsandig, schwach schluffig, basal Ton, bunt, graugrün bis grau-violett

Malmzersatz

- 148,55 m Ton, grobsandig bis feinkiesig, Kalksteinschutt-führend, graugrün

Jura

Malm Epsilon bis Zeta, we+ζ,,m

- 158,10 m Kalkstein, weiß, dicht bis leicht mehlig, massig, z.T. rekristallisiert, z.T. oolithisch, und Kalksteinschutt, mit Karstfüllungen aus Ton, vereinzelt sandig, graugrün

9 Bohrprofile

- 168,00 m Kalkstein, weiß, leicht mehlig, aus Feinschutt, mit Karstfüllungen aus Ton, grün
- 177,00 m Kalkstein, massig, hellbräunlich, zuckerkörnig, von 170–172 m mit Karstfüllung aus Ton, grün
- 183,00 m Kalkstein, dolomitisiert, hellgrau, zuckerkörnig bei 181 m stark dolomitisiert
- 184,00 m Kalkstein, mit Karstfüllung aus Tonmergel, hellgrünlichgrau
- 188,00 m Kalkstein, grau, dolomitisiert, zuckerkörnig, vereinzelt Kieselknollen, bei 186 m Pyrit-führend, von 187,4–187,7 m Karstfüllung aus Quarz-Feinkies
- 218,00 m Kalkstein, massig, z.T. dolomitisiert, grau, wechselnd zuckerkörnig, z.T. Pyrit-führend, von 195–196 m Karstfüllung aus Quarz-Grobsand, geröllführend, ab 216,5 m Karst-Kluft-System (Spülungsverlust)

Bohrprofil 27 [7334BB0024]: Deimhausen, Versuchsbohrung Brunnen 2, Grundwassermeßstelle

Lage: R 44 55 085, H 53 87 810, Ansatzhöhe: 412,60 m ü. NN

Spülbohrung: 1996

Geologisches Profil (Aufnahme: TH. PÜRNER & G. DOPPLER 1996):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Geröllsandserie, miGS

- 0,60 m Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, vereinzelt Fein- bis Mittelkies, graubraun, karbonatfrei (Mutterboden)
- 5,50 m Abfolge, karbonatfrei, braun, aus Fein- bis Mittelkies (Quarz), wechselnd sandig, über Sand, fein- bis mittelkiesig
- 15,50 m Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, graubraun, glimmerführend, sehr schwach karbonatisch, 7,0–8,0 m Ton- und Kalkmergel-Bröckchen

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 17,50 m Ton, schluffig, braun bis grau, karbonatisch
- 40,00 m Fein- bis Mittelsand, hellbraungrau bis hellgraubraun, glimmerführend, karbonatisch, vereinzelt Feinkies-Gerölle (Quarz), Tonmergel-Bröckchen oder Muschelschalenreste, oben Feinsand, schluffig, schwach karbonatisch
- 43,00 m Schluff, stark tonig, hellgrau, sehr stark karbonatisch
- 64,50 m Fein- bis Mittelsand, hellgraubraun, glimmerführend, schwach karbonatisch, z.T. Tonmergel-Bröckchen, oben Feinsand, schluffig, karbonatisch
- 65,00 m Ton und Schluff, schwach feinsandig, dunkelolivbraun, karbonatisch, lokal humos
- 74,00 m Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, hellbraungrau, glimmerführend, karbonatisch, z.T. Tonmergel-Bröckchen, oben Feinsand, schluffig

Obere Süßwassermolasse, Limnische Untere Serie

- 87,50 m Ton, schluffig bis stark schluffig, z.T. hellgrau, stark karbonatisch, z.T. karbonatfrei, graubraun oder schwärzlichgrau, humos
- 93,50 m Abfolge, hellbraungrau, glimmerführend, karbonatisch, aus Schluff, feinsandig, schwach tonig, über Feinsand, schluffig
- 99,50 m Abfolge, hellgrau, stark karbonatisch, aus Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, über Schluff, schwach tonig, feinsandig, glimmerführend
- 107,00 m Abfolge, olivgrau, glimmerführend, karbonatisch, aus Feinsand, schluffig, über Feinsand, schwach mittelsandig
- 134,50 m Wechselfolge aus Schluff, tonig, schwach feinsandig, hellgrau, stark karbonatisch, bis Ton, schluffig, z.T. dunkelgrau, humos bei 107–110 m und 111–114 m, mit Lagen aus Feinsand, schluffig bei 110–111 m, 114–115 m und 119–120 m, und Beteiligung von Schluff, feinsandig bei 120–134,5 m

Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergelserie (Kalkmergelige Abteilung)

- 145,00 m Wechselfolge, aus Schluff, schwach tonig, feinsandig, meist hellgrau, stark karbonatisch,

-
- bis Ton, stark schluffig, schwach feinsandig, meist braun, bei 143–145 m dunkelgrau-braun, schwach humos, hier karbonatfrei, daneben mit mehreren Kalkmergel- bis Mergelkalkstein-Einlagerungen, grau- bis bräunlichweiß
- Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergelserie (Sandige Abteilung)**
- 162,00 m Wechsellagerung aus Schluff, tonig, feinsandig, bis Feinsand, mittelsandig, schluffig, hellgrau, karbonatisch, unten z.T. dunkelgraubraun, humos, karbonatarm
- Obere Meeressmolasse, Glaukonitsande und Blättermergel**
- 189,00 m Wechsellagerung, hell- bis dunkelolivgrau, glimmerführend, teils glaukonitführend?, sehr schwach bis schwach karbonatisch, aus Feinsand, mittelsandig, schluffig, bis Schluff, feinsandig, schwach tonig, bei 185–187,5 m schwärzlichbraun, humos, nur oben auch Mittelsand, grobsandig
- Obere Meeressmolasse, Baltringer Horizont**
- 190,00 m Sand, schluffig, schwach feinkiesig, olivgrau, Austernschalenreste
- Obere Meeressmolasse, Neuhofener Schichten**
- 203,00 m Wechsellagerung, mittelgrau, glimmerführend, stark karbonatisch, aus Schluff, schwach tonig, feinsandig, bis Schluff, tonig, schwach feinsandig

Bohrprofil 28 [7334BN0017]: Schußpunktbohrung 182
 Lage: R 44 59 704, H 53 92 449, Ansatzhöhe: 373 m ü. NN
 Geologisches Profil (Aufnahme: NN, Fa. Geomechanik, 1964):

- Quartär**
Flugsand, „S,a
- 3,00 m Mittelsand
- Flußschotter, wärmzeitlich (Nieder- bis Spätglazialterrasse), W,G**
- 12,00 m Kies, sandig

Bohrprofil 29 [7334BN0044]: Schußpunktbohrung 130
 Lage: R 44 62 549, H 53 91 815, Ansatzhöhe: 374,20 m ü. NN
 Geologisches Profil (Aufnahme: NN, Fa. Geomechanik, 1964):

- Quartär**
Jüngerer Mündungsschwemmfächer, „f
- 1,00 m Schluff, schwach tonig, schwach sandig
 - 5,00 m Kies
- Tertiär**
Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM
- 10,00 m Ton
 - 15,00 m Sand

Bohrprofil 30 [7334BN0124]: Dillingen 1, Kohlenwasserstoff-Explorationsbohrung
 Lage: R 44 59 460, H 53 86 180, Ansatzhöhe: 393,50 m ü. NN
 Spül- und Kernbohrung: 1959
 Geologisches Profil (Aufnahme: HAGENMEYER, Gewerkschaft Brigitta 1960):

- Tertiär**
Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF
- 1,00 m Kies, sandig, braun, verlehmt (Mutterboden)
 - 2,00 m Feinsand, glimmerführend, hellgrünlichgrau, z.T. mergelig

9 Bohrprofile

- 30,00 m Kies und Sand, Mergelinschaltungen, hellgrau, glimmerführend, ab 26 m wenig Molluskenschill
- 58,00 m Tonmergel, fein- bis mittelsandig, mit Übergängen zu Sandmergel, hellgrüngrau, glimmer- und pyritführend, durchgehend Rhizosolenien (Wurzelröhren) und wenig Schill, bei 38 m Lignit (Braunkohle?)
- 68,00 m Tonmergel, hellgrüngrau, daneben Fein- bis Mittelkies (Quarz)
Obere Süßwassermolasse, Limnische Untere Serie
- 72,00 m Tonmergel bis Ton, grünlichgrau, z.T. humos oder Kohletoneinschaltungen, dunkelgrau, mit Schill
- 92,00 m Mergelton, fein- bis mittelsandig, hellgrünlichgrau, mit Übergängen zu Sandmergel(stein), hellgrau, vereinzelt Kies, wie oben (Nachfall?)
Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergel-Serie (Kalkmergelige Abteilung)
- 142,00 m Mergelton, hellgrünlichgrau, mit Kohlekörnchen und Schill, daneben Kalkmergel(stein), feinsandig, weißgrau bis hellgrau, mit Übergängen zu Sandkalkstein, an der Basis Feinkies und Grobsand
Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergel-Serie (Sandige Abteilung)?
- 187,00 m Fein- bis Mittelsand, glaukonitisch, mit Mergeltoneinschaltungen, mittelgrau, teilweise humos, glimmerreich, vereinzelt Schalenrümmer
Obere Meeresmolasse, Glaukonitsande und Blättermergel
- 198,00 m Sandmergel, mittelgrau bis grünlichgrau, z.T. glaukonitisch, Grobsand- bzw. Feinkies-Einschaltungen, Matrix aus feinsandigem Mergel, stark glaukonitführend, viele Molluskenschalenreste (vor allem bei 192 m)
Obere Meeresmolasse, Neuhofener Schichten
- 216,00 m Sandmergel, hell- bis mittelgrau, wenig Glaukonit
- 224,00 m Tonmergel, dunkelgrünlichgrau, glaukonitführend, mit Mittelsand-Einschaltungen
- 228,00 m Mergelton, feinsandig, gelbgrau und grüngrau, glaukonitführend, bei 225 m Molluskenschalenrümmer
- 232,00 m Feinsand, grünlichgrau, stark glaukonitführend, mit geringen Tonmergeleinschaltungen, feinsandig, grünlichgrau, glimmer-, glaukonit- und pyritführend
Jüngere Untere Süßwassermolasse
- 270,00 m Mergelton, z.T. feinsandig, ockerbraun bis grünlichgrau, glimmer- und pyritführend, mit grobsandigen Rhizosolenien (Wurzelröhren), geringmächtige Feinsand-Einschaltungen, bei 248 m Konglomerat aus Quarzgeröllen, bei 250 m Kalkstein, mit Molluskenresten, 246–260 m brackisch-marine Foraminiferen
Jüngere Untere Brackwassermolasse, Obere Cyrenenschichten
- 283,00 m Tonmergel, nach unten zunehmend feinsandig, hell- bis mittelgrau
- 301,00 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, mergelig gebunden, mittelgrau, glimmerreich, teilweise schwach glaukonitführend, Kernverlust bei 287–289 m und 292–295 m
- 301,10 m Konglomerat, (Grobsand, feinkiesig), glaukonitführend, wenig Kohlekörnchen
Ältere Untere Süßwassermolasse
- 303,00 m Kalkstein (Süßwasserkalk), weißgrau, z.T. mergelig, kavernös, durch Ton- und Pyritstaub marmoriert, bis Mergelkalkstein, schwach fein- bis mittelsandig, weißlichgrau, z.T. grünstichig, mit Feinsandgehalt, auch Trümmerkalkstein, z.T. Kernverlust
- 326,00 m Ton, Tonstein, feinsandig, schwach karbonatisch, rötlichviolett bis gelblichgrau oder mittelgrau, pyritreich, z.T. mit geringmächtigen Feinsandlinsen, sowie Tonmergel, schwach feinsandig, grünlichgrau, ockerbraun, weißgrau, teilweise stärker glaukonitisch, mit geringen Sandsteinlagen, mehrfach Kernverlust
Ältere Untere Brackwassermolasse, Untere Cyrenenschichten
- 332,00 m Ton, schwach sandig, mittelgrau, mit Pyritkristallen, Molluskenschill und Foraminiferen

-
- Ältere Untere Meeressmolasse** oder (zeitlich äquivalent) **Ältere Untere Brackwassermolasse**
- 336,00 m Ton, schwach kiesig, bunt, und Kalkstein, bräunlichgrau, mit rekristallisierten Fossilresten und Pyritschnüren
 - 415,00 m Ton, stark sandig, hellgrau, z.T. gelb- und braunstichig, stark glimmer- und pyritführend
 - 440,00 m Sand, stark tonig, ab 432 m stark feinkiesig, grau, z.T. ockerbraun gefleckt
- Ältere Untere Meeressmolasse** oder **Kreide**
- 470,00 m Ton, stark sandig, ockerbraun, grüngrau, rötlichviolett, daneben Kalkstein, stark dolomitisch, hellbraungrau, mit wenig Tonstein- und Kalkmergel-Einschaltungen, wenig Kies wie oben
- Jura**
- Malm ?Zeta, w_ζ,**
- 482,00 m Kalkmergel, weißgrau und hellgrau, und Kalkstein, dolomitisch, hell- bis mittelgrau, z.T. kavernös, grobkristallin, zuunterst schwach tonig, hellbräunlichgrau, pyritführend
 - 485,00 m Kernverlust

Bohrprofil 31 [7334BN0242]: DB ABS IN-M BK 18
 Lage: R 44 60 023, H 53 95 694, Ansatzhöhe: 369,25 m ü. NN
 Kernbohrung: 1992
 Geologisches Profil (Aufnahme: Fa. Eder 1992):

- Quartär**
- Älterer Mündungsschwemmfächer, W,G**
- 1,30 m Feinsand, schluffig, feinkiesig
 - 1,60 m Schluff, feinsandig
- Flußschotter, würmzeitlich (Nieder- bis Spätglazialterrasse), W,G**
- 6,00 m Kies, sandig

Bohrprofil 32 [7334BN0250]: DB ABS IN-M BK 1/98
 Lage: R 44 60 335, H 53 93 016, Ansatzhöhe: 373,27 m ü. NN
 Kernbohrung: 1998
 Geologisches Profil (Aufnahme: Fa. Kling 1998):

- Quartär**
- Älterer Mündungsschwemmfächer, „f**
- 1,30 m Schluff, schwach sandig
 - 2,10 m Feinsand, mittelsandig, schluffig
 - 5,80 m Sand, feinkiesig, schwach schluffig
- Flußschotter, würmzeitlich (Nieder- bis Spätglazialterrasse), W,G**
- 12,70 m Kies, sandig, schwach schluffig
- Tertiär**
- Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM**
- 13,30 m Schluff

Bohrprofil 33 [7334BP0018]: Freinhausen Deponie B 7
 Lage: R 44 57 510, H 53 90 630, Ansatzhöhe: 396,98 m ü. NN
 Kernbohrung: 1988
 Geologisches Profil (Aufnahme: NN 1988):

9 Bohrprofile

Quartär

Sand, umgelagert, „S,u

- 2,70 m Sand, stark schluffig
- 3,00 m Sand, schwach kiesig, schwach schluffig

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM

- 9,00 m Sand, schwach schluffig
- 14,00 m Sand, Schluff

Bohrprofil 34 [7334BP0073]: Ebenhausen-Werk P. 17

Lage: R 44 61 867, H 53 95 286, Ansatzhöhe: 396,40 m ü. NN

Kernbohrung: 1988

Geologisches Profil (Aufnahme: NN 1988):

