



**Geologische Karte von Bayern
1 : 25 000**

**Erläuterungen zum Blatt
6026 Werneck**



geologie



Geologische Karte von Bayern
1 : 25 000

Erläuterungen zum Blatt
6026 Werneck

Bearbeiter:
Walter Freudenberger

136 Seiten, 22 Abbildungen, 5 Tabellen, 1 Beilage,
Augsburg 2010

Umwelt Spezial
Geologische Karte

Impressum

Geologische Karte von Bayern 1: 25000
Erläuterungen zum Blatt 6026 Werneck
ISBN: 978-3-936385-66-3

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821)9071-0
Fax.: (0821)9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung/Text/Konzept:

Dipl.-Geologe Dr. Walter Freudenberger
Bayerisches Landesamt für Umwelt

Redaktion:

LfU, Referat 101, Dr. Wolfgang Dorn
Bayerisches Landesamt für Umwelt

Bildnachweis:

Breitner, Martin, Burgundenstr. 16, 92318 Neumarkt: Abb. 22; Büttner, Georg, LfU-Hof: Abb. 3; Ernst, Robert, Lindenstr. 69, 74245 Löwenstein-Höflinsülz: Abb. 7, 8, 11, 14, 15; Dr. Freudenberger, Walter, LfU-Hof: Abb. 12, 18, 19, 20, 21; Geyer, Gerd, LfU-Hof: Abb. 6, 13; Mazanek, Robert, Perekkerstr. 5, 81477 München: Abb. 9, 10

Titelfoto:

Oberer Muschelkalk im Steinbruch an der Autobahn WNW Mühlhausen. Die Aufschlusswand zeigt die für Unterfranken typische Ausbildung des Oberen Muschelkalks. Die herausgewitterten Kalksteinbänke markieren als Tempestite die Basis der zahlreichen Sedimentationszyklen. Foto: Gerd Geyer 2002.

Druck:

Pauli Offsetdruck e. K., Am Saaleschlößchen 6, 95145 Oberkotzau
Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier

Stand:

Juni 2010

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Broschüre auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Naturräumlicher Überblick	6
1.1 Naturgeographische Aspekte	6
1.2 Hydrogeologische Aspekte	10
1.3 Rohstoffgeologische Aspekte	13
1.4 Bodenkundliche Aspekte	15
2 Erdgeschichte	16
3 Schichtenfolge	20
3.1 Trias	20
3.1.1 Muschelkalk	20
3.1.1.1 Mittlerer Muschelkalk	23
3.1.1.2 Oberer Muschelkalk	27
3.1.2 Keuper	44
3.1.2.1 Unterer Keuper	45
3.1.2.2 Mittlerer Keuper	66
3.2 Tertiär	72
3.2.1 Pliozän	72
3.2.1.1 Flussschotter (Hochschotter) oder Schotter	72
3.3 Quartär	73
3.3.1 Pleistozän	73
3.3.1.1 Ablagerungen des Mains	73
3.3.1.2 Ablagerungen der Wern und des Mühlbachs	76
3.3.1.3 Äolische Deckschichten (Windablagerungen)	77
3.3.2 Holozän	79
3.3.2.1 Lehm- oder Schuttdecke	80
3.3.2.2 Schutt- oder Schwemmkegel	80
3.3.2.3 Talfüllung, polygenetisch oder fluviatil	81
3.3.2.4 Künstliche Ablagerungen	83

4	Tektonischer Bau	84
4.1	Einleitung und Überblick	84
4.2	Verbiegungen	85
4.2.1	Bergtheimer Mulde	85
4.2.2	Schweinfurter Mulde	86
4.2.3	Volkacher Gewölbe	88
4.2.4	Arnsteiner Sattel	88
4.2.5	Schwanfelder Mulde	88
4.3	Bruchtektonik	89
4.3.1	Verwerfungen	89
4.3.1.1	Gänheim–Eßleben–Schwanfelder Störungszone	89
4.3.2	Klüftung	94
4.4	Alter der Tektonik	94
5	Geologische Aufschlüsse, Geotope	97
5.1	Geologische Aufschlüsse	97
5.2	Geotope	111
6	Bohrungen	112
7	Literatur	119

Vorwort

Die Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000 Blatt Nr. 6026 Werneck wurde in den Jahren 1995 und 1997 aufgenommen, die Drucklegung konnte aus organisatorischen Gründen aber erst später erfolgen (FREUDENBERGER 2010). Das Kartenblatt war wiederholt Gegenstand geologischer Erforschung. Von H. NATHAN sind handkolorierte Geländeaufnahmen im Maßstab 1 : 25 000 aus den Jahren 1926–1929 im Archiv des Bayerischen Landesamtes für Umwelt.

Die erste geologische Karte mit Erläuterungen, auf der Blatt Werneck erscheint, ist das Teilblatt Kitzingen des Blattes Windsheim (Nr. XXII) der Geognostischen Karte von Bayern 1 : 100 000, bearbeitet und erläutert von SCHUSTER & NATHAN (1934 bzw. 1937) (vgl. VOSSMERBÄUMER 1983: 26ff.). Auf der Geologischen Übersichtskarte des Maintales 1 : 200 000 (SCHWARZMEIER 1980) sowie auf der Geologischen Übersichtskarte 1 : 200 000, CC 6326 Bamberg (FREUDENBERGER 1994) ist das Kartenblatt ebenfalls erfasst.