Quartär

Jüngerer Mündungsschwemmfächer, „f

- 1,80 m Schluff, stark sandig, tonig
 - 2,30 m Feinsand, stark feinkiesig
 - 3,20 m Feinsand, stark feinkiesig, schwach schluffig
- #### Flußschotter, wurmzeitlich (Nieder- bis Spätglazialterrasse), W,G
- 14,50 m Kies, sandig, nach unten lagenweise steinig

Bohrprofil 35 [7335BN0189]: Geisenfeldwinden, Forschungsbohrung „Geisenfeld“ (GLA 27)

Lage: R 44 70 280, H 53 94 220, Ansatzhöhe: 376,41 m ü. NN

Spülbohrung: 1998

Geologisches Profil (Aufnahme: H. J. UNGER 1998; vgl. FRITZER et al. 2000, UNGER et al. 2001; ergänzende Deutung mit Fragezeichen: G. DOPPLER):

Quartär

Künstliche Aufschüttung

- 0,20 m Kies

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, „Nordfazies“

Obere Süßwassermolasse, ?Fluviatile Untere Serie, miUF

- 0,50 m Fein- bis Mittelsand, braun
 - 3,30 m Schluff, tonig, ab 2 m Ton, schwach schluffig, grau
 - 4,10 m Fein- bis Mittelsand, beigebraun
 - 7,50 m Schluff, schwach tonig, feinsandig, hell- bis beige-grau, von 6,0–6,2 m Feinsandzwischenlage
 - 12,00 m Schluff, schwach tonig, grau, von 10–11 m Feinsandlage
 - 25,50 m Fein- bis Mittelsand, stark hellglimmerig, ab 19 m etwas schluffig, stark wasserführend
 - 35,50 m Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig, grau bis beige-grau
 - 44,50 m Fein- bis Mittelsand, stark hellglimmerig, grau, ab 41 m schluffig
 - 51,50 m Schluff, schwach tonig, grau, ab 46 m zunehmend feinsandiger
 - 56,50 m Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, stark hellglimmerig, grau, ab 56 m stärker schluffig-tonig
- #### Obere Süßwassermolasse, ?Limnische Untere Serie
- 70,00 m Wechselfolge Schluff, bis 60,5 m dunkelockerbraun, darunter hell- bis hellolivgrau mit Feinsandlagen, schluffig bei 58,5 m, 60,5–63,5 m, 66 m und 68,5–70 m, Kohle bei 67,5–68,5 m

-
- 72,00 m Braunkohle mit etwas Kohleton zwischen 71–72 m
Obere Süßwassermolasse, ?Linnische Untere Serie bis Süßbrackwassermolasse, Kirchberger Schichten
 - 110,80 m Wechselfolge aus Schluff, schwach feinsandig, und Feinsandlagen, bis 85 m stärker dunkelockerbraun, darunter grau, bei 90–100 m und 100–110,8 m brackische Fischart (*Dapalis*)
 - 114,50 m Feinsand, schwach tonig, grau
 - 115,00 m Fein- bis Mittelsand, grau
 - 117,00 m Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, grau bis dunkelockerbraun
 - 119,50 m Feinsand, nach unten zu schluffig, grau
 - 122,00 m Schluff, tonig, schwach feinsandig, mittelgrau
 - 130,00 m Feinsand, schwach schluffig, schwach tonig, grau
Süßbrackwassermolasse, ?Grimmfinger Schichten (Graupensand-Deckschichten)
 - 140,60 m Fein- bis Mittelsand, nach unten zu grobkörnig, schwach tonig, grau
 - 144,00 m Fein- bis Mittelsand, schwach tonig, grau
Süßbrackwassermolasse, Grimmfinger Schichten (Graupensand)
 - 146,50 m Fein- bis Mittelsand, grau
 - 167,80 m Fein- bis Mittelsand, etwas grobsandig, mit Grobsand- bis Feinkieslagen, hellgrau
 - 169,00 m Feinsand, mittelgrau
Jüngere Untere Meeresmolasse
 - 174,00 m Mergel, schwach feinsandig, dunkelockerbraun, mit Foraminiferenfauna (oberes Eger)
 - 185,50 m Kalkfeinsandstein, mit Feinkieslagen (max. Gerölldurchmesser 1 cm), mittel- bis dunkelgrau
 - 189,00 m Quarzfeinsandstein, grau
Jura
 - Malm Delta bis Zeta, Riffdolomit, $w\delta, D$, $w\epsilon+\zeta, D$ und $w\zeta 3, D$**
 - 554,00 m Riffdolomit, massig, hellbräunlichgrau bis dunkelgrau, grobkristallin, massig, z.T. etwas calcitisch, rekristallisiert, z.T. viele Pyritaggregate, Feuerstein bei 286 m, Echinodermentreste bei 254 m, grau-grüne Tonfüllung bei 278 m, im tieferen Teil auch helle Calcitadern sowie z.T. dunkle Tuberoide (534 m), mit brauner, toniger Masse gefüllte Kluft bei 448,5–448,6 m (?humose Kluftfüllung)
Malm Delta, Tafelbankiger Dolomit, $w\delta, D, b$
 - 580,90 m Dolomit, tafelbankig, dunkelbraungrau bis hellbräunlich, z.T. recalcitisiert, vielfach kleinste dunkle Tuberoide, Kieselknollensplitter
Malm Gamma, $w\gamma, ,$
 - 590,00 m Kalkstein, gebankt, mürbe, weiß, porös, feinschuttführend, selten mit kleinen Tuberoiden
 - 594,00 m Kalkstein, gebankt, hellgrau, splitterig zerbohrt, hart, mit kleinen Tuberoiden
 - 596,00 m Mergel, grau
 - 600,00 m Kalkstein, gebankt, grau, feintuberolithisch
 - 605,00 m Mergel, grau, mit Belemniten
Malm Beta, $w\alpha+\beta, ,$
 - 627,50 m Kalkstein, gebankt, hellgrau
Malm Alpha, $w\alpha+\beta, ,$
 - 658,00 m Kalkstein, gebankt, dunkelgrau
 - 660,80 m Mergel, grau
 - 662,00 m Kalkstein, gebankt, z.T. Dolomitnachfall, dunkelgrau
 - 664,00 m Mergel, grau
 - 670,00 m Mergelkalk und Mergel, dunkelgrau
 - 678,00 m Mergel, dunkelgrau, und etwas Mergelkalk
 - 680,00 m Mergel, dunkelgrau, und Mergelkalk, mit etwas Pyrit und wenig Glaukonit

9 Bohrprofile

- 682,50 m Glaukonitbank (grauer Mergelkalk) und dunkelgrauer, stark glaukonitischer Mergel, Belemniten
Dogger Epsilon 3–Zeta (Ornatenton), b γ - ζ
- 686,00 m Mergel, schwarz, stark glimmerig, glaukonitisch
- 688,00 m Mergel, schluffig, schwarz, feinglimmerig, etwas Glaukonit, Pyrit, viel feiner, heller Glimmer, kaum lose Quarze
- 690,00 m Mergel, schwarz, etwas feiner als –688 m, heller Glimmer
Dogger Delta–Epsilon 2, b γ - ζ
- 692,50 m Mergel, schluffig, schwarz, glimmerig, und Mergelkalk mit Eisenooïden, Glaukonitkörnern, dunkler Glimmer, mehrere Bröckchen eines hellgrauen Kalksandsteins (umgelagert), Belemniten und Crinoiden, Schalenbruch
Dogger Gamma (Kalksandstein), b γ - ζ
- 694,00 m Kalksandstein, fein- bis mittelkörnig, hellgrau, wenig Schalenbruch, helle Quarze, z.T. Biotit
- 698,00 m Kalksandstein, hellgrau, mit viel feinem Glimmer, z.T. bräunlicher Kalksandstein
Dogger Gamma (Disciteston), b γ - ζ
- 700,00 m Ton, schwarzgrau
Dogger Beta (Eisensandstein), b β
- 728,00 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, beige- bis hellgrau, glimmerig
- 729,50 m Ton, schluffig-feinsandig, schwarzgrau
- 733,00 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, beige- bis hellgrau
Dogger Alpha (Opalinuston), b α
- 745,00 m Mergelton, schluffig, schwarz, schiefrig

Bohrprofil 36 [7433BB0061]: Mühlried Brunnen Paulus

Lage: R 44 46 890, H 53 81 700, Ansatzhöhe: 410 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: NN 1945, Deutung: G. DOPPLER 2001):

Quartär

Flußschotter, wärmzeitlich (Nieder- bis Spätglazialterrasse), W,G

- 6,20 m Kies

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 9,00 m Ton, schluffig, sandig
- 11,00 m Sand
- 19,00 m Ton, schluffig, sandig
- 20,50 m Sand
- 25,00 m Ton, schluffig, sandig
- 30,00 m Sand

Bohrprofil 37 [7433BB0075]: NNE Schrobenhausen, Forschungs- und Thermalwasserbohrung (RIL 1/00)

Lage: R 44 46 360, H 53 82 710, Ansatzhöhe: 423,77 m ü. NN

Spülbohrung: 2000

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER, R. K. F. MEYER & J. WIERER 2000):

Quartär

Künstliche Aufschüttung

- 0,50 m Kalksteinschutt, bräunlichweiß und Sand, braun

Tertiär

-
- 11,50 m **Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF**
Abfolge aus Feinsand, graubraun, über Mittelsand, bräunlichgrau
 - 17,50 m Mergel, graubraun
 - 26,50 m Fein- bis Mittelsand, grau, mit Sandstein, eisenschüssig, rostbraun (Mergel und Ton/Schluff, humos, nur Nachfall?)
 - 40,00 m Wechsellagerung aus Feinsand/Schluff und Mergel, grau, kaum braun, selten mit schwach humosen Einschaltungen
 - 80,00 m Wechsellagerung aus Mergel und Feinsand/Schluff, grau, bei ca. 61,5–62,5 m Braunkohlelage, schwach humose Einschaltungen bis ca. 76,0 m
 - 124,50 m **Obere Süßwassermolasse, Linnische Untere Serie**
Mergel mit Einschaltungen von Ton/Schluff, humos, und Schluffsand, ca. 95,5–101,5 m z.T. auch Kalkfeinsandstein
 - 140,50 m **Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergel-Serie (Kalkmergelige Abteilung)**
Wechsellagerung aus Mergel(stein) und Feinsand/Schluff, grau
 - 150,00 m **Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergel-Serie (Sandige Abteilung)**
Feinsand/Schluff, mit Einlagerungen von Mergel(stein), grau
 - 162,50 m Feinsand, glaukonitisch nach schwach glaukonitisch, grau, oben Muschelschill (u. a. Cardiidien), bei ca. 153,0–153,5 m und 162,0–162,5 m Braunkohle?
 - 173,50 m **Obere Meeresmolasse, Glaukonitsande und Blättermergel**
Feinsand, glaukonitisch, grau, vereinzelt Sandstein (Braunkohle nur Nachfall?)
 - 183,00 m **Obere Meeresmolasse, Baltringer Horizont**
Quarzfeinkies, sandig?, bräunlichgrau, häufig Molluskenschill
 - 187,50 m **Obere Meeresmolasse, Neuhofener Schichten**
Abfolge aus Feinsand über Schluffsand, grau (Quarzfeinkies und Molluskenschill nur Nachfall?)
 - 198,50 m Sandmergel, grau
 - 222,50 m Wechselfolge aus Tonmergel bis Sandmergel, evtl. Feinsandlagen (z. B. basal), grau
 - 231,50 m **Jüngere Untere Süßwassermolasse**
Tonmergel, braun und grau, selten violett
 - 236,50 m Tonmergel bis Schluffsand, grau, selten braun
 - 240,00 m Quarzfeinkies und Sand, braungrau, Mergel(stein) (nur Nachfall?)
 - 284,50 m Tonmergel, grau und braun, z.T. Mergelstein, grau, mit Einschaltungen aus Fein- bis Schluffsand, grau bis braungrau
 - 305,00 m **Jüngere Untere Brackwassermolasse?**
Abfolge aus Mittelsand über Feinsand, bräunlichgrau (Mergel im tieferen Teil nur Nachfall?), viel Molluskenschill
 - 319,00 m Wechselfolge aus Mergel, grau, selten braun, und Sand, oben Quarzfeinkies-führend, bräunlichgrau, Molluskenschill
 - 337,50 m Sand und Quarzfeinkies, grau bis bräunlichgrau, selten Molluskenschill (Nachfall?)
 - 373,00 m **Ältere Untere Süßwassermolasse**
Wechsellagerung aus Ton- bis Schluffmergel, braun, grau, selten rötlich- bis violettbraun, bei 348–349,5 m Sand und Feinkies
 - 395,00 m **Ältere Untere Brackwassermolasse oder Ältere Untere Meeresmolasse**
Abfolge aus Feinsand, über Mittelsand, über Sand und Quarzfeinkies, bräunlichgrau, zu-unterst Molluskenschill
 - 442,50 m Wechselfolge aus Feinsand und Sand, mit Quarzfeinkies, zuoberst mit Schluffsand?, 419–425 m mit Kalksandstein (Tonmergel nur als Nachfall?)
 - 453,50 m **Ältere Untere Meeresmolasse?**
Wechselfolge aus Tonmergel, graubraun bis grau, Feinsand und Kalksandstein, grau, oben auch Quarzfeinkies, basal Molluskenschill

9 Bohrprofile

Jura

Malm ?Epsilon–Zeta, wε-ζ

- 463,00 m Kalkstein, gebankt, hart, splittrig, dunkel- bis hellgrau
- 466,00 m Feinschuttkalkstein, weiß, z.T. mürb
- 469,00 m Kalkstein, hart, splittrig, dunkelgrau
- 498,00 m Kalkstein, gebankt, splittrig, strukturlos, meist hellgrau
- 600,00 m Feinschuttkalkstein, gebankt, hart, selten mürbe
- 620,00 m Kalkstein, splittrig, strukturlos, hell
- 640,00 m Kalkstein, z.T. stärker zuckerkörnig bis dolomitisch, splittrig, strukturlos
- 648,00 m Kalkstein, dolomitisch, hellgrau bis bräunlich, bis 647 m z.T. auch Dolomitstein
- 650,00 m Kalkstein, gebankt, splittrig, strukturlos

Bohrprofil 38 [7433BN0095]: Schießplatz, B 7 Mahlberg

Lage: R 44 48 285, H 53 83 002, Ansatzhöhe: 439,16 m ü. NN

Kernbohrung: 1960

Geologisches Profil (Aufnahme: NN 1960, Deutung: J. WIERER 2001):

Quartär

Flugsand, ,S,a

- 6,20 m Sand

Sand, umgelagert, ,S,u

- 7,00 m Sand, kiesig

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, ungegliedert, OSM

- 13,00 m Sand, tonig
- 14,50 m Sand
- 15,20 m Feinsand
- 15,50 m Ton, sandig
- 17,00 m Feinsand

Bohrprofil 39 [7433BN0289]: E Altenfurt B 26

Lage: R 44 47 731, H 53 79 704, Ansatzhöhe: 417 m ü. NN

Kernbohrung: 2000

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 2000):

Quartär

Flußschotter, wärmzeitlich (Nieder- bis Spätglazialterrasse), W,G

- 1,10 m Kies, sandig, siliziklastisch, hellgraubraun bis graubraun

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 1,30 m Wechsellagerung aus Ton, Schluff, Mittelsand, siliziklastisch, hellorangebraungrau
- 2,00 m Schluff, tonig, schwach feinsandig, karbonatisch, hellolivgraubraun
- 2,50 m Sand, feinkiesig, siliziklastisch, hellolivgrau

Bohrprofil 40 [7434BN0485]: Stockhausen, Forschungsbohrung (RIL 1/97)

Lage: R 44 51 612, H 53 74 371, Ansatzhöhe: 482,6 m ü. NN

Kernbohrung: 1997

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER, TH. PÜRNER, M. SEIDEL & M. LINDEMANN 1997; vgl. DOPPLER et al. 2000):

-
- Tertiär**
- Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollsotter-Abfolge (oberer Teil), miNV**
- 10,60 m Quarzkies-Sand-Wechselfolge, bräunlich bis grau
- Obere Süßwassermolasse, Geröllsandserie, miGS**
- 22,18 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff- und Sandmergel, sowie Schluff, grau
 - 35,50 m Sand-Abfolge, grau, unter 30,20 m z.T. feinkiesig, teilweise Kernverlust
 - 36,98 m Schluffmergel, grünlichgrau
 - 47,00 m Wechselfolge aus Fein- und Mittelsand, grau, basal mit Fein- bis Mittelkies (Quarz)
 - 50,05 m Wechselfolge aus Ton- und Schluffmergel, grünlichgrau, mit Ton- und Feinsandlage
 - 57,00 m Abfolge aus Mittel- bis Feinsand, grau, basal mit humosen Lagen
 - 71,78 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff- und Sandmergel, grünlichgrau und braun, mit wenigen Ton- und Feinsandlagen, Tonmergelsteinlage bei 66,60–66,77 m
 - 74,25 m Abfolge aus Mittel- bis Feinsand, grau, vereinzelt Sandstein, kalkig gebunden
 - 78,75 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff- und Sandmergel, grünlichgrau, z.T. braunfleckig, mit Tonlage und Kalkmergelsteinlage bei 75,22–75,50 m
 - 86,92 m Abfolge aus Mittel- bis Feinsand, grau, mit Schluffmergellage, zuunterst vereinzelt Feinkies
 - 94,44 m Wechselfolge aus Ton- und Schluffmergel, grünlichgrau, mit Ton-, Schluff- und Feinsandlagen, zuoberst Kalkmergelstein, verbreitet Kalkeinlagerungen
 - 102,55 m Wechselfolge aus Fein- und Mittelsand, oben mit dünner Kalkmergelstein- und Sandmergellage sowie z.T. Sandstein, kalkig gebunden, grau
 - 107,59 m Wechselfolge aus Fein- bis Mittelkies (Quarz) und Sand, grau
- Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF**
- 112,65 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff- und Sandmergel, grünlich- bis dunkelgrau, teilweise humos und mit Kalkeinlagerungen, lokal Schneckenschalen, mit Tonlage und lokal Sand- bis Sandstein-Einschaltung
 - 138,08 m Abfolge aus Mittel- bis Feinsand, vereinzelt kalkig gebunden, grau, zuoberst Schluff, mit mehreren Aufarbeitungslagen aus Mergel- bis Kalkmergelstein-Resedimenten
 - 147,57 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff-, Sand- und Kalkmergel, grünlichgrau, selten humos, oben mit Kalkmergelsteinlage, verschiedentlich Schluff- bis Feinsandlagen, basal mit Schneckenschalen
 - 156,42 m Feinsand-Abfolge, grau, mit Ton- bis Schluffmergellagen und -einschaltungen
 - 157,30 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff- und Sandmergel, grünlichgrau, oben mit Kalkmergelsteinlage
 - 167,75 m Wechselfolge aus Mittel- bis Feinsand, grau, mit Aufarbeitungslagen aus Ton- bis Kalkmergel- und humosen Ton-Resedimenten
- Obere Süßwassermolasse, Linnische Untere Serie**
- 184,52 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff-, Sand-, Kalkmergel und Feinsand, wechselnd grünlichgrau bis grau, mit schwärzlichgrauen, humosen Lagen, vorwiegend aus Ton, teilweise beginnende kalkige Verfestigung, z.T. Schneckenschalen
 - 189,97 m Feinsand-Abfolge, grau, unten mit Aufarbeitungslagen aus Tonmergel- bis Mergelkalkstein-Resedimenten
 - 215,47 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff-, Sand- und Kalkmergel, wechselnd grünlichgrau bis grau, mit Feinsand- bis Schlufflagen und teilweise schwärzlichgrauen, humosen Schluff- bis Tonlagen, teilweise beginnende kalkige Verfestigung, z.T. Schneckenschalen
- Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergel-Serie (Kalkmergelige Abteilung)**
- 224,65 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff-, Sandmergel und Feinsand mit Kalkmergelsteinbänken, weiß- bis grünlichgrau, selten graugrün, zuoberst schwarzgrau, humos, mit Muschelpflaster

9 Bohrprofile

Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergel-Serie (Sandige Abteilung)

- 234,89 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff- und Sandmergel und Feinsand, hell- bis grüngrau, vereinzelt glaukonitführend, z.T. beginnende kalkige Verfestigung und Dolomitmergel-Einlagerungen
- 244,70 m Abfolge aus Mittel- bis Feinsand, grau, karbonatarm bis -frei, häufig lebhaft schräg und flaserig geschichtet, mit Schluff- bis Ton-Einschaltungen, z.T. humos, lokal Lagen mit Brackwasser-Mollusken (*Rzehakia*, *Congeria*, *Melanopsis*)
- 267,88 m Feinsand-Abfolge, mit oft humosen Ton-, Schluff- bis Sandmergellagen, grau bis bräunlichgrau, selten graugrün, glaukonitisch, oft lebhaft schräg- bis flaserig geschichtet, lokal Lagen mit Brackwasser-Mollusken (*Rzehakia*, *Congeria*, *Melanopsis*)
- Obere Meeresmolasse, Glaukonitsande und Blättermergel**
- 273,00 m Abfolge aus Fein- bis Mittelsand, grau, oben dunkelgrau, schwach glaukonitisch, z.T. schräg- bis flaserig geschichtet, mit unterschiedlich häufigen, selten humosen Ton-Mergel-Zwischenlagen, lokal mit Braunkohlelamellen, unten mit Sandstein- bis Kalkmergelsteinbank
- 279,08 m Mittelsand-Abfolge, glaukonitreich, graugrün, mit wenigen Schluffmergellagen
- 285,64 m Wechselfolge aus Ton-, Schluff- und Sandmergel und Feinsand, grau bis grünlichgrau, häufig schräg bis flaserig geschichtet, Mergelanteile nach oben abnehmend, bereichsweise Feinsand, graugrün, glaukonitisch
- 287,95 m Tonmergel-Abfolge mit Sandmergel- bis Schlufflagen, grau, häufig lebhaft schräg- bis flaserig geschichtet
- 288,21 m Aufarbeitungslage, graugrün, aus Tonmergel- und Ton-Resedimenten in Mittelsand, glaukonitreich, mit Brackwasser-Mollusken (*Rzehakia*, *Congeria*, *Melanopsis*)
- 290,56 m Wechselfolge aus Fein- bis Mittelsand, grau bis graugrün, glaukonitreich, nach oben zunehmend Ton-, Schluff- und Sandmergeleinschaltungen
- Obere Meeresmolasse, Neuhofener Schichten**
- 298,70 m Abfolge aus Schluff- bis Sandmergel, bräunlichgrau, mit Dolomitmergelsteinlage

Bohrprofil 41 [7435BN0118]: Wolnzach 1, Kohlenwasserstoff-Explorationsbohrung

Lage: R 44 69 125, H 53 84 460, Ansatzhöhe: 430,00 m ü. NN

Spül- und Kernbohrung: 1963

Geologisches Profil: (Aufnahme: Firmenberichte M. BROCKERT, Mobil Oil, Ampfing 1963, ITAG, Celle, 1964; veränderte Deutung mit Fragezeichen: G. DOPPLER):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollsotter-Abfolge, miNV

- 40,00 m Kies, sandig, hellgrau bis bunt
- 55,00 m Mergel, hellgrünlichgrau und Sandstein, hellgrau, sowie Kies wie oben

Obere Süßwassermolasse, Limnische Untere Serie

- 155,00 m Mergel, Sand- und Tonmergel, weißgrau bis hellgrünlichgrau, oben und unten auch Kalkmergel, bei 140 m und 150 m Kohleton, zuunterst auch Molluskenschill

Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergel-Serie (Kalkmergelige Abteilung)?

- 175,00 m Tonmergel bis Sandmergel, hellgrau bis aschgrau, und Kalkmergel bis Kalkstein, weißgrau,

Obere Brackwassermolasse, Sand-Kalkmergel-Serie (Sandige Abteilung)?

- 180,00 m Kies (Quarz), mit Ton- und Sandmergel sowie Kalkstein-Bruchstücke wie –175 m, Molluskenschalen- und Lignit-Bruchstücke
- 195,00 m Tonmergel und Sandmergel, hell- bis aschgrau oder grünlichgrau, glimmerführend, unten mit Kohleton

-
- 215,00 m **Obere Meeresmolasse, Glaukonitsande und Blättermergel**
Sandmergel und Mittelsand, mergelig, hellgrüngrau bis grün, glimmerig, glaukonitreich
 - 225,00 m **Obere Meeresmolasse, Baltringer Horizont**
Sandstein und Kies, hellgrau bis grüngrau, glaukonitreich, Molluskenschalenreste
 - 232,00 m **Obere Meeresmolasse, Glaukonitsande und Blättermergel**
Ton- und Sandmergel, hellgrau bis hellgrünlichgrau, mit Kalkmergel, weißgrau, Sand
 - 263,00 m **Obere Meeresmolasse, Neuhofener Schichten**
Ton- und Sandmergel, überwiegend aschgrau, glaukonitreich, zuunterst auch Kalkmergel, Foraminiferenfauna
 - 330,00 m **Jüngere Untere Meeresmolasse** oder **Jüngere Untere Brackwassermolasse**
Ton- und Sandmergel, z.T. Kalkmergel, hellgrau bis hellgrünlichgrau, z.T. oliv, rosarot oder gelbbraun, meist glaukonitführend, bei 285 m mit Kohleton, Foraminiferenfauna
 - 350,00 m **Ältere Untere Brackwassermolasse?**
Kalkstein, weißgrau bis grau, z.T. mit Kristalldrüsen, oben auch Kalksandstein, feinkörnig, grau bis hellgrau
 - 427,00 m Sandmergel und Tonmergel, grau bis grüngrau, z.T. Kalkmergel, bei 350–355 m mit Kohlestückchen, pyritisiert, bei 355–365 m mit Kalkstein, weißgrau bis cremefarben, bei 405–410 m zusätzlich mit Kalksandstein, hellgrau, unterhalb 410 m mit Feinsand, mergelig
 - 479,00 m **Ältere Untere Brackwassermolasse** oder **Ältere Untere Meeresmolasse**
Sand und Kies (Quarz), grau bis hellgrau, daneben Kalkstein-, Kalksandstein- und Sandmergelbröckchen
 - 488,00 m Sandmergel und Ton, mergelig, bis Sand, mergelig bis tonig, Foraminiferenfauna
 - 492,00 m **Kreide bis Tertiär** oder **Jura, Karstbildung**
Konglomerat aus Quarz in kalkiger bis dolomitischer Grundmasse, hellbraun bis weißgrau, glaukonitführend, Ton, sandig
 - **Jura**
 - **Malm Beta bis Zeta**
 - 494,00 m Dolomitstein und Kalkstein, dolomitisch
 - 912,00 m Kalkstein, hellbräunlich bis hellgrau, mehrfach Spülungsverlust (Verkarstung)
 - **Malm Alpha, $w\alpha+\beta$,**
 - 951,00 m Mergelkalkstein bis Kalkmergel, hellgrau bis grau
 - **Dogger Gamma bis Zeta, $b\gamma-\zeta$**
 - 960,00 m Tonmergel- bis Tonstein, hellgrau bis schwarzgrau
 - 978,00 m Kalksandstein, grau bis bräunlich, mit Brauneisenooiden
 - **Dogger Beta (Eisensandstein), $b\beta$**
 - 998,00 m Sandstein bis Kalksandstein, grau bis bräunlich, z.T. mit Tonfasern
 - **Dogger Alpha (Opalinuston), $b\alpha$**
 - 1042,00 m Tonstein, dunkelgrau bis schwarzgrau, oben auch Tonmergelstein, grau
 - **Lias**
 - 1046,00 m Kalksandstein, hellgrau bis hellbraungrau
 - **Lias** (pollenanalytisch nach MÄDLER 1964, 1965) oder **Keuper**
 - 1053,20 m Kalksandstein, weißgrau bis weißbraungrau, z.T. Grobsand bis Feinkies (Quarz), weißgrau
 - 1142,20 m Wechsellagerung aus überwiegend Tonstein, dunkelbraun, rotbraun oder grau, und Kalksandstein, braun, z.T. auch Sandstein, dolomitisch gebunden, Pollenflora
 - **Perm**
 - **Unterer Zechstein** (pollenanalytisch nach MÄDLER 1964, 1965)
 - 1300,00 m Wechsellagerung aus überwiegend Tonstein, dunkelbraun, rotbraun oder grau, und Kalksandstein, braun, z.T. auch Sandstein, dolomitisch gebunden, Pollenflora

9 Bohrprofile

Bohrprofil 42 [7435BN0070]: Dürnzhausen, Kieserkundung Region Ingolstadt (RIS 18)

Lage: R 44 73 290, H 53 76 820, Ansatzhöhe: 527,00 m ü. NN

Kernbohrung: 1995

Geologisches Profil (Aufnahme: A. DOBNER 1995, Deutung: R. ANNAU):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Mischserie, miMS

- 0,40 m Auffüllung, kiesig, steinig, grau, Straßenschotter
- 2,50 m Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, dunkelbraun bis gelbbraun, bröckelig bis bindig
- 4,70 m Feinsand, stark schluffig, grüngrau, steif, schwach karbonatisch

Obere Süßwassermolasse, Hangendserie, miHS

- 11,50 m Schluff, feinsandig, schwach tonig, hellgrau bis gelbgrau, halbfest bis fest, karbonatisch
- 12,15 m Schluff, tonig, hellgrau, fest, stark karbonatisch

Obere Süßwassermolasse, Mischserie, miMS

- 13,20 m Feinsand, Schluff, grau und braun marmoriert, steif, karbonatisch
- 13,70 m Schluff, feinsandig, grau, steif, stark karbonatisch
- 14,60 m Feinsand, Schluff, grau bis hellgrau, steif
- 14,80 m Schluff, feinsandig, hellgrau, hart, stark karbonatisch
- 15,20 m Sand, grau und braun marmoriert, fest, karbonatisch

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollsotter-Abfolge, miNV

- 16,00 m Feinsand, schluffig, grau, plastisch
- 16,20 m Schluff, feinsandig, grau und braun, hart
- 17,00 m Feinsand, Schluff, steif
- 19,20 m Feinsand, schluffig, gelbgrau, steif bis halbfest
- 23,70 m Feinsand, schwach schluffig, grau
- 26,00 m Sand, schwach kiesig, schwach schluffig, locker bis bindig
- 28,50 m Feinsand, mittelsandig, gelbbraun und grau, locker
- 28,60 m Konglomerat aus Kies, sandig
- 34,60 m Schluff, feinsandig, grau bis gelbbraun, fest
- 35,00 m Schluff, feinsandig, graublau, hart

Bohrprofil 43 [7435BN0071]: Frickendorf, Kieserkundung Region Ingolstadt (RIS 19)

Lage: R 44 69 480, H 53 75 630, Ansatzhöhe: 507,00 m ü. NN

Kernbohrung: 1995

Geologisches Profil (Aufnahme: A. DOBNER 1995, Deutung: R. ANNAU):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Mischserie, miMS