Teilkartierungen lagen aus dem Institut für Geologie der Universität Würzburg vor, die unter der Leitung von Prof. Dr. A. WURM bzw. Prof. Dr. H. VOSSMERBÄUMER als Diplomarbeiten angefertigt wurden: HOFMANN (1952), WOINACK (1982), GHOLAMI (1984), BREITNER (1986), DRUCKENBROD (1986) und BRAUN (1996). Ebenso konnte die Diplomarbeit von DEDE (1959), die unter der Leitung von Prof. Dr. L. RÜGER an der TU München angefertigt wurde, eingesehen werden.

Herrn Prof. Dr. H. VOSSMERBÄUMER (ehemals Institut für Geologie der Universität Würzburg) sowie Prof. Dr. G. SPAUN (TU München) danke ich für die bereitwillig gestattete Einsichtnahme in diese Diplomarbeiten. Die Diplomarbeit BRAUN (1996) wurde dankenswerterweise von Dr. M. REIMANN (Fa. Knauf, Iphofen) zur Verfügung gestellt. Besonderer Dank gilt auch Herrn Dipl.- Geol. R. ERNST (Löwenstein-Höflinsülz) sowie Herrn Dipl.-Geol. O. SCHMID (Renningen). Sie stellten freundlicherweise die Ergebnisse ihrer biostratigraphischen Arbeit im Oberen Muschelkalk zur Verfügung.

1 Naturräumlicher Überblick

1.1 Naturgeographische Aspekte

Die Grundzüge der Naturgeographie von Unterfranken sind, was Landschaftsökologie, Landschaftsgenese und landschaftsräumlichen Vergleich betrifft, umfassend von MÜLLER (1996) beschrieben.

Das Blatt Nr. 6026 Werneck 1: 25 000 (Abb. 1) wird entsprechend der naturräumlichen Gliederung (Abb. 2) den Maindreieck-Gäuplatten zugerechnet, die den zentralen Bereich der Mainfränkischen Platten einnehmen (WITTMANN 1991, FREUDENBERGER 2003a). Das Landschaftsbild wird im Wesentlichen durch die flachwellige Gäufläche geprägt. Die steilen Hänge im Tal der Wern sowie deren Nebentäler zwischen Mühlhausen und Gänheim werden von den harten Kalk- und Kalkmergelsteinen des Oberen Muschelkalks gebildet, der im NW des Blattes zum geomorphologisch bedeutendsten Element wird. Der Obere Muschelkalk beginnt über dem meist lößbedeckten Hangschuttfuß mit einem Knick, versteilt den Talhang und leitet mit deutlicher Kante über zur Verebnung der Gäufläche. Hangend folgen über dem Muschelkalk leicht verwitternde Tonsteine, Gelbkalksteine und wenig härtere Sandsteine des Unteren Keupers. Diese wenig verwitterungsresistente Schichtenfolge formt eine flachwellige Landschaft, die in Talbereichen Hänge mit geringem Gefälle aufweist. Mit einer morphologischen Kante leitet der sehr harte Grenzdolomit zu den weichen Tonsteinen der Myophorienschichten des Mittleren Keupers über. Sie verursachen ebenfalls weiche, flachwellige Landschaftsformen. Die teilweise mächtige Lößbedeckung wirkt zusätzlich reliefunterdrückend und -ausgleichend.

Der höchste Geländepunkt liegt in der SW-Ecke des Blattes SSW Erbshausen (Weiter Höhe: 342 m ü. NN), im Werntal W Gänheim befindet sich der tiefste Punkt (etwa 210 m ü. NN). Der Reliefunterschied beträgt somit 132 m. Etwa zwei Drittel des Blattgebietes weisen eine Höhenlage zwischen 250–300 m ü. NN auf.