- 0,10 m Mutterboden, dunkelbraun, locker
- 0,70 m Feinsand, schluffig, schwach feinkiesig, locker bis bröckelig
- 2,80 m Schluff, tonig, feinsandig, grau, braun und dunkelbraun, plastisch bis steif

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollsotter-Abfolge, miNV

- 7,70 m Schluff, Feinsand, schwach tonig, hellgrau bis grüngrau, mit Karbonatkonkretionen, halbfest
- 8,00 m Feinkies, Mittelkies, schluffig, graubraun mit hellem Fleck, verbacken
- 12,10 m Sand, mittelkiesig, feinkiesig, schwach grobkiesig, locker, bei 9,4–9,5 m Schlufflage
- 13,00 m Schluff, feinsandig, fest
- 14,30 m wie –13,00 m, mit Konkretionen, sonst locker
- 14,50 m Feinsand, schwach schluffig

-
- 15,00 m Feinsand, schluffig, gelbgrau, bröckelig
 - 16,60 m Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, gelbgrau, bei 16,4–16,6 m bindig bis schwach bindig
 - 24,00 m Feinsand, schluffig, grüngrau bis hellgrau, bröckelig bis bindig
 - 24,50 m Feinsand, mittelsandig, schwach kiesig, gelbgrau
 - 25,00 m Feinsand, mittelsandig, gelb, locker
 - 27,85 m Kies, sandig, schwach schluffig, graubraun, schwach bindig
 - 29,20 m Schluff, feinsandig, schwach tonig, grüngrau mit weißen Flecken, Mergel, halbfest
 - 34,90 m Schluff, tonig, schwach feinsandig, blaugrau bis hellgrau, halbfest bis fest
 - 36,30 m Schluff, feinsandig, schwach tonig, gelbgrau, halbfest
 - 39,90 m Feinkies, Mittelkies, stark sandig, hellgrau, locker
 - 41,00 m Schluff, Feinsand, gelbgrau, bröckelig bis halbfest
 - 47,20 m Feinsand, schwach mittelsandig, hellgelbgrau, einzelne Fein- und Mittelkiesgerölle
 - 50,00 m Sand, feinkiesig, mittelkiesig, gelb, locker

Bohrprofil 44 [7534BB0013]: Scheyern, Brunnen 1

Lage: R 44 58 530, H 53 72 750, Ansatzhöhe: 469,96 m ü. NN

Spülbohrung: 1988

Geologisches Profil (Aufnahme: G. DOPPLER 1988):

Quartär

Hanglehm, geröllführend, ,L,u

- 4,30 m Schluff, tonig, sandig, stark kiesig (Quarz), braun

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollsotter-Abfolge, miNV

Geröllbestand im Folgenden vorherrschend Quarz, Sande allgemein glimmerführend

- 7,20 m Fein- bis Mittelsand, schwach grobsandig, stark fein- bis mittelkiesig, braungrau
- 11,50 m Wechsellagerung, braun, aus Ton, stark schluffig, bis Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, z.T. mit Kalksandstein-Bröckchen und Mergelkalksteinknauern
- 18,80 m Fein- bis Mittelkies, schwach grobkiesig, sandig, hellgraubraun, mit wenig Schnecken-schalenbruch und Kalksteinknauern
- 24,00 m Abfolge aus Schluff, tonig, schwach feinsandig, graubraun, karbonatisch, mit Kalkstein-knauern, über Schluff, stark tonig bis tonig, grünlichgrau, stark karbonatisch
- 26,00 m Abfolge, grünlichgrau, aus Schluff, tonig, feinsandig, stark karbonatisch, über Feinsand, stark schluffig, karbonatisch
- 30,00 m Fein- bis Mittelkies, sandig, bis 28 m auch schluffig, gelblichbraun
- 35,00 m Abfolge, braungrau, aus Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, über Schluff, stark feinsandig
- 37,80 m Fein- bis Mittelkies, sandig, hellgrau
- 41,00 m Abfolge aus Ton und Schluff, braun, karbonatfrei, über Schluff, tonig, grünlichgrau, stark karbonatisch, über Schluff, feinsandig, grünlichgrau, sehr schwach karbonatisch
- 52,00 m Fein- bis Mittelkies, sandig, hellgrau, bei 44–47 m mit Kalksandstein- und Konglomerat-bröckchen
- 56,00 m Schluff, tonig, grünlichgrau, stark karbonatisch, bei 54 m vereinzelt Schnecken-schalenbruch
- 66,00 m Schluff, tonig bis Ton, schluffig, bunt, stark karbonatisch, bei 63–65 m auch schwach to-nig
- 69,50 m Abfolge, grünlichgrau, stark karbonatisch, aus Schluff, tonig, bis Feinsand, stark schluf-fig (unten)
- 79,50 m Kies, sandig, hellgrau, bei 74–76 m mit Holzkohle, weich

9 Bohrprofile

Obere Süßwassermolasse, Geröllsandserie, miGS

- 86,00 m Abfolge, grünlichgrau, stark karbonatisch, aus Ton, stark schluffig, bis Schluff, stark feinsandig (unten)
- 92,00 m Abfolge, grünlichgrau, stark karbonatisch, aus Ton, stark schluffig, über Schluff, tonig, feinsandig, bei 90–91 m mit Feinsand und Schluff, schwach feinkiesig, braungrau
- 96,00 m Fein- bis Mittelkies, sandig, hellgrau

Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miUF

- 101,00 m Schluff, stark tonig bis tonig, schwach feinsandig, grünlichgrau, oben z.T. dunkelbraungrau, ?humos, unten braunfleckig, stark karbonatisch
- 108,00 m Ton, schluffig bis stark schluffig, bunt, stark karbonatisch, bei 104–106 m mit Schluff, tonig bis schwach tonig, schwach feinsandig
- 111,00 m Abfolge, grau, stark karbonatisch, aus Feinsand, stark schluffig, über Schluff, feinsandig, schwach tonig
- 121,00 m Ton, stark schluffig, bis Schluff, stark tonig, bunt, stark karbonatisch, bei 121 m mit Tonmergelstein
- 124,00 m Schluff, feinsandig bis stark feinsandig, grau, stark karbonatisch
- 126,00 m Abfolge, grünlichgrau, stark karbonatisch aus Ton, schwach schluffig, über Schluff, stark tonig
- 135,00 m Feinsand, stark schluffig bis Schluff, stark feinsandig, grünlichgrau, karbonatisch, z.T. mit Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, basal mit Tonstein-, Kalksandstein- und Mergelkalkstein-Bröckchen (Aufarbeitungslage?)
- 138,00 m Schluff, schwach tonig, z.T. schwach feinsandig, grau, stark karbonatisch, bei 137 m mit Ton/Schluff, karbonatisch
- 147,00 m Abfolge, grau, stark karbonatisch, aus Schluff, stark feinsandig, bis Feinsand, stark schluffig (unten), zuunterst mit Kalksandstein-Bröckchen
- 154,00 m Schluff, schwach tonig bis tonig, z.T. schwach feinsandig, grünlichgrau, stark karbonatisch, oben mit Mergel-Bröckchen, bräunlichweiß

Bohrprofil 45 [7534BB0040]: W Tränk, Wasserversorgung Gerolsbach, Brunnen 1

Lage: R 44 54 980, H 53 71 810, Ansatzhöhe: 513,90 m ü. NN

Spülbohrung: 1998

Geologisches Profil (Aufnahme: H. J. UNGER & M. SEIDEL 1998; vgl. SEIDEL & UNGER 1999):

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Mischserie, miMS

- 4,00 m Fein- bis Mittelsand, schwach grobsandig, ockerbraun, mit verwitterten Feldspäten

Obere Süßwassermolasse, Hangendserie, miHS

- 10,90 m Schluff, tonig, hellbeigebraun, schwach karbonatisch, im tieferen Teil toniger

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollschorter-Abfolge, miNV

- 18,40 m Schluff, feinsandig, schwach tonig, olivbeige grau, karbonatisch, bis 13,4 m stark karbonatisch
- 19,20 m Feinsand, schluffig, olivbeige grau, karbonatisch
- 20,00 m Fein- bis Mittelsand, grobsandig, fein- bis mittelkiesig, beige braun, karbonatisch, mit beigeweissen Kalkkonkretionen
- 23,00 m Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig, olivbraun, stark karbonatisch
- 24,50 m Schluff, feinsandig, tonig, olivgrau, karbonatisch
- 34,00 m Fein- bis Grobkies, sandig, grau, karbonatisch
- 38,00 m Feinsand, schluffig, tonig, olivbeige grau, karbonatisch, nach unten toniger und karbonatischer, hart gelagert
- 46,80 m Fein- bis Grobkies, sandig, graubraun, ?karbonatisch

- 50,00 m Schluff, tonig, mittelbraun (Eisenfärbung), karbonatisch
- 60,20 m Schluff, stark karbonatisch, –52,5 m stark tonig, beigeolivgrau, –59,0 m tonig, beigeolivgrau, –60,2 m schwach tonig, olivgrau
- 65,70 m Feinsand, schluffig, olivbeige, karbonatisch, von 63,0–65,7 m stark schluffig
- 69,40 m Mittel- bis Grobkies, feinkiesig, sandig, beige, karbonatisch
- 70,40 m Feinsand, schwach mittelsandig, schluffig, grau, karbonatisch, stark hellglimmerhaltig
- 82,40 m Schluff, tonig, feinsandig, karbonatisch, –76,7 m beige, –82,4 m grau
- 91,20 m Fein- bis Mittelsand, schluffig, grau, karbonatisch
- 100,50 m Ton, schluffig, feinsandig, karbonatisch, –97,3 m ockerbraun, –100,5 m olivbeige
- 110,00 m Fein- bis Grobkies, sandig, grau, karbonatisch
- 112,40 m Fein- bis Mittelsand, kiesig, grobsandig, grau, karbonatisch
- 122,50 m Fein- bis Grobkies, sandig, beige, karbonatisch
- 130,00 m Mergel, schluffig, schwach feinsandig, olivgrau

Bohrprofil 46 [7535BN0152]: Reichertshausen 1, Kohlenwasserstoff-Explorationsbohrung

Lage: R 44 63 440, H 53 70 350, Ansatzhöhe: 445,00 m ü. NN

Spül- und Kernbohrung: 1965

Geologisches Profil: (Aufnahme: A. GLINSKI, Gewerkschaft Brigitta 1965, ergänzte oder veränderte Deutung mit Fragezeichen: G. DOPPLER):

Quartär

Auenablagerungen, „f

- 1,00 m Mutterboden und Lehm
- Flußschotter, periglazial, wärmzeitlich bis holozän, W,G**
- 6,00 m Fein- bis Mittelkies (Geröllbestand: Quarz, selten Schiefer, Granit)

Tertiär

Obere Süßwassermolasse, Nördliche Vollschotter-Abfolge, miNV

- 80,00 m Wechsellagerung aus Fein- bis Mittelkies (Quarz, unterhalb 62 m auch Karbonat) und Sand, grau, mit Ton/Schluff, wechselnd grau, mäßig karbonatisch bis karbonatisch

Obere Süßwassermolasse, ?Linnische bis Fluviale Untere Serie

- 150,00 m Ton(stein), mäßig karbonatisch bis Mergel(stein), helloliv- bis hellbräunlichgrau, gelegentlich mit Sandstein, hellbeige, basal Feinkonglomerat
- 205,00 m Ton bis Mergel(stein), grau, z.T. schwarzgrau, humos bis kohlig, z.T. mit Molluskenschill, vereinzelt mit Kalkstein

Obere Brackwassermolasse, ?Kalk-Sandmergel-Serie (Kalkmergelige Abteilung)

- 230,00 m Ton bis Mergel(stein), grau, z.T. schwarzgrau, humos bis kohlig, bei 214 m viel Molluskenschill, vereinzelt mit Kalkstein

Obere Brackwassermolasse, ?Kalk-Sandmergel-Serie (Sandige Abteilung)

- 250,00 m Sandstein, wechselnd mergelig, grau bis grünlichgrau, basal selten feinkonglomeratisch, mit kohligen Pflanzenresten und Molluskenschill

Obere Meeresmolasse, ?Glaukonitsande und Blättermergel

- 275,00 m wie –250 m, aber z.T. dunkelgrüngrau, stark glaukonitisch

Obere Meeresmolasse, Baltringer Horizont

- 290,00 m Sandstein, mergelig, oft feinkonglomeratisch, grau bis grüngrau, z.T. gelblich bis rötlich gefleckt, glaukonitführend, bereichsweise mit kohligen Pflanzenresten und Molluskenschill

Obere Meeresmolasse, ?Neuhofener Schichten

- 364,00 m Tonmergel, sandig, grau bis bläulichgrau, mit Übergängen zu Sandmergelstein bis Sandstein, mäßig glaukonitisch, selten Quarzgerölle und Molluskenschill, unten zunehmend glaukonit- und geröllführend

-
- 377,00 m **Obere Meeresmolasse, Basisschichten**
Sandmergelstein bis Sandstein, konglomeratisch (Fein- bis Mittelkies), mittel- bis grüngrau, glaukonitführend, z.T. mit Molluskenschill, einzelne kohlige Pflanzenreste
 - 465,00 m **Jüngere Untere Süßwassermolasse**
Ton(stein), schwach bis mäßig karbonatisch, z.T. sandig, grau- bis braun-, seltener grün- und rötlichgraugefleckt, untergeordnet Sandstein, hellgrau, zuoberst Quarzgeröllführend, vereinzelt Kalkstein, dicht, beige, selten Molluskenschill und kohlige Pflanzenreste
 - 525,00 m **Jüngere Untere Brackwassermolasse, Obere Cyrenenschichten**
Ton bis Mergel, wechselnd feinsandig, hellgrau, gelblich bis grünlich, oft mit Molluskenschill oder humos, bei 465–485 m mit Sandstein, schwach glaukonitführend, mit Molluskenschill und kohligen Pflanzenresten, daneben auch Mergel- bis Kalkstein, dicht, hellgrau bis beige
 - 575,00 m **Ältere Untere Süßwassermolasse bis ?Ältere Untere Brackwassermolasse**
Ton(stein), meist schwach feinsandig, wechselnd karbonatisch, grünlich- bis gelblichgrau, z.T. gefleckt, auch rötlich, gelegentlich mit Glaukonit, Molluskenschill und kohligen Pflanzenresten, mit Sandstein, selten geröllführend, z.T. auch glaukonit- und schillreich, ab 560 m mit Foraminiferen, zunehmend schillführend
 - 627,00 m **Jüngere Untere Meeresmolasse, Liegende Tonmergel oder Ältere Untere Brackwassermolasse**
Ton, meist feinsandig, schwach bis mäßig karbonatisch, grau, daneben Sand(stein), z.T. glaukonitführend, unten geröllführend, z.T. mit Molluskenschill und kohligen Pflanzenresten
 - 771,00 m **Ältere Untere Meeresmolasse (Äquivalente der Bausteinschichten)**
Sandstein, meist mittelkörnig, nicht selten Fein- bis Mittelkies-führend, z.T. nur schwach mergelig gebunden, grau, z.T. mit Molluskenschill und kohligen Pflanzenresten, selten glaukonitführend
 - 779,00 m **Ältere Untere Meeresmolasse (Fischschiefer über Mergelkalkfazies)**
Tonstein, dunkelgrünlichgrau, fast karbonatfrei, mit papierdünnen Lagen von Schluff- bis Feinsandstein, häufig Fischreste auf Schichtflächen
 - 789,00 m Mergelstein, hellgrau und Kalkstein, dicht, kreidig, weißgrau, vereinzelt Übergänge zu Sandstein, feinkörnig, wenig Tonstein
 - Jura**
 - Malm Delta bis Zeta**
 - 819,00 m Kalkstein, oben dicht, tiefer schuttführend, dolomitisch, hellgrau
 - 1230,00 m Kalkstein, z.T. schuttführend, hellgrau bis beige
 - Malm Gamma, $w\gamma$**
 - 1261,00 m Kalkstein, meist dicht, z.T. Riffschutt-führend, mittelgrau bis bräunlichgrau
 - Malm Beta, $w\alpha+\beta$,**
 - 1282,00 m Kalkstein, meist dicht, z.T. Riffschutt-führend oder ooidisch, mittelgrau bis bräunlichgrau
 - Malm Alpha, $w\alpha+\beta$,**
 - 1327,00 m Wechsellagerung von Mergel, grau, z.T. glaukonitisch, Mergelstein, dolomitisch, dunkelolivgrau, z.T. mit Brauneisenooiden und Kalkstein, mergelig bis dolomitisch, hellgrau, fossilschuttführend
 - Dogger Gamma bis Zeta, $b\gamma-\zeta$**
 - 1335,00 m Mergelstein, mittelgrau, vereinzelt glaukonitführend, daneben Ton- und Kalkstein, z.T. mit Brauneisenooiden
 - 1337,00 m Kalkstein, dicht, mit Brauneisenooiden, hellbraun bis grau, untergeordnet Mergel- bis Tonstein

-
- 1376,00 m **Dogger beta (Eisensandstein), bβ**
Sandstein, meist mittelkörnig, vereinzelt feinkiesig, bräunlichgrau, mit Brauneisenooiden und Trümmern davon, z.T. tonflaserig, bis Tonstein, sandflaserig, z.T. Molluskenschill
 - 1418,00 m **Dogger Alpha (Opalinuston), bα**
Tonstein, oben feinsandig (z.T. sandflaserig), tiefer schluffig, meist dunkelgrau, schwach karbonatisch, z.T. kohlige Pflanzenreste, Molluskenschill
 - ?Trias bis Jura**
 - ?Keuper bis Lias**
 - 1422,50 m Tonstein, dunkelgrau, schwach karbonatisch, mit wenig Kalk-, Mergel- und Sandstein (z.T. in Flasern), tiefer mit kohligen Pflanzenresten
 - 1429,00 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch (Quarz), kaolinig, seltener mergelig gebunden, hell- bis weißgrau, mit Übergängen zu Ton- und Sandstein
 - Präkambrium bis Paläozoikum**
 - Kristallines Grundgebirge**
 - 1459,00 m Tonstein, mit Quarz- und Feldspat-Bruchstücken, bunt, und Quarzit
 - 1496,00 m Gneis, grau, z.T. blaßrot

Weitere Bohrungen sind in den Profilschnitten (Beil. 1) zur Karte dargestellt oder bereits veröffentlicht (s. Kap. 10). Über 19 000 Bohrungen aus der Planungsregion 10 Ingolstadt sind in der Zentralen Datenbank (ZDB) des Bayerischen Geologischen Landesamts gespeichert.

10 Literatur und Karten

Übersichtsliteratur und populärwissenschaftliche Veröffentlichungen sind mit ● gekennzeichnet.

10.1 Im Text zitierte Literatur

- ABELE, G. & STEPHAN, W. (1953): Zur Verbreitung des Quartärs am Südostrand des Ingolstädter Beckens. – *Geologica Bavarica*, **19**: 201–224, München.
- AITKEN, M. J. (1998): An introduction to optical dating. – 267 S., Oxford (University Press).
- AUSSENDORF, M., DILLING, J., DOBLER, L., JONECK, M., KRAFT, M., MARTIN, W., SCHMIDT, F., WEIDENBACHER, A. & WITTENBECHER, M. (2002): Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 10 Ingolstadt, Erläuterungen zur Bodenkarte 1:100 000. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- BADER, K. (1999): Geophysikalische Untersuchungen. – In: Jerz, H. & Schmidt-Kaler, H.: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7234 Ingolstadt. – 42–46, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- BADER, K. (2001): Der Grundgebirgsrücken in Mittelfranken (südlich von Nürnberg) nach refraktionsseismischen Messungen. – *Geol. Jb.*, **E 58**: 7–33, Hannover.
- BADER, K., MEYER, R. K. F. & BRUNOLD, H. (2000): Graupensandrinne–Urnaabrinne, ihre Verbindung und tektonische Verstellung zwischen Donauwörth und Regensburg. – *Geologica Bavarica*, **105**: 243–250, München.
- BARTHEL, K. W. (1969): Die obertithonische, regressive Flachwasser-Phase der Neuburger Folge in Bayern. – *Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., N. F.* **142**: 5–174, München.

10 Literatur und Karten

- BARTHEL, K. W. (1978): Solnhofen – ein Blick in die Erdgeschichte. – 393 S., Thun (Ott).

BAUSCH, W. M., ECKSTEIN, G.-O. & HOEFS, J. (1986): Zur Genese der „Braunkalke“ des fränkischen Malms. – *Geologica Bavarica*, **89**: 189–207, München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000. – 4. Aufl.: 329 S., München.
- BEZIRKSPLANUNGSSTELLE BEI DER REGIERUNG VON OBERBAYERN (1977): Regionalbericht Region Ingolstadt. – 86 S., München (Bayer. Staatsmin. Landesentwickl. Umweltfrag.).

BRADLEY, R. S. (1999): Paleoclimatology. Reconstructing Climates of the Quarternary. – *Internat. Geophys. Ser.*, **64**: 613 S., San Diego (Harcourt Academic Press).

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (1976): Karte der Anomalien der Totalintensität des erdmagnetischen Feldes in der Bundesrepublik Deutschland 1 : 500 000. – Hannover.

BÜTTNER, G., DIEPOLDER, G., DOBNER, A., FRITZER, TH., PUKOWIETZ, C., SETTLES, E., SPÖRLEIN, T. & WAGNER, B. (2002): Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 10 Ingolstadt, Erläuterungen zur Hydrogeologischen Karte 1:100 000. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

DOBNER, A., POSCHLOD, K., WAGNER, S. & WEINIG, H. (2002): Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 10 Ingolstadt, Erläuterungen zur Rohstoffgeologischen Karte 1:100 000. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

DOPPLER, G. (1989): Zur Stratigraphie der nördlichen Vorlandmolasse in Bayerisch-Schwaben. – *Geologica Bavarica*, **94**: 83–133, München.

DOPPLER, G., PÜRNER, TH. & SEIDEL, M. (2000): Zur Gliederung und Kartierung der bayerischen Vorlandmolasse. – *Geologica Bavarica*, **105**: 217–241, München.

DRACH, V. VON (1984): Der Malmkarst im bayerischen Molassebecken, Strukturkarte des Malm 1:200 000. – Unveröff. Auswertung Bayer. Geol. L.-Amt, München.

EDLINGER, G. VON (1964): Faziesverhältnisse und Tektonik der Malmtafel nördlich Eichstätt/Mfr. – *Erlanger geol. Abh.*, **56**: 75 S., Erlangen.

FIEBIG, M. & PREUSSER, F. (2001): Lumineszenzalter von Quartärablagerungen im Donautal und Tertiärhügelland bei Ingolstadt (Bayern). – *Geologica Bavarica*, **106**: 259–271, München.

FIEBIG, M. & PREUSSER, F. (in Vorb.): Das Alter von Hoch- und Niederterrassen, Hochflutsedimenten und Dünen aus der Region Ingolstadt (Bayern). – *Z. Geomorph.*, N. F., Berlin.

FIEBIG, M. & PÜRNER, TH. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7333 Karlshuld. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

FRITZER, TH., SCHUBERT, A., UNGER, H. J. & WROBEL, J.-P. (2000): Die Forschungs- und Thermalwasserbohrung Geisenfeld. – *Geologica Bavarica*, **105**: 333–342, München.

GEISS, E. (1987): A new compilation of crustal thickness data for the Mediterranean area. – *Annales Geophysicae*, **5 B** (6), 623–630, o. Ort.

- GRAUL, H. (1943): Zur Morphologie der Ingolstädter Ausräumungslandschaft. – *Forsch. dt. Landeskd.*, **43**: 1–116, Leipzig.

- GRAUL, H. (1962): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 180 Augsburg. – Geographische Landesaufnahme 1:200 000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands: 24 S., Bonn/Bad Godesberg (B.-Anst. Landeskd. Raumforsch.).
- HEISSIG, K. (1997): Mammal faunas intermediate between the reference faunas of MN 4 and MN 6 from the Upper Freshwater Molasse of Bavaria. – In: AGUILAR, J. P., LEGENDRE, S. & MICHAUX, J. [Hrsg.]: Actes du Congrès Biochrom'97. – Mém. Trav. Inst. Montpellier, **21**: 537–546, Montpellier.
- IMBRIE, J., HAYS, J. D., MARTINSON, D. G., MCINTYRE, A., MIX, A. C., MORLEY, J. J., PISIAS, N. G., PRELL, W. L., & SHACKLETON, N. J. (1984): The orbital theory of Pleistocene climate: Support from a revised Chronology of the Marine delta 18 O record. – In: BERGER, A. L. et al. [Hrsg.]: Milankovitch and Climate. – 269–305, Dordrecht (Reidel).
- INSTITUT FÜR GEOWISSENSCHAFTLICHE GEMEINSCHAFTSAUFGABEN (2001): Gravimetermessungen im Bereich der Planungsregion 10 (Ingolstadt) in den Jahren 1997 und 1998. – Unveröff. Bericht, Hannover.
- JÄTZOLD, R. (1962): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 172 Nördlingen. – Geographische Landesaufnahme 1:200 000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands: 39 S., Bonn/Bad Godesberg (B.-Anst. Landeskd. Raumforsch.).
 - JERZ, H. (1993): Geologie von Bayern II – Das Eiszeitalter in Bayern. – 244 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- JERZ, H. & GROTTENTHALER, W. (1995): Quartärprofile mit Paläoböden in Südbayern. – *Geologica Bavarica*, **99**: 179–185, München.
- JERZ, H. & SCHMIDT-KALER, H. (1999): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt 7234 Ingolstadt. – 86 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- KLEINSCHNITZ, M. (2001): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7134 Gaimersheim. – 38 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- KLEINSCHNITZ, M. & KROEMER, E. (2002): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7233 Neuburg a. d. Donau. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- KORTFUNKE, C. (1992): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Donau Moores und seiner Umgebung. – *Dissertationes Botanicae*, **184**: 177 S., Stuttgart.
- LEMCKE, K. (1988): Geologie von Bayern I – Das bayerische Alpenvorland vor der Eiszeit. – 175 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- LEYDECKER, G. (2002): Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 800–2001. – Datenfile <http://www.bgr.de/quakecat>, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- LUTZ, C. W. (1921): Erdbeben in Bayern 1908/20. – Sitz.-Ber. Bayer. Akad. Wiss., Math.-phys. Kl., **1921**: 81–165, München.
- MÄDLER, K. (1964): Wolnzach I. Untersuchung auf Sporen der Proben M 1179 – M 1182 der Bohrung Wolnzach I. – Unveröff. Bericht an Bayer. Geol. L.-Amt, 2 S., Hannover.
- MÄDLER, K. (1965): Bohrung Wolnzach I, Bearbeitung (Sporen) der Proben M1293 – M1307 (Teufe 968,4–1300 m). – Unveröff. Ber. ITAG, 3 S., Hannover.
- MEIN, P. (1999): European Miocene Mammal Biochronology. – In: RÖSSNER, G. E. & HEISSIG, K. [Hrsg.]: The Miocene Land Mammals of Europe. – 25–38, München (Pfeil).
- MEYER, R. (1975): Mikrofazielle Untersuchungen in Schwamm-Biohermen und -Biostromen des Malm Epsilon (Ober-Kimmeridge) und obersten Malm Delta der Frankenalb. – *Geol. Bl. NO-Bayern*, **25**: 149–177, Erlangen.

10 Literatur und Karten

- MEYER, R. K. F. (2002): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7033 Titting. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KALER, H. (1983): Erdgeschichte sichtbar gemacht – Ein geologischer Führer durch die Altmühlalb. – 2. Aufl.: 260 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
 - MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KALER, H. (1990): Wanderungen in die Erdgeschichte: (I) Treuchtlingen–Solnhofen–Mörnsheim–Dollnstein. – 80 S., München (Pfeil).
 - MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KALER, H. (1991): Wanderungen in die Erdgeschichte: (II) Durchs Urdonautal nach Eichstätt. – 111 S., München (Pfeil).
- MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KALER, H. (1994): Fazieswandel und Probleme der Stratigraphie im Obermalm (Tithon) zwischen Solnhofen und Neuburg/D. (Bayern). – Erlanger geol. Abh., **24**: 1–49, Erlangen.
- MEYER, R. K. F., SCHMIDT-KALER, H., KAULICH, B. & TISCHLINGER, H. (1994): Wanderungen in die Erdgeschichte: (6) Unteres Altmühltal und Weltenburger Enge. – 152 S., München (Pfeil).
- MOSTAANPOUR, M. M. (1984): Einheitliche Auswertung krustenseismischer Daten in Westeuropa. Darstellung von Krustenparametern und Laufzeitanomalien. – Berliner geowiss. Abh., **B 10**: 96 S., Berlin.
- MURAWSKI, H. & MEYER, W. (1998): Geologisches Wörterbuch. – 10. Aufl.: 278 S., Stuttgart (Enke).
- PARTRIDGE, T. C. (1997): Reassessment of the position of the Plio-Pleistocene boundary: Is there a case for lowering it to the Gauss-Matuyama palaeomagnetic reversal? – Quarter. Internat., **40**: 5–10, Amsterdam.
- PLAUMANN, S. (1995): Die Schwerekarte 1:500 000 der Bundesrepublik Deutschland (Bouguer-Anomalien), Blatt Süd. – Geol. Jb., **E 53**: 3–13, Hannover.
- PÜRNER, TH. & FIEBIG, M. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7334 Reichertshofen. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- REMANE J. [Comp.] (2000): International Stratigraphic Chart. – o. Ort (UNESCO, IUGS).
- SALGER, M. & SCHMIDT-KALER, H. (1975): Sedimentpetrographische Gliederung der Lehme auf der Fränkischen Alb. – Geologica Bavarica, **74**: 151–161, München.
- SALVERMOSER, ST. (1999): Zur Sedimentologie gezeitenbeeinflusster Sande in der Oberen Meeresmolasse und Süßbrackwassermolasse (Ottangium) von Niederbayern und Oberösterreich. – Münchner Geol. H., **A 26**: 179 S., München.
- SCHAIRER, G. & YAMANI, S.-A. (1973): Ammoniten aus dem Dolomit von Großmehring bei Ingolstadt (Untertithon, Südliche Frankenalb, Bayern). – Mitt. Bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., **13**: 19–29, München.
- SCHMIDT-KALER, H. (1968): Erläuterungen zur Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7136 Neustadt a. d. Donau. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHMIDT-KALER, H. (1971): Erläuterungen zur Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 6932 Nennslingen. – 104 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHMIDT-KALER, H. (1983): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6934 Beilngries. – 74 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHMIDT-KALER, H. (1990): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7032 Bieswang. – 82 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