Hydrographisch gesehen, liegt das Blattgebiet Werneck im Einzugsgebiet des Mains und der Wern, die bei Wernfeld ebenfalls in den Main mündet. Eine ausgeprägte Wasserscheide bestimmt die Entwässerungsrichtung der Hochfläche. Die Wasserscheide ist insgesamt etwa NNE–SSW gerichtet. In kleinen Bögen verläuft sie vom Dornenhügel in der NE-Ecke des Blattes über die Schweinfurter Höhe NW Hergolshausen, über Riedhöhe, W Theilheim, über Steinberg und Mahlholz W Schwanfeld. Im Weiteren passiert sie Blankholz W Dipbach und schwenkt dann in weitem Bogen nach E über Schellschlag, dann wieder nach S über Frohellen E Dipbach in Richtung Dürrenberg auf Blatt Dettelbach. Davon ausgehend wird etwa ein Fünftel des Blattgebietes durch Grundgraben bei Theilheim sowie den Mühlbach, der im Oberlauf auch als Kembach bezeichnet wird, nach E zum Main entwässert. Der weitaus größte, nordwestlich gelegene Teil des Blattes, der die Orte Schraudenbach, Ettlleben, Waigolshausen, Opferbaum und Hausen einschließt, erfolgt durch die Wern in westlicher Richtung. Von Blatt Geldersheim kommend, tritt der kleine Fluss NE Ettlleben auf Blatt Werneck über. Auf seinem Weg nach W fließen ihm zahlreiche kleine Bäche zu. Die wichtigsten sind: Lachbach, Gassigbach, Stängertsgraben (-Bach), Katzenbach, Weidleinbach, Brumbach, Mühlbach, Binsbach und Gainbach. Die Pleichach entwässert den südwestlichen Teil des Blattes. Sie entspringt W Fährbrück, fließt zunächst nach E und biegt dann E Bergtheim in einem großen Bogen nach S und schließlich auf Blatt Dettelbach nach W um, bis auch sie in den Main mündet. Ihr bedeutendster Zufluss ist der Erbshausener Bach, der südöstlich fließend das Blattgebiet verlässt.

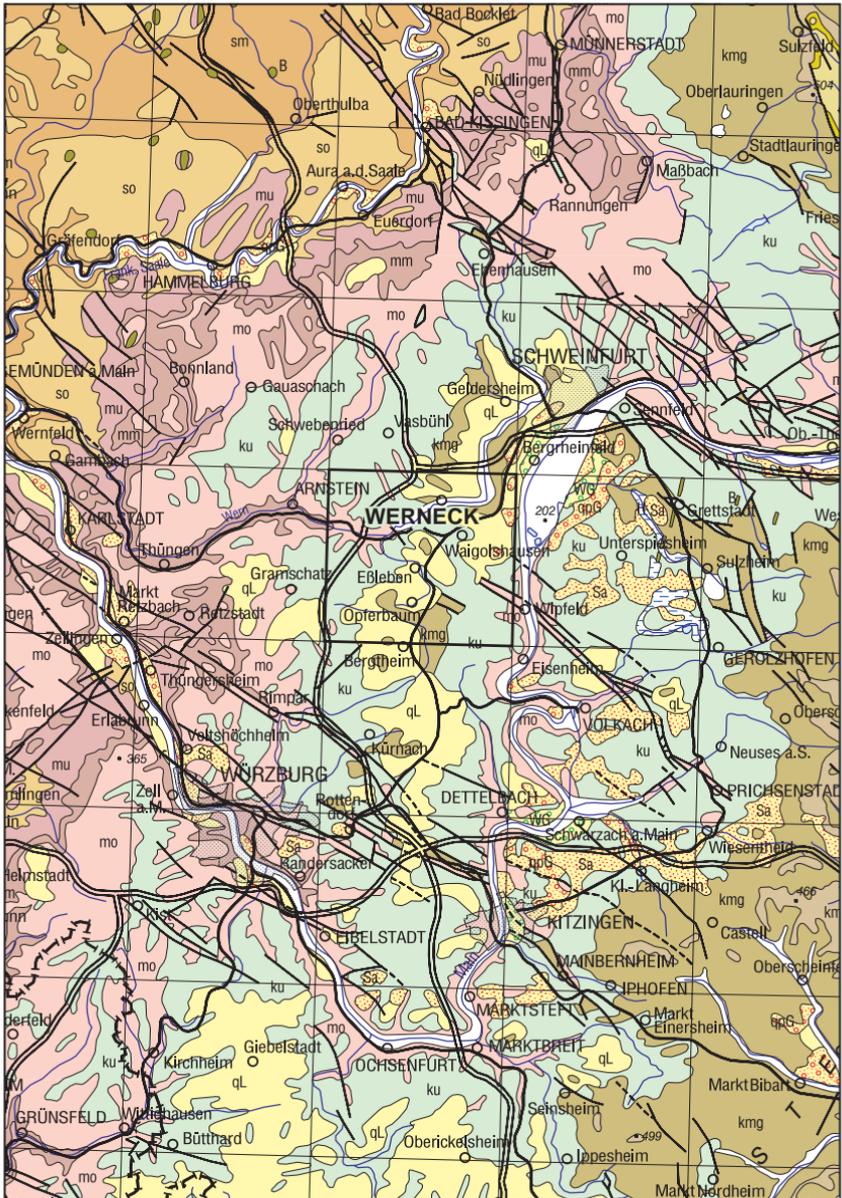


Abb. 1: Lageplan mit Blatteinteilung der Geologischen Karte 1: 25000.