- SCHMIDT-KITTLER, N. (1990): A biochronologic subdivision of the European Paleogene based on mammals – Report on results of the Paleogene Symposium held in Mainz in February 1987. – NATO ASI Ser., **A 180**: 47–50, New York (Plenum).
- SCHÖNHARTING, G. (1974): Bodenvermessung und Interpretation zweier Z-Anomalien des Erdmagnetfeldes bei Ingolstadt und Vohburg an der Donau. – Veröff. Geophys. Observatorium Fürstenfeldbruck, **B 5**: 7–10, München.
- SEIDEL, M. & UNGER, H. J. (1999): Neue Bohraufschlüsse in der Oberen Süßwassermolasse Bayerns (OSM) zwischen Amper und Weilach. – *Geologica Bavarica*, **104**: 117–132, München.
- SPORBECK, O. & SCHLICHTMANN, H. (1990): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 173 Ingolstadt. – Geographische Landesaufnahme 1:200 000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands: 30 S., Bonn/Bad Godesberg (B.-Forsch.-Anst. Landeskd. Raumord.).
- STEININGER, F. F. (1999): Chronostratigraphy, Geochronology and Biochronology of the Miocene „European Land Mammal Mega-Zones“ (ELMMZ) and the Miocene „Mammal-Zones (Mn-Zones)“. – In: RÖSSNER, G. E. & HEISSIG, K. [Hrsg.]: *The Miocene Land Mammals of Europe*. – 9–24, München (Pfeil).
- STORZER, D., JESSBERGER, F., KUNZ, J. & LANGE, J.-M. (1995): Synopsis von Spaltspuren- und Kalium-Argon-Datierungen an Ries-Impaktgläsern und Moldaviten. – Exkursionsführ., Veröff. Ges. Geol. Wiss., **195**: 79–80, Berlin.
- STREIT, R. (1978): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7232 Burgheim Nord. – 222 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- TILLMANN, W. (1977): Zur Geschichte von Urmain und Urdonau zwischen Bamberg, Neuburg/Donau und Regensburg. – Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, **30**: 198 S., Köln.
- TILLMANN, W., BRUNNACKER, K. & LÖSCHER, M. (1983): Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte der Aindlinger Terrassentreppe zwischen Lech und Donau 1:50 000. – *Geologica Bavarica*, **85**: 1–31, München.
- TRÖGL, C. (2000): Ein Korallenriff aus dem Oberen Malm südlich von Dollnstein, Mittelfranken. – *Archaeopteryx*, **18**: 93–100, Eichstätt.
- TRAPPE, M. (1998): Neue konzeptionelle Aspekte zur Sedimentpetrographie postjurassischer Sedimente der Südlichen Frankenalb. – *Geol. Bl. NO-Bayern*, **48**: 89–102, Erlangen.
- UNGER, H. J. (1989): Die Lithozonen der Oberen Süßwassermolasse Südostbayerns und ihre vermutlichen zeitlichen Äquivalente gegen Westen und Osten. – *Geologica Bavarica*, **94**: 195–237, München.
- UNGER, H. J. (1999 a): Die tektonischen Strukturen der bayerischen Ostmolasse. – *Documenta naturae*, **125**: 1–16, München.
- UNGER, H. J. (1999 b): Die Geisenfeld-Abfolge – Gedanken zur pliozänen Entwässerung der bayerischen Molasse. – *Documenta naturae*, **125**: 47–97, München.
- UNGER, H. J. (im Druck a): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7435 Pfaffenhofen a. d. Ilm. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- UNGER, H. J. (im Druck b): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7535 Allershausen. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- UNGER, H. J., SCHUBERT, A., MEYER, R. K. F., RISCH, H. & RAST, U. (2001): Die Bohrung Geisenfeld GLA 26 und ihr geologisches Umfeld. – *Geologica Bavarica*, **106**: 5–24, München.
- UNGER, H. J. & SCHWARZMEIER, J. (1987): Bemerkungen zum tektonischen Werdegang Südostbayerns. – *Geol. Jb.*, **A 105**: 3–23, Hannover.

WIEDERHOLD, H. (2000): Reflexionsseismische Messungen zur Untersuchung von Struktur und Fazies des Malm im Nordteil der süd-deutschen Molasse (Region 10 Ingolstadt). – Unveröff. Ber. Inst. Geowiss. Gemeinschaftsaufg.: 17 S., Hannover.

WIRTH, E. & ELSTNER, F. (1970): Die Schichtenfolge der Erdölaufschlußbohrungen Eichstätt 1 und Daiting 1, Fränkische Alb. – *Geologica Bavarica*, **63**: 39–85, München.

ZEISS, A. (1968): Über Stratigraphie und Faziesräume des Malm der Frankenalb. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F.* **50**: 101–114, Stuttgart.

10.2 Kapitelübergreifende, weiterführende Literatur

ABELE, G. (1938): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Schrobenhausen, Nr. 552. – 51 S., München (Bayer. Oberbergamt).

BAUSCH, W. M. (1963): Der Obere Malm an der unteren Altmühl – Nebst einer Studie über das Riff-Problem. – *Erlanger geol. Abh.*, **49**: 38 S., Erlangen.

FRANK, H., DOPPLER, G. & SCHWERD, K. (2000): Grundlagen für eine moderne geologische Landesaufnahme in Bayern. – *Geologica Bavarica*, **105**: 23–48, München.

FREUDENBERGER, W., LINHARDT, E. & WROBEL, J.-P. (2000): Geologie, Hydrogeologie und Geochemie der Thermalwasserbohrung Treuchtlingen 2 (T 2). – *Geologica Bavarica*, **105**: 97–121, München.

- GROISS, J. TH., HAUNSCHILD, H. & ZEISS, A. (2000): Das Ries und sein Vorland. – *Slg. Geol. Führ.*, **92**: 1–271, Stuttgart (Borntraeger).

GUDDEN, H. (1982): Konzeption, Ablauf und Deutung der Ergebnisse der Forschungsboh-

rung Berching 1977. – *Geologica Bavarica*, **83**: 95–112, München.

GÜMBEL, C.W. VON (1889): Kurze Erläuterungen zu dem Blatte Ingolstadt (No. XV) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern. – 34 S., Cassel (Fischer).

GÜMBEL, C.W. VON (1891): Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Frankenjura) mit dem anstossenden fränkischen Keupergebiete. – 763 S., Kassel (Fischer).

JERZ, H., JUNG, D., UNGER, H. J. & MEYER, R. K. F. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7235 Vohburg a. d. Donau. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

JUNG, D. & WIERER, J. F. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7332 Burgheim-Süd. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

KLEINSCHNITZ, M., MEYER, R. K. F. & TRAPPE, M. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7133 Eichstätt. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

MEYER, R. K. F. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7034 Kipfenberg. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

MEYER, R. K. F. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7035 Schamhaupten. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

MEYER, R. K. F. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7135 Kösching. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

PÜRNER, TH. (2002): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7434 Hohenwart. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

SCHMIDT-KALER, H. (1987): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6933 Thalmässing. – 75 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

SCHMIDT-KALER, H. (1997): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7131 Monheim. – 159 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

SCHMIDT-KALER, H. & MEYER, R. K. F. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7132 Dollnstein. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

SCHNITZER, W. A. (1953): Sedimentpetrographische Untersuchungen an den postjurassischen Überdeckungsbildungen der mittleren südlichen Frankenalb. – Geol. Bl. NO-Bayern, **3**: 121–134, Erlangen.

SCHNITZER, W. A. (1965): Geologie des weißen Jura auf den Blättern Kipfenberg und Gaimersheim (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., **57**: 45 S., Erlangen.

SEIDEL, M. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7534 Petershausen. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

WIERER, J. F. & DOPPLER, G. (im Druck): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7433 Schrobenhausen. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).

WROBEL, J. P. (2000): Geologischer und hydrogeologischer Infopool, Projekt Region 10 (Ingolstadt) – Ganzheitliche geowissenschaftliche Landesaufnahme. – Geologica Bavarica, **105**: 63–71, München.

10.3 Weiterführende Literatur zu einzelnen Kapiteln

Zu Kapitel 2 Erdgeschichte

Die nachfolgend aufgeführten Veröffentlichungen enthalten zumeist auch wesentliche Informationen zur Schichtenfolge.

ANDRES, G. (1951): Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Hofstetten–Gaimersheim–Wettstetten nördlich Ingolstadt. – Geologica Bavarica, **7**: 1–54, München.

BIRZER, F. (1939): Verwitterung und Landschaftsentwicklung in der südlichen Frankenalb. – Z. dt. geol. Ges. **91**: 1–57, Berlin.

HÜTTNER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1999): Die geologische Karte des Rieses 1:50 000 – Erläuterungen zu Erdgeschichte, Bau und Entstehung des Kraters sowie zu den Impaktgesteinen. – Geologica Bavarica, **104**: 7–76, München.

MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KALER, H. (1989): Paläogeographischer Atlas des süddeutschen Oberjura (Malm). – Geol. Jb., **A 114**: 1–49, Hannover.

SCHNITZER, W. A. (1956): Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Denkendorf–Kösching nördlich Ingolstadt. – Geologica Bavarica, **28**: 1–47, München.

STEININGER, F. F., BERNOR, R. L. & FAHLBUSCH, V. (1989): European Neogene marine/continental chronologic correlations. – In: LINDSAY, E. H., FAHLBUSCH, V. & MEIN, P. [Hrsg.]: European Neogene mammal chronology. – 15–46, New York (Plenum).

Zu Kapitel 3 Schichtenfolge

Zu Kapitel 3.1 Jura

- FREYBERG, B. VON (1964): Geologie des Weißen Jura zwischen Eichstätt und Neuburg/Donau (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., **54**: 97 S., Erlangen.
- FREYBERG, B. VON (1968): Übersicht über den Malm der Altmühl-Alb. – Erlanger geol. Abh., **70**: 37 S., Erlangen.
- GROSS, J. TH. (1967): Mikropaläontologische Untersuchungen der Solnhofener Schichten im Gebiet um Eichstätt (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., **66**: 75–96, Erlangen.
- KÄSTLE, B. (1983): Die Geologie des Steinbruchreviers Kaldorf–Petersbuch–Erkertshofen mit einer mikrofaziellen Untersuchung der Bankfazies des Weißjura Delta in diesem Gebiet. – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München: 40 S., München.
- KEUPP, H. (1977a): Ultrafazies und Genese der Solnhofener Plattenkalke. – Abh. Naturhist. Ges. Nürnberg, **37**: 128 S., Nürnberg.
- KEUPP, H. (1977b): Der Solnhofener Plattenkalk – ein Blaugrünalgen-Laminat. – Paläont. Z., **51**: 102–106, Stuttgart.
- KOCH, R. (2000): Die neue Interpretation der Massenkalk des Süddeutschen Malm und ihr Einfluß auf die Qualität von Kalksteinen für technische Anwendungen. – *Archaeopteryx*, **18**: 43–65, Eichstätt.
- KOTT, R. (1989): Fazies und Geochemie des Treuchtlinger Marmors (Unter- und Mittel-Kimmeridge, Südliche Frankenalb). – Berliner geowiss. Abh., **A 111**: 115 S., Berlin.
- MEYER, R. K. F. (1977): Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits und der Massenkalk (Malm). – Erlanger geol. Abh., **104**: 40 S., Erlangen.
- MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KALER, H. (1993): Schwarze Kalke im Weißen Jura (Über die Bitumenfazies im Malm der Südlichen Frankenalb). – *Geologica Bavarica*, **97**: 155–166, München.
- MEYER, R. K. F., WAGNER, S. & WEINIG, H. (2000): Die Plattenkalke zwischen Solnhofen und Eichstätt: Fazieswechsel und Kalksteinabbau. – *Geologica Bavarica*, **105**: 201–215, München.
- PATZELT, J. B. (1963): Verbreitung, Gliederung und Lagerung des Malm auf den Kartenblättern Kösching und Vohburg (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., **50**: 12 S., Erlangen.
- RÖPER, M., LEICH, H. & ROTHGAENGER, M. (1999): Die Plattenkalke von Pfalzpaint. – 120 S., o. Ort (Eichendorf).
- SCHNITZER, W. A. (1965): Geologie des weißen Jura auf den Blättern Kipfenberg und Gaimersheim (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., **57**: 45 S., Erlangen.
- VIOHL, G. (1983): Forschungsprojekt Solnhofener Plattenkalke. – *Archaeopteryx*, **13**: 1–23, Eichstätt.
- VIOHL, G. (1998): Die Solnhofener Plattenkalke – Entstehung und Lebensräume. – *Archaeopteryx*, **16**: 37–68, Eichstätt.
- WELLNHOFER, P. (1988): Ein neues Exemplar von *Archaeopteryx*. – *Archaeopteryx*, **6**: 1–30, Eichstätt.
- ZEISS, A. (1964): Zur Verbreitung der Gattung *Gravesia* im Malm ζ der Südlichen Frankenalb. – *Geologica Bavarica*, **53**: 96–101, München.

Zu Kapitel 3.2 Kreide

- FAY, M. (1982): Die Schutzfelsschichten im Raum Regensburg–Kelheim: Bemerkungen zur Altersstellung, Genese und Unterscheid-

- dung von jüngeren Ablagerungen. – Geol. Bl. NO-Bayern, **32**: 1–13, Erlangen.
- LORENZ, W. & GWOSDZ, W. (1999): Tripel und Kieselkreide. – In: LORENZ, W. & GWOSDZ, W.: Bewertungskriterien für Industriemineralien, Steine und Erden. Teil 3: Quarzrohstoffe. – Geol. Jb., **H 6**: 100–111, Hannover.
- STREIT, R. (1986): Kieselkreide. – Geologica Bavarica, **86**: 497–499, München.
- STREIT, R. (1994): Welchen Bodenschätzen galt der frühere Bergbau auf dem Hainberg bei Neuburg an der Donau? – Geol. Bl. NO-Bayern, **44**: 249–260, Erlangen.
- TRAPPE, M. (1999): Die postjurassischen Sedimente im Bereich des Beckens von Pietenfeld (Südliche Frankenalb). – Archaeopteryx, **17**: 55–64, Eichstätt.
- Zu Kapitel 3.3 Tertiär**
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (1955): Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300 000. – 106 S., München.
- GALL, H & MÜLLER, D. (1970): Die Monheimer Höhensande. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **52**: 113–131, Stuttgart.
- HEISSIG, K. (1978): Fossilführende Spaltenfüllungen Süddeutschlands und die Ökologie ihrer oligozänen Huftiere. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **18**: 237–288, München.
- HEISSIG, K. (1983): Karstspaltenfüllungen, ein ungewöhnlicher Typ von Fossilfundstellen. – Archaeopteryx, **1**: 24–32, Eichstätt.
- HÜTTNER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1999): Die geologische Karte des Rieses 1:50 000 (2., überarbeitete Auflage). – Erläuterungen zu Erdgeschichte, Bau und Entstehung des Kraters sowie zu den Impaktgesteinen. – Geologica Bavarica, **104**: 7–76, München.
- LEMCKE, K., ENGELHARDT, W. VON & FÜCHTBAUER, H. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. – Beih. Geol. Jb., **11**: 181 S., Hannover.
- NEUMAIER, F., BLISSENBACH, E., WITTMANN, D., GRIMM, W.-D., STIEFEL, J., BATSCHKE, H. & MAYR, M. (1957): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse Niederbayerns. – Beih. Geol. Jb., **26**: 384 S., Hannover.
- PIRKENSEER, C. (2002): Mikropaläontologische Auswertung (Schwerpunkt Ostracoda) und paläoökologische Diskussion der miozänen Süßwasserablagerungen aus dem Raum Denkendorf anhand von Bohrkernen. – Unveröff. Dipl.-Arb. AG Paläont. u. Geobiol., Dept. Geo- u. Umweltwiss. Univ. München: 67 S., München.
- REICHENBACHER, B. (1993): Mikrofaunen, Paläogeographie und Biostratigraphie der miozänen Brack- und Süßwassermolasse in der westlichen Paratethys unter besonderer Berücksichtigung der Fisch-Otolithen. – Senckenbergiana lethaea, **73**: 277–374, Frankfurt/Main.
- RÖGL, F. (1996): Stratigraphic correlation of the Paratethys Oligocene and Miocene. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **41**: 65–73, Wien.
- RÖSSNER, G. & HEISSIG, K. [Hrsg.] (1999): The Miocene Land Mammals of Europe. – 515 S., München (Pfeil).
- SCHLOSSER, M. (1916): Neue Funde fossiler Säugetiere in der Eichstätter Gegend. – Abh. Königl. Bayer. Akad. Wiss., Math. Nat. Kl., **28**: 1–78, München.
- SCHMIDTILL, E. (1939): Die in Obereichstätt verhütteten Eisenerze des Eichstätter Landes. – Sammelbl. Hist. Ver. Eichstätt **54**: 56 S., Eichstätt.

SCHNITZER, W. A. (1986): Sedimentologische Untersuchungen der obermiozänen Süßwasserablagerungen bei Denkendorf (Südliche Frankenalb). – Geol. Bl. NO-Bayern, **36**: 83–98, Erlangen.

STEPHAN, W. (1952): Ein tortoner vulkanischer Brockhorizont in der Oberen Süßwassermolasse Bayerns. – Geologica Bavarica, **14**: 76–85, München.

ULBIG, A. (1994): Vergleichende Untersuchungen an Bentoniten, Tuffen und sandig-tonigen Einschaltungen in den Bentonitlagerstätten der Oberen Süßwassermolasse Bayerns. – Unveröff. Diss. Techn. Univ. München: 245 S., München.

UNGER, H. J. (1993): Neue Bohraufschlüsse in der bayerischen Ostmolasse und ihre geologische Interpretation. – Geologica Bavarica, **97**: 89–103, München.

UNGER, H. J., FIEST, W. & NIEMEYER, A. (1990): Die Bentonite der ostbayerischen Molasse und ihre Beziehungen zu den Vulkaniten des Pannonischen Beckens. – Geol. Jb., **D 96**: 67–112, Hannover.

ZÖBELEIN, H. K. (1985): Stratigraphie der nördlichen und teils mittleren Vorlandmolasse zwischen Hegau und Isar anhand von 11 Profilen. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **25**: 209–273, München.

ZÖBELEIN, H. K. & FÜCHTBAUER, H. (1986): Grimmelfinger Schichten (Helvet der Vorlandmolasse) bei Manching und Ingolstadt an der Donau und ihre Beziehung zur Nachbarschaft. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **26**: 137–162, München.

Zu Kapitel 3.4 Tertiär bis Quartär

BOLLINGER, TH. & RUMMEL, M. (1994): Säugerfunde aus Karstspalten – die komplexe Genese am Beispiel eines Steinbruches bei Petersbuch, Südliche Frankenalb. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **34**: 239–264, München.

TRAPPE, M. (1999): Differenzierungsmöglichkeiten von Hochflächenschottern am Beispiel der Südlichen Frankenalb. – Zbl. Geol. Paläont., Teil I, **5–6**: 281–288, Eichstätt.

Zu Kapitel 3.5 Quartär

BECKER-HAUMANN, R. (1995): Zur Korrelation der Aindlinger Terrassentreppe mit der Mindel-Lech-Platte. – Geologica Bavarica, **99**: 165–178, München.

DEHM, R. (1962): Altpleistozäne Säuger von Schernfeld bei Eichstätt in Bayern. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **2**: 17–61, München.

FIEBIG, M. (1999): Zur Geologischen Aufnahme von quartären Lockergesteinen. – Z. geol. Wiss., **27** (1/2): 135–152, Berlin.

HILGART, H. (1995): Die geomorphologische Entwicklung des Altmühl- und Donautales im Raum Dietfurt–Kehlheim–Regensburg im jüngeren Quartär. – Forsch. dt. Landeskde., **242**: 336 S., Trier.

KILIAN, R. & LÖSCHER, M. (1979): Zur Stratigraphie des Rainer Hochterrassenschotters östlich des unteren Lechs. – Heidelberger Geogr. Arb., **49**: 210–218, Heidelberg.

LÖSCHER, M. (1976): Die präwürmzeitlichen Schotterablagerungen in der nördlichen Iller-Lech-Platte. – Heidelberger Geogr. Arb., **45**: 1–160, Heidelberg.

LÖSCHER, M. & SCHEUENPFLUG, L. (1981): Der altpleistozäne Donaulauf und der untere Deckschotter in der nördlichen Iller-Lech-Platte. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **96**: 335–343, Stuttgart.

SCHAEFER, I. (1953): Die donauzeitlichen Ablagerungen an Lech und Wertach. – Geologica Bavarica, **19**: 16–64, München.

SCHAEFER, I. (1966): Der Talknoten von Donau und Lech. – Mitt. Geogr. Ges. München, **51**: 59–111, München.

SCHELLMANN, G. [Hrsg.] (1994): Beiträge zur jungpleistozänen und holozänen Talgeschichte im deutschen Mittelgebirgsraum und im Alpenvorland. – Düsseldorf Geogr. Schr., **34**: 146 S., Düsseldorf.

STADT INGOLSTADT [Hrsg.] (1989): Steinzeitliche Kulturen an Donau und Altmühl. – 229 S., Ingolstadt.

TILLMANN, W., MÜNZING, K., BRUNNACKER, K. & LÖSCHER, M. (1982): Die Rainer Hochterrasse zwischen Lech und Donau. – Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N.F. **64**: 79–99, Stuttgart.

TRAPPE, M. (1996): Eiszeitliche Sedimente im Bereich der südlichen Frankenalb. – Globulus, **1996**: 55–64, Eichstätt.

WEINIG, H. & DOBNER, A. (1980): Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Donau und Main. – 44 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

Zu Kapitel 4 Tektonischer Bau

FREYBERG, B. VON (1969): Tektonische Karte der Fränkischen Alb und ihrer Umgebung. – Erlanger geol. Abh., **77**: 81 S., Erlangen.

SCHRÖDER, B. (1976): Saxonische Tektonik im Ostteil der Süddeutschen Scholle. – Geol. Rdsch., **65**: 34–54, Stuttgart.

Zu Kapitel 5 Geophysikalische Untersuchungen

BADER, K. & FISCHER, K. (1987): Das präriesische Relief in den Massenkalken im südöstlichen Riesvorland (Riestrümmermassengebiet). – Geol. Bl. NO-Bayern, **37**: 123–142, Erlangen.

HOMILIUS, J., WEINIG, H., BROST, E. & BADER, K. (1983): Geologische und Geophysikalische Untersuchungen im Donauquartär zwi-

schen Ulm und Passau. – Geol. Jb., **E 25**: 3–73, Hannover.

Zu Kapitel 7 Geotope

AD-HOC AG GEOTOPSCHUTZ (1996): Arbeitsanleitung Geotopschutz in Deutschland – Leitfaden der Geologischen Dienste der Länder der Bundesrepublik Deutschland. – Angew. Landschaftsökol., **9**: 1–105, Bonn-Bad Godesberg.

LAGALLY, U., KUBE, W. & FRANK, H. (1994): Geowissenschaftlich schutzwürdige Objekte in Oberbayern. – Erdwiss. Beitr. Naturschutz, **1** (2., überarb. Aufl.): 168 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

10.4 Kartengrundlagen

Zum einfacheren Auffinden sind die nachfolgenden Karten thematisch sowie nach Maßstab und Blattnummern geordnet. Die jeweiligen Verfasser, das Erscheinungsjahr, bei nicht gedruckten Karten das Jahr der Fertigstellung, der Herausgeber bzw. bei unveröffentlichten Karten die verantwortliche Institution werden im Anschluß an den Erscheinungsort in Klammern genannt.

Geologische Karte von Bayern 1:25 000 (Positionsblätter):

Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 492 Burgheim. – Unveröff. Manuskriptkt., München (STEPHAN, W. 1951, Bayer. Geol. L.-Amt).

Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 521 Ehekirchen. – Unveröff. Manuskriptkt., München (STEPHAN, W. 1951, Bayer. Geol. L.-Amt).

Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 522 Langenmosen. – Unveröff. Manuskriptkt., München (STEPHAN, W. 1951, Bayer. Geol. L.-Amt).

10 Literatur und Karten

- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 523 Karlshuld. – Unveröff. Manuskriptkt., München (THÜRACH, H. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 524 Reichertshofen. – Unveröff. Manuskriptkt., München (THÜRACH, H. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 550 Pöttmes. – Unveröff. Manuskriptkt., München (STEPHAN, W. 1951, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 552 Schrobenhausen. – München (ABELE, G. 1937, Bayer. Oberbergamt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 553 Pfaffenhofen. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 554 Uttenhofen. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 555 Au. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 581 Wittelsbach. – Unveröff. Manuskriptkt., München (STEPHAN, W. 1951, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 582 Gerslbach. – Unveröff. Manuskriptkt., München (STEPHAN, W. 1951, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 583 Scheyern. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. o. Jahr, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 584 Paunzhausen. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 585 Attenkirchen. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 611 Indersdorf. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. & STEPHAN, W. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 612 Petershausen. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 613 Hohenkammer. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte 1:25 000, Blatt Nr. 614 Freising. – Unveröff. Manuskriptkt., München (ABELE, G. 1950, Bayer. Geol. L.-Amt).

Geologische Karte von Bayern 1:25 000 (Meßtischblätter)

Die Zitate der zu den Kartenblättern gehörigen Erläuterungen können unter den Bearbeiternamen in den Kapiteln 10.1 und 10.2 gefunden werden.

Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 6932 Nennslingen. – München (SCHMIDT-KALER, H. 1971, Bayer. Geol. L.-Amt).

Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 6933 Thalmässing. – München (SCHMIDT-KALER, H. 1987, Bayer. Geol. L.-Amt).

Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 6934 Beilngries. – München (SCHMIDT-KALER, H. 1984, Bayer. Geol. L.-Amt).

Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 6935 Dietfurt. – Unveröff. digit. Teilk., München (MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KALER, H. in Vorb. , Bayer. Geol. L.-Amt).

Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7032 Bieswang. – München (SCHMIDT-KALER, H. 1990, Bayer. Geol. L.-Amt).

-
- Geologische Karte des Gradabteilungsblattes Titting [7033]. – Erlangen (EDLINGER, G. VON 1964, Geol. Bl. NO-Bayern, **56**).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7033 Titting. – München (MEYER, R. K. F. & EDLINGER, G. VON 2002, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte der Malmtafel auf den Gradabteilungsblättern Kipfenberg und Gaimersheim [7034, 7134]. – Erlangen (SCHNITZER, W. A. 1964, Geol. Bl. NO-Bayern, **57**).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7034 Kipfenberg. – München (MEYER, R. K. F. & SCHMIDT-KALER, H. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte der Gradabteilungsblätter Schamhaupten und Riedenburg [7035, 7036]. – Erlangen (BAUSCH, W. M. 1963, Geol. Bl. NO-Bayern, **49**).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7035 Schamhaupten. – München (MEYER, R. K. F. 2001, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7036 Riedenburg. – Unveröff. digit. Teilk., München (MEYER, R. K. F. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7131 Monheim. – München (SCHMIDT-KALER, H. 1995, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7132 Dollnstein. – München (SCHMIDT-KALER, H. & MEYER, R. K. F. 1998, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7133 Eichstätt. – München (KLEINSCHNITZ, M., MEYER, R. K. F. & TRAPPE, M. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7134 Gaimersheim. – München (KLEINSCHNITZ, M. 2002, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7135 Kösching. – München (MEYER, R. K. F. 2001, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7136 Neustadt a. d. Donau. – München (SCHMIDT-KALER, H. & DIEZ, T. 1968, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7231 Genderkingen. – Unveröff. digit. Teilk., München (SCHMIDT-KALER, H., KLEINSCHNITZ, M. & GROTTENTHALER, W. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7232 Burgheim Nord. – München (STREIT, R. 1978, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7233 Neuburg a. d. Donau. – München (KLEINSCHNITZ, M. & KROEMER, E. 2002, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7234 Ingolstadt. – München (JERZ, H. & SCHMIDT-KALER, H. 1995, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7235 Vohburg a. d. Donau. – München (JERZ, H., JUNG, D., UNGER, H. J. & MEYER, R. K. F. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7236 Münchsmünster. – Unveröff. digit. Teilk., München (FIEBIG, M., JUNG, D. & UNGER, H. J. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7331 Rain. – Unveröff. digit. Teilk., München (JUNG, D. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7332 Burgheim Süd. – München (JUNG, D. & WIERER, J. F. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).

10 Literatur und Karten

- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7333 Karlshuld. – München (FIEBIG, M. & PÜRNER, TH. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7334 Reichertshofen. – München (PÜRNER, TH. & FIEBIG, M. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7335 Geisenfeld. – München (UNGER, H. J., ANNAU, R. & JUNG, D. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7336 Mainburg. – Unveröff. digit. Teilk., München (UNGER, H. J. & JUNG, D. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7432 Pöttmes. – Unveröff. digit. Teilk., München (WIERER, J. F. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7433 Schrobenhausen. – München (WIERER, J. F. & DOPPLER, G. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7434 Hohenwart. – München (PÜRNER, TH. 2002, Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7435 Pfaffenhofen a. d. Ilm. – München (UNGER, H. J. & SEIDEL, M. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7436 Au i. d. Hallertau. – Unveröff. digit. Teilk., München (SEIDEL, M. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7533 Kühbach. – Unveröff. digit. Teilk., München (ANNAU, R. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7534 Petershausen. – München (SEIDEL, M. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7535 Allershausen. – München (UNGER, H. J. in Vorb., Bayer. Geol. L.-Amt).
- Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000**
- Geologische Übersichtskarte 1:200 000, Blatt Nr. CC 7126 Nürnberg. – Hannover (BERGER, K., HAUNSCHILD, H., SCHMIDT-KALER, H., WAGNER, G. H. & HÜTTNER, R. 1977, B.-Anst. Geowiss., Rohst.).
- Geologische Übersichtskarte 1:200 000, Blatt Nr. CC 7134 Regensburg. – Hannover (MEYER, R. K. F., MIELKE, H., SCHMIDT-KALER, H. & UNGER, H. J. 1994, B.-Anst. Geowiss., Rohst.).
- Geologische Übersichtskarte 1:200 000, Blatt Nr. CC 7926 Augsburg. – Hannover (DOPPLER, G. & MEYER, R. K. F. 2001, B.-Anst. Geowiss. Rohst.).
- Geologische Übersichtskarte 1:200 000, Blatt Nr. CC 7934 München. – Hannover (UNGER, H. J., DOPPLER, G. & JERZ, H. 1991, B.-Anst. Geowiss. Rohst.).
- Geologische Übersichts- und Sonderkarten verschiedener Maßstäbe**
- Geologische Karte von Bayern 1:500 000. – München (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] 1996).
- Geologische Übersichtskarte der süddeutschen Molasse 1:300 000. – München (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] 1955)
- Geologische Karte des Donautales 1:200 000. – Hannover (WEINIG, H. in HOMILIUS, J. et al. 1983, B.-Anst. Geowiss., Rohst.)
- Geognostische Karte des Königreichs Bayern, Blatt Ingolstadt No. XV 1:100 000. – Cassel (GÜMBEL, C. W. VON 1889, Fischer).