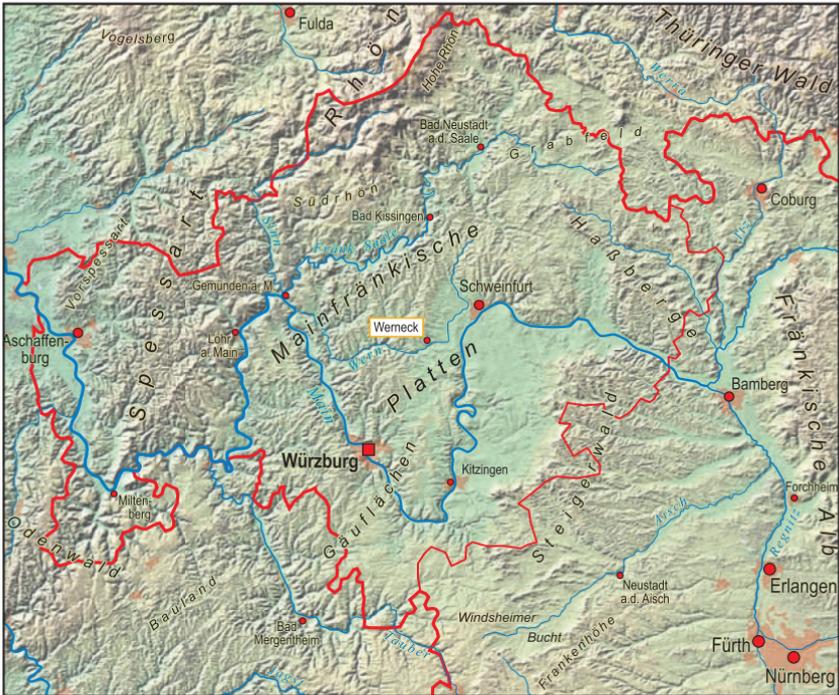


Abb. 2: Naturräumliche Gliederung mit Lage des Kartenblattes Werneck
(überarbeitet nach RABUS & KNÖPFLE 2003: Beilage).

Sehr auffällig ist, dass die Talrichtungen der meisten Wernzuflüsse auf dem Blattgebiet Werneck nicht zum „Abflussbild“ der Wern passen. Sie münden widersinnig in die westlich gerichtete Hauptrinne. Vor der Einmündung sind diese Nebenbachtäler nämlich nach E, also entgegengesetzt der Wernfließrichtung gerichtet. Fast alle Bäche fließen konsequent, dem Schichteinfallen folgend, der Wern zu. W Gänheim ändert sich das. Auf Blatt Arnstein fließen die Bäche wieder nach W zur Wern. Daraus lässt sich mutmaßen, dass zumindest ein Teil der Wern (der Oberlauf) möglicherweise zur Zeit der Talanlage nach E entwässerte und erst in jüngerer Zeit die Laufrichtung umkehrte. Diese Besonderheit wurde v. a. bereits von KREBS (1919), THORWARTH (1924), SCHUSTER (1925, 1943) sowie HOFMANN (1952, 1955) ausführlich diskutiert. KREBS (1919) und THORWARTH (1924) postulierten einen Durchbruch der Wern-Wasserscheide zwischen Gänheim und Arnstein durch rückschreitende Erosion.

Vor dem Durchbruch fand demnach eine Entwässerung des Wertalabschnittes E Gänheim nach ESE zum Main statt. SCHUSTER (1943) hingegen lehnte diese „morphologisch-spekulative Betrachtungsweise“ ab, die zu einer Umkehr des Wertlaufes führte. Er betonte geologisch-tektonische Fakten: „Die sichelförmigen Bäche zwischen Mühlhausen und Gänheim sind nach ihrer Umbiegung als subsequente, dem Sattelstreichen folgende Flüsse zu bezeichnen“ (SCHUSTER 1943: 146). SCHWARZMEIER (1977) verglich die Wertalentwicklung mit der des Maines und rekonstruierte, dass zur Bildungszeit der Hauptterrasse der Oberlauf der Wern bis etwa Gänheim nach E zum Main entwässerte. Der Unterlauf hingegen floss schon damals dem Main bei Wernfeld (Blatt 5924 Gemünden a. M.) zu. Erst im Zuge der cromerzeitlichen Eintiefung des Mains (altpleistozäne Taleintiefung i. S. von KÖRBER 1962) wurde der Oberlauf der Wern an den kräftig rückschreitend erodierenden Unterlauf angeschlossen. Die Wern dürfte sich, analog dem Hauptfluss, während dieses Prozesses bis auf ihr heutiges Niveau eingetieft haben. Eine Plombierung wie im Maintal (Cromer-Komplex) ist nicht festzustellen.

1.2 Hydrogeologische Aspekte

(schrift. Mitt. Dr. G. Büttner)

Aufgrund der ungünstigen Niederschlagsverteilung zählt das Blattgebiet zu den Grundwasser-Mangelgebieten Bayerns. Im Unteren Keuper sind lokal einzelne Grundwasservorkommen festzustellen, v. a. im Werksandstein und im Grenzdolomit. Im Mittleren Muschelkalk und im unteren Abschnitt des Oberen Muschelkalks ist ein gemeinsames Grundwasserstockwerk ausgebildet (vgl. Abb. 3).

Wegen der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung weiter Teile des Blattgebietes weisen die meisten Wässer mäßige bis deutliche anthropogene Beeinflussungen auf. Dennoch zählen sie nach FURTAK & LANGGUTH (1967) zu den „Normal erdalkalischen Wässern überwiegend hydrogencarbonatisch bzw. hydrogencarbonatisch-sulfatisch“. Die Wässer aus dem Grenzbereich Unterer/Mittlerer Keuper zeigen nur bereichsweise eine deutliche Sulfatvormacht. Dies weist darauf hin, dass die Grundgipsschichten teilweise bereits ausgelaugt sind.

Die Schüttungen von 26 beprobten Quellen aus dem Unteren Keuper schwankten im März/April 2004 auf dem Blattgebiet zwischen 0,04 und ~3 l/s, bei einem Mittelwert von ~0,6 l/s und einem Median von 0,3 l/s. Zahlreiche Brunnen erschließen den Unteren Keuper bzw. den Übergangsbereich zum Oberen Muschelkalk. Von 21 dieser Brunnen lagen 39 auswertbare Pumpversuche vor, bei denen quasistationäre Beharrungszustände erreicht wurden. Die Durchlässigkeitsbeiwerte lagen im Unteren Keuper bzw. im obersten Oberen Muschelkalk zwischen $\sim 2 \cdot 10^{-7}$ und $7 \cdot 10^{-5}$ m/s, bei einem Medianwert von $\sim 1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Gut durchlässige Schichten sind in den Bohrungen meist auf einige Dezimeter bis wenige Meter beschränkt. Die zugehörigen spezifischen Ergiebigkeiten schwanken zwischen 0,02 und 4,44 l/(s · m), bei einem Mittelwert von 1,0 l/(s · m). Die Brunnen erreichen bei quasistationären Zuständen maximale Förderraten von 0,5 bis 15 l/s (Mittelwert ~5 l/s). Untersuchungen zur Grundwasserneubildung zeigen, dass insbesondere im NE des Blattgebiets Teile des Grundwassers unterirdisch dem Main zuströmen. Aufgrund dieser Tatsache wird für den weitflächigen Keuperausstrich des Blattgebietes eine Grundwasserneubildungsrate zwischen 2 und 3 l/(s · km²) angenommen.

Aufgrund der starken anthropogenen Beeinflussungen des oberflächennahen Grundwassers und des geringen Grundwasserdargebots sind fast alle Orte und Gemeindeteile an öffentliche Wasserversorgungen angeschlossen. Es gibt nur noch wenige Eigenversorgungen, aber insbesondere im S des Blattgebiets einige Entnahmen von Beregnungswasser sowie Betriebswasserbrunnen. Die öffentliche Trinkwasserversorgung erfolgt ausnahmslos über Brunnen, die den Unteren Keuper und/oder den Oberen Muschelkalk erschließen.

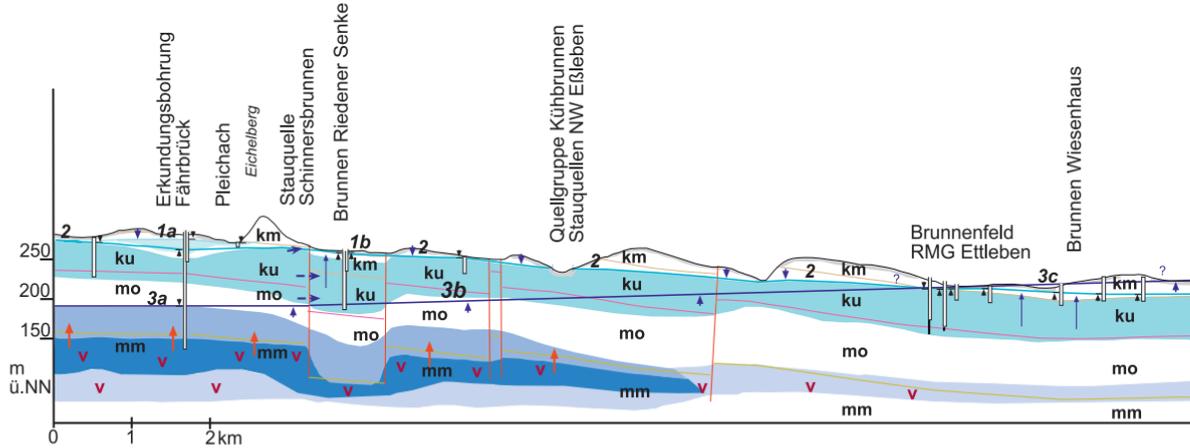
Gänheim - Eßleben - Schwanfelder
Störungszone

Schweinfurter Mulde

SSW

NNE|SW

NE



- Schwabendes Grundwasservorkommen im Unteren Keuper
Kluft-Grundwasserleiter, mäßiger Durchlässigkeit
- Kluftgrundwasserleiter im Unteren Keuper, z.T. im hydraulischen
Kontakt mit Oberem Muschelkalk 3 und unterstem Mittleren Keuper,
geringe bis mäßige Durchlässigkeit
- Kluftgrundwasserleiter im Oberen Muschelkalk 1+2 sowie im
Mittleren Muschelkalk, mäßige bis gute Durchlässigkeit
- Kluft-Karstgrundwasserleiter im Mittleren Muschelkalk;
hohe Durchlässigkeit, hohe Sulfatwerte
- Grundwasserführung fraglich