Geologische Karte des Naturparks Altmühltal 1:100 000. – München (SCHMIDT-KALER, H. 1979, Bayer. Geol. L.-Amt).

Geologische Karte des Rieses 1:50 000. – München (HÜTTNER, R. & SCHMIDT-KALER, H. 1999, Bayer. Geol. L.-Amt).

Geologische Übersichtskarte der Aindlinger Terrassentreppe zwischen Lech und Donau 1:50 000. – München (TILLMANN, W. & BRUNNACKER, K. 1983, Bayer. Geol. L.-Amt).

Bodenkarten und Standortkundliche Bodenkarten von Bayern

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50 000, Blatt L 7532 Schrobenhausen. – München (HOLZNER, G., PETSCHL, A., & SCHLEGEL, H. 1986, Bayer. Geol. L.-Amt).

Bodenkarte des Donaumooses, 1:25 000. – München (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU [Hrsg.] 1978).

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7334 Reichertshofen. – München (WITTMANN, O., BÖHM, A., SCHLEGEL, H. & SCHOLZ, G. 1980, Bayer. Geol. L.-Amt).

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7335 Geisenfeld. – München (WITTMANN, O. & HOFMANN, B. 1980, Bayer. Geol. L.-Amt).

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7336 Mainburg. – München (WITTMANN, O. & RÜCKERT, G. 1980, Bayer. Geol. L.-Amt).

Bodenkarte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7433 Schrobenhausen. – München (DIEZ, TH. 1968, Bayer. Geol. L.-Amt).

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7434 Hohenwart. – München (WITTMANN, O., RÜCKERT, G. & KELLER, X. 1980, Bayer. Geol. L.-Amt).

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7435 Pfaffenhofen a. d. Ilm. – München (WITTMANN, O. & BÖHM, A. 1980, Bayer. Geol. L.-Amt).

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7436 Au i. d. Hallertau. – München (WITTMANN, O., SCHOLZ, G. & SCHLEGEL, H. 1980, Bayer. Geol. L.-Amt).

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7534 Petershausen. – München (WITTMANN, O. & HOFMANN, B. 1980, Bayer. Geol. L.-Amt).

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25 000, Blatt Nr. 7535 Allershausen. – München (WITTMANN, O. & SCHMIDT, F. 1980, Bayer. Geol. L.-Amt).

Sonstige Karten

Digitales Geländemodell (DGM 25). – München (BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT).

Special Karte des Königlich baierischen Landrichteramts Bezirk Neuburg. – Eichstätt (REBER, P. 1808).

Plan des unter der Cultur stehenden Churfürstlichen Schrobenhauser oder Donauer Lehen Mooses. – o. Ort (RIEDL, A. VON 1792).

11 Glossar

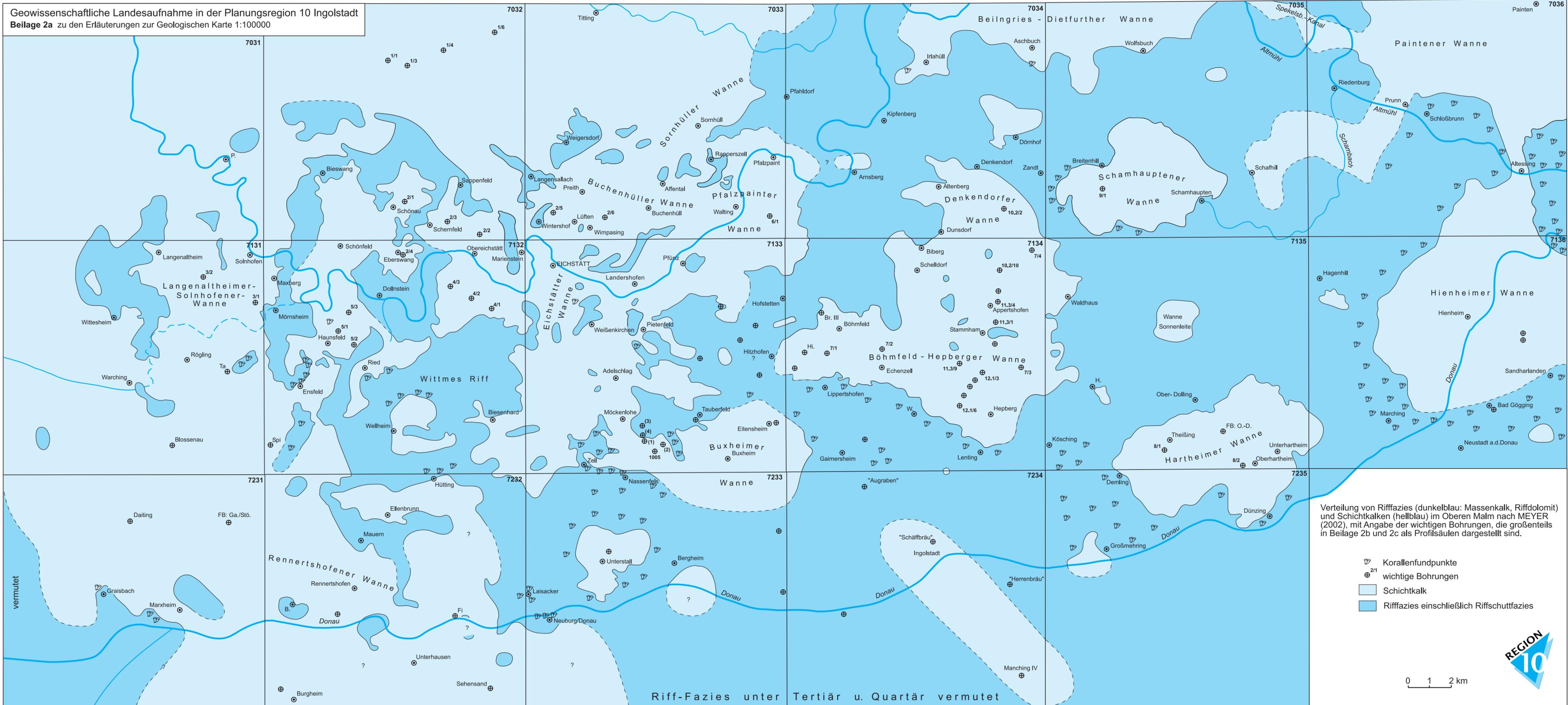
Erläuterung einiger im vorangegangenen Text verwendeter, nicht allgemein gebräuchlicher oder in der Verwendung nicht eindeutig festgelegter Fachbegriffe. Zusätzliche Auskunft über die geologische Fachterminologie geben Wörterbücher wie z.B. MURAWSKI & MEYER (1998; s. Kap. 10.1). (→) verweist auf einen an anderer Stelle erklärten Begriff.

AD:	Jahre nach Christi Geburt (anno domini); Maßeinheit von kalibrierten Radiokarbon- (^{14}C -) Altern; aufgrund der Kalibrierung direkt mit der Kalenderrechnung vergleichbar
Aufarbeitungslage:	Horizont aus Resedimenten (→)
Autochthones Tal:	Tal mit weitgehend auf eine Landschaftseinheit beschränktem Einzugsbereich; im Alpenvorland für Täler ohne Anschluß an frisches Gesteinsmaterial aus den Alpen
Bankkalk:	geschichteter Kalkstein mit einer Schichtmächtigkeit über 10 cm
BC:	Jahre vor Christi Geburt (before christ); Maßeinheit von kalibrierten Radiokarbon- (^{14}C -) Altern; aufgrund der Kalibrierung direkt mit der Kalenderrechnung vergleichbar
Böhmische Masse:	herausgehobener Grundgebirgsbereich mit Schwerpunkt in Tschechien, als ostbayerisches Grundgebirge nach Bayern herüberreichend
BP:	Jahre vor 1950 (before present); Maßeinheit von konventionellen Radiokarbon- (^{14}C -) Altern; aufgrund fehlender Kalibrierung nicht direkt mit der Kalenderrechnung vergleichbar
Chronostratigraphie:	Einteilung der Gesteine in Einheiten mit zeitlich festgelegten Grenzen
Fäule:	historische Bezeichnung aus den Kalksteinbrüchen der Alb für nicht nutzbaren, feinstschiefrigen bis blättrigen Mergelkalkstein zwischen den abbaubaren Flinzen (→)
Fazies:	1. Gesteinsausprägung; 2. Entstehungsmilieu
Flinz:	1. historische Bezeichnung aus den Kalksteinbrüchen der Alb für technisch nutzbaren Platten- oder Bankkalk; 2. volkstümliche Bezeichnung für die glimmerreichen, sandigen bis mergeligen Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse
Intraklast:	Aufarbeitungsprodukt aus bereits mehr oder weniger verfestigtem Sediment innerhalb eines Sedimentationsraumes

Kalkschiefer:	ebenflächig feingeschichteter Kalkstein mit einer Schichtmächtigkeit unter 1 cm
Kalksteinknauer:	knollig-wulstige Kalksteinkonkretion von wenigen Zentimetern bis Dezimetern Größe (Löbkindel-artig →) in Molassesedimenten
Krumme Lage:	historische Bezeichnung aus den Kalksteinbrüchen der Alb für meist feingeschichteten Kalkstein mit deutlicher, durch subaquatische Gleitvorgänge verursachter Verbiegung und Faltung
Latentschiefer:	schlecht spaltender Kalkschiefer (→)
Lithologie:	ursprünglich Gesteinskunde; hier gebraucht im engeren Sinne für petrographische Gesteinszusammensetzung
Lithostratigraphie:	Einteilung der Gesteine in nebeneinander oder übereinander folgende Einheiten unterschiedlicher, aber innerhalb einer Einheit charakteristischer lithologischer Zusammensetzung; Grenzen der lithostratigraphischen Einheiten vielfach schräg durch die Zeit laufend
Lithozone:	nach lithologischen Kriterien (z. B. Schwermineralspektrum) definierte, stratigraphische Einheit
Löbkindel:	knollig-wulstige Kalksteinkonkretion von wenigen Zentimetern bis Dezimetern Größe; meist durch Wiederausfällung gelösten Kalks in der Grenzschicht zwischen verwittertem und noch kalkführendem Löß entstanden
Matrix:	feinkörnige Grundmasse eines Sedimentes im Unterschied zu darin eingebetteten, größeren Komponenten (z. B. Fossilbruchstücke, Gerölle)
Mikrit:	sehr feinkörniges, kalkiges oder dolomitisches Sedimentgestein; Einzelbestandteile mit bloßem Auge nicht mehr auflösbar
Onkoid:	rundlich-elliptischer Kalksteinkörper von Millimeter- bis Zentimeter-Größe aus einem festen Kern (z. B. Fossilrest oder Gesteinsbruchstück) und darum vielfach mit Hilfe von Algen konzentrisch schalig ausgeschiedenen Calcitkrusten
Plattenkalk:	ebenflächig geschichteter Kalkstein mit einer Schichtmächtigkeit von 1–10 cm
Resediment:	aufgearbeitetes und wieder abgelagertes, unverfestigtes oder verfestigtes Sediment; in Molasseablagerungen häufig in Form von Feinsediment-Geröllen, Kalksteinkonkretionen bis –knauern (→) oder Restgeröllen (s. auch Aufarbeitungslage →).
Restgeröll:	verwitterungs- und transportresistentes Geröll, vorwiegend aus Quarz, Kristallin oder kieseligem Gestein

11 Glossar

Restschotter:	Schotter mit aufgrund von Verwitterungs- und Umlagerungsvorgängen auf widerstandsfähige Gesteine reduziertem Geröllspektrum (s. auch Restgeröll→)
Schuttkalk:	Kalkstein mit Bruchstücken vorwiegend aus dem Riffbereich (Riffschutt); bei mit freiem Auge nicht mehr unterscheidbaren Partikeln als Feinschuttkalk bezeichnet und häufig durch reinweiße Farbe und mehlig-kreidiges Aussehen charakterisiert
Spurenschiefer:	Kalkschiefer (→) mit fossilen Lebensspuren wie z.B. Wühlstrukturen schlammbewohnender Organismen
Tuberoide:	Sammelbegriff für dunkle, knollig-rundliche Partikel im Kalkstein; Partikel meist Millimeter- bis Zentimeter-groß, vor allem aus Bruchstücken von verkalkten Kieselschwämmen und Mikrobenkrusten (auch tuberolithisch = mit Tuberoïden)
Wilde Lage:	historische Bezeichnung aus den Kalksteinbrüchen der Alb für eine ebenflächig begrenzte, feinkörnige Kalksteinbank mit aufgrund subaquatischer Gleitvorgänge verfalteter bis verwürgter Internstruktur



Verteilung von Riffazies (dunkelblau: Massenkalk, Riffdolomit) und Schichtkalken (hellblau) im Oberen Malm nach MEYER (2002), mit Angabe der wichtigen Bohrungen, die großenteils in Beilage 2b und 2c als Profilsäulen dargestellt sind.

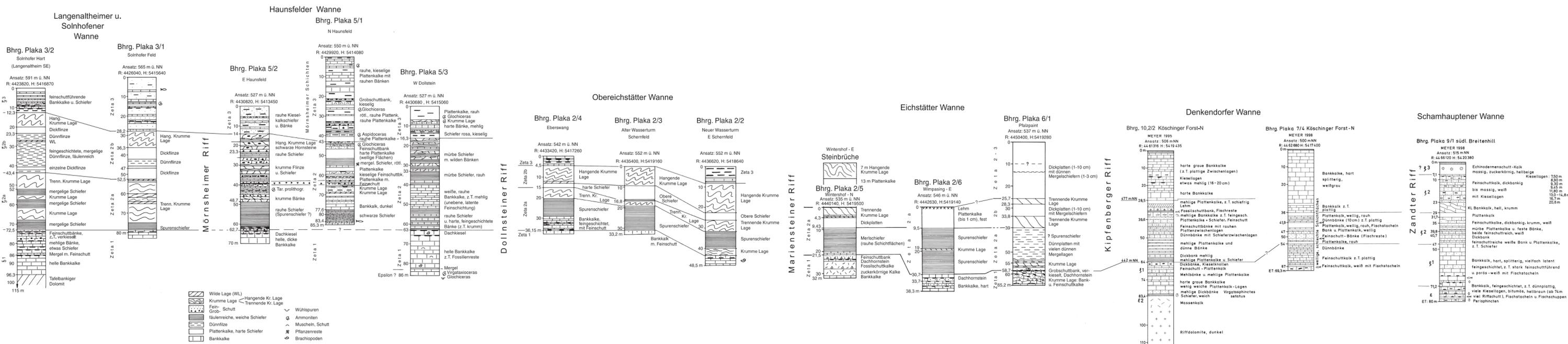
-  Korallenfundpunkte
-  wichtige Bohrungen
-  Schichtkalk
-  Riffazies einschließlich Riffschuttfazies

0 1 2 km



Beilage 2b zu den Erläuterungen zur Geologischen Karte 1 : 10000

Veränderung von Fazies und Mächtigkeit der Plattenkalkabfolge des Oberen Malm in den nördlichen Wannen von Solnhofen im W bis Schamhaupten im E anhand von Bohrprofilen



Beilage 2c zu den Erläuterungen zur Geologischen Karte 1 : 10000

Veränderung von Fazies und Mächtigkeit der Plattenkalk- und Bankkalk-Abfolgen des Oberen Malm in den südlichen Wannen von Gansheim/Rennertshofen im W bis Hartheim im E anhand von Bohrprofilen