- Gips-/Anhydrit-Führung
- gespanntes sulfatreiches
Grundwasser
- gespanntes Grundwasser im
Unteren und Mittleren Keuper
- vermutetes Anströmen
- Freie Grundwasseroberfläche;
a: an Bohrung beobachtet,
b: allg. im Profil
- Grundwasserdruckfläche
a: an Bohrung beobachtet,
b: allg. im Profil
- Quelle
- Brunnen, GW-Messstelle,
GW-Erkundungsbohrung
mit GW-Stand
a: auf Profilinie liegend
b: in das Profil projiziert
c: verfüllter Abschnitt
- Bindige Deckschichten
(Löss, Lösslehm,
Auesedimente)

Abb. 3: Hydrogeologischer Profilschnitt durch das Blattgebiet Werneck
(schriftl. Mitt. G. Büttner).

Erklärung der Zahlen und Abkürzungen in Abb. A1:

1a	schwebendes Grundwasservorkommen im Unteren Keuper mit freier Grundwasseroberfläche
1b	Grundwasservorkommen in den weitgehend ausgelaugten und verstützten Grundgipsschichten des Mittleren Keupers, gespannt
2	meist freie Grundwasseroberfläche des Grundwassers im Unteren Keuper (im Umfeld des Brunnen Riedener Senke und in der Schweinfurter Mulde gespannt)
3a	freie Grundwasseroberfläche des Grundwassers im Oberen Muschelkalk 1+2 sowie im Mittleren Muschelkalk
3b	Grundwasserdruckfläche des Grundwassers im Oberen Muschelkalk 1+2 sowie im Mittleren Muschelkalk
3c	Grundwasserdruckfläche des Grundwassers im Oberen Muschelkalk 1+2 sowie im Mittleren Muschelkalk, fraglich, da nur mit Hilfe von Potentialhöhen nördlich des Blattgebiets konstruiert und Grundwasserführung hier nicht gesichert
km	Mittlerer Keuper
ku	Unterer Keuper
mo	Oberer Muschelkalk
mm	Mittlerer Muschelkalk

1.3 Rohstoffgeologische Aspekte

(Schrift. Mitt Dr. H. WEINIG & DR. S. WAGNER)

An nutzbaren Rohstoffen des Blattgebietes sind die Bau- und Werksteine des Oberen Muschelkalks zu nennen. Bis zum 2. Weltkrieg, teilweise auch kurz danach, waren in Ortsnähe anstehende Natursteine noch übliches Baumaterial. Im Raum Gänheim–Mühlhausen–Rieden waren hierzu mindestens 10 Steinbrüche, bei Schwanfeld ein Steinbruch angelegt. Größere Bedeutung erlangten jedoch der Werksandstein und der Obere Sandstein des Unteren Keupers. Sechs größere ehemalige Steinbrüche bzw. Steinbruchgebiete lassen sich im Bereich des Kartenblattes noch heute belegen.

Von Jahrhunderte andauerndem Abbau des Oberen Sandsteins zeugt v. a. das große Abbaureal SW Waigolshausen („Waigolshäuser Sandstein“), in dem auf einer Strecke von 600 m mehrere Brüche betrieben wurden. Auch die Steinbrüche um Werneck lieferten über lange Zeit hinweg Bau- und Werksteine sowie Bildhauermaterial. In einem Ergebnisbericht zu den Forschungsbohrungen Werneck und Waigolshausen (FREUDENBERGER et al. 2003), von denen letztere in Steinbruchnähe steht, wurde eine Abschätzung des nutzbaren Steinanteils vorgenommen. Dieser dürfte nach damaligem Maßstab etwa 30 % des gut 8 m mächtigen Sandsteinprofils ausgemacht haben. Aus dem großen Steinbruchgebiet SW Waigolshausen bezog beispielsweise Balthasar Neumann die Bausteine für das Schloß Werneck. Das Material zum Bau der Klostergebäude von Münsterschwarzach (Kirche, Kloster) stammt ebenfalls von dort.

Der Grundgips der Myophorienschichten erreicht maximale Gesamtmächtigkeiten von 6–10 m. Die einzelnen Sulfatlager sind durch Karbonatbänke („Grott“- bzw. „Grind“-Schichten) voneinander getrennt (von unten nach oben: Felsengips, Abbaugips, Plattengips). In mehreren Brüchen SE Opferbaum wurde Gips bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts abgebaut. Diese Gewinnungsstellen sind jedoch weitgehend verfallen. Das gewonnene Material wurde sowohl für Bauzwecke (Zement, Mörtel) als auch zur Bodenverbesserung eingesetzt.

Potentiell nutzbare Rohstoffe sind ferner die Myophorienschichten, deren Ton- und Schluffsteine, die zusammen mit Lößlehm als weit verbreitete Ziegelrohstoffe anzusehen sind (WEINIG 2000). Sand- und Kiesvorkommen gibt es N und S Hergolshausen, die als hochgelegene Mainschotter zu deuten sind.

1.4 Bodenkundliche Aspekte

(schrift. Mitt. Dr. W. MARTIN)

Etwa 20% des Kartenblattes sind von Mischwald bestanden. Der größere Flächenanteil wird landwirtschaftlich genutzt. Intensiver Ackerbau findet vor allem auf der lößbedeckten Gäufläche statt. Tiefgründige, nährstoffreiche Böden liefern den idealen Grund für Getreide, Zuckerrüben und Mais. Vorzügliche Frankenweine gedeihen an den Hängen der Mainseitentäler NE und SE Schwanfeld, am Speierberg und E Frohellern. Beste Bodenqualitäten hierfür liefern im Allgemeinen tiefgründig verwitterter Oberer Muschelkalk sowie der Untere Keuper in höheren Lagen (WITTMANN 1985). E Bergtheim am Weinberg und Seeberg wird auf Gipskeuper (Myophorienschichten) Weinbau betrieben. Vereinzelt trifft man im Blattgebiet auch größere Obstbaumkulturen an.

Die Böden der Hochflächen der löß- und lößlehmreichen Fränkischen Platten und der Gäulandschaft entstanden in gering mächtigen bis mächtigen Decken aus Löß und Lößlehm über Tonen und – gering verbreitet – Sandsteinen des Unteren Keupers oder Kalksteinen des Oberen Muschelkalkes. Sie bilden die überwiegende Bodengesellschaft und herrschen im gesamten Blattgebiet vor. Die (Acker-)Parabraunerde aus Löß ist damit die Leitbodenform der Hochfläche. Die Böden der Talflanken bildeten sich in Fließerden aus Muschelkalkschutt und Resten des Unteren Keupers mit beigemengtem Löß und Lößlehm. Die Böden der Talgründe und Gräben entwickelten sich in den Sedimenten der Wern und verschiedener Bäche sowie teilweise rezenten Kolluvien. Sie treten im gesamten Blattgebiet mit geringer Verbreitung auf und erreichen nur im Werntal eine größere Ausbreitung.

2 Erdgeschichte

Die Abtragung des variskischen Gebirges, die bereits im Oberkarbon begonnen hatte, setzte sich im Perm fort. Nach der Einebnung bis auf wenige Schwellenbereiche im Rotliegend transgredierte mit Beginn der Zechstein-Zeit das Meer von N kommend in breiter Front. Die verbliebene Vindelizische Schwelle verhinderte den Zugang zur Tethys im S. Semiarides bis arides Klima führte im frühen Perm zur Bildung roter Kontinentalsedimente (Rotliegend) und im späten Perm zu marinen Evaporitsequenzen (Zechstein). In der Bohrung Volkach 1 wurden 449 m Rotliegend- und 160 m Zechstein-Schichten (inkl. Bröckelschiefer-Folge) erbohrt (SCHWARZMEIER 1983).

In der folgenden Trias fand eine weitere Ausweitung des Beckens nach S statt. Der Ablagerungsraum war ein zeitweise marines, überwiegend aber kontinental geprägtes Binnenbecken.

Die den Buntsandstein charakterisierenden Rotsedimente wurden bei semiaridem bis aridem Klima abgelagert (PAUL 1982, TIETZE 1982). Die überwiegend kontinentale Sedimentation des Unteren und Mittleren Buntsandsteins wurde im späten Oberen Buntsandstein (Myophorienschichten) durch die marine Röttransgression der Tethys beendet. In der Bohrung Volkach 1 (SCHWARZMEIER 1983) wurde Buntsandstein in einer Mächtigkeit von 546 m (exkl. 77 m Bröckelschiefer-Folge, die neuerdings zum Zechstein zu rechnen ist) durchbohrt.

Das Muschelkalk-Meer transgredierte ebenfalls über Norddeutschland in das Süddeutsche Teilbecken. Eine Verbindung zur Tethys entwickelte sich über das Gebiet der jetzigen Westalpen. Den Zeitabschnitt Muschelkalk dokumentiert eine etwa 220–235 m mächtige Schichtenfolge, wie die Bohrungen Volkach 1 auf Blatt Dettelbach (SCHWARZMEIER 1983, FREUDENBERGER 2003b) bzw. Gramschatz 1 auf Blatt Arnstein (FREUDENBERGER in Druckvorbereitung) nahe legen. Bei Gramschatz wurde für den Muschelkalk eine Schichtmächtigkeit von etwa 93 m, bei Volkach 84 m nachgewiesen. Der Mittlere Muschelkalk wurde in der Forschungsbohrung Werneck 1 mit einer Mächtigkeit von 74 m erbohrt (FREUDENBERGER 2003c). Für den Oberen Muschelkalk ergaben sich in der Bohrung Werneck 84 m, in der Bohrung Dipbach nur 78 m.

Unter warmen Klimabedingungen brachte das Flachmeer des Unteren Muschelkalks vorwiegend karbonatische, fossilreiche Sedimente zum Absatz. Sedimentäre Gefüge und die Fauna lassen auf zeitweilig sehr flache Meerestiefen schließen. Zu Beginn des Mittleren Muschelkalks änderten sich die hydrographischen Bedingungen. Tektonische Hebungen an der Schlesisch-Mährischen-Pforte schränkten den Wasseraustausch des Germanischen Beckens mit der Tethys ein, der Binnenmeer-Charakter verstärkte sich. Die Profile im Becken zeigen im ausklingenden Unteren Muschelkalk und im folgenden Mittleren Muschelkalk eine Abfolge von Kalken, Mergeln, Dolomiten, Gips bzw. Anhydrit und Steinsalz (bzw. Residualbildungen der Evaporite), die eine zunehmende Eindampfung des Meeres belegt (FREUDENBERGER 1996). Mit dem Oberen Muschelkalk erhielt das Germanische Becken im SW über die Burgundische Pforte erneut Zugang zum offenen Meer der Tethys. Als Absatz eines epikontinentalen Flachmeeres wurden Kalk-, Mergel- und Tonstein mit reichlich organischen Resten sedimentiert. Die Verflachung des Beckens gegen Ende der Muschelkalk-Zeit wird durch den Glaukonitgehalt im Grenzglaukonitkalkstein und durch eine Häufung schillreicher Karbonate dokumentiert. Während des ausklingenden Oberen Muschelkalks kam es zu einer Differenzierung der Faziesräume im unterfränkischen Raum. Im Gegensatz zu der im tieferen Meer entstandenen Schichtenfolge des normal entwickelten Oberen Muschelkalks (Normalfazies) wurden im Raum Rothenburg-Röttingen-Eibelstadt bei Würzburg die mächtigen Schillkalke des Quaderkalks (Quaderkalkfazies) als Bildungen flacher, küstennaher Meeresbereiche abgelagert (HAUNSCHILD 1986). Das Blattgebiet liegt nördlich der Quaderkalkregion.

Nach den marinen Verhältnissen im Muschelkalk geriet das Ablagerungsgebiet Süddeutschlands im Keuper zunehmend unter terrestrischen Einfluss, die Subsidenz wurde durch die Sedimentation ausgeglichen. Das Klima änderte sich während des Keupers von arid über semiarid bis semihumid. Bedingt durch den mehrmaligen Milieuwechsel, teils marin, teils brackisch bis fluviatil, der zudem auch örtlich und zeitlich begrenzt war, spiegelt sich in den Keupersedimenten ein reger Fazieswechsel wider. Eine jeweils nur wenige Meter mächtige Wechselfolge von grauen, ockerfarbig verwitternden Kalk- und Dolomitsteinen, feinkörnigen Sandsteinen mit inkohlten Pflanzenresten („Lettenkohlen-Flözchen“), grauen Ton- und Mergelsteinen gibt deutlich die Schwankungen von marinen und festländischen Einflüssen wieder. Der in seiner Mächtigkeit stark schwankende Werksandstein stellt die geschlossene Sandschüttung innerhalb des Unteren Keupers dar. Als Besonderheit

gilt die große Mächtigkeit des Oberen Sandsteins (8,3 m) in der Forschungsbohrung Waigolshausen 1 (FREUDENBERGER 2003c), da die übliche Mächtigkeit in der Region bei etwa 2 m liegt. Den Abschluss des in den Bohrungen Werneck und Weigolshausen 50–51 m messenden Unteren Keupers bildet der Grenzdolomit, eine den gesamten süddeutschen Raum überdeckende Meeresablagerung (vgl. HAUNSCHILD 2000).

Zu Beginn des Mittleren Keupers führte eine relative Senkung des Meeresspiegels zur Bildung einer von Evaporiten dominierten Gesteinsabfolge (Grundgipsschichten). Die Tonsteine der Unteren Myophorienschichten weisen nach SALGER (1973) auf eine weite Verbindung zum offenen Meer mit kurzzeitigen Unterbrechungen hin. Aus der Tonmineralogie der Oberen Myophorienschichten hingegen leitete er eine Abschnürung des Sedimentationsbeckens ab. Vereinzelt marine Ingressionen setzten geringmächtige, charakteristische, weit aushaltende Dolomitsteinbänkchen ab, wie die Bleiglanzbank. Auch NITSCH (1996: 172) führt die Mehrzahl der Tonsteine auf nichtmarine Milieus (Salzsee-Ablagerungen) zurück: „Ephemere, zeitweise vielleicht auch perennierende Zuflüsse versorgten das Becken mit kontinentalen Wässern“. In der Bergtheimer Mulde sind auf Blatt Dettelbach mindestens 35–38 m der basalen Myophorienschichten erhalten. Grundgips konnte dort allerdings nicht nachgewiesen werden. Auf Blatt Werneck wurde bei Opferbaum Grundgips in einer Mächtigkeit von 11 m beobachtet. Das Gipsvorkommen bei Mahlholz SE Opferbaum liegt exakt an der Wasserscheide (vgl. Kap. 1). Vermutlich ist diese Position ausschlaggebend dafür, dass der Gips dort nicht abgelautet und relativ oberflächennah erhalten ist und bis nach 1945 abgebaut wurde.

Damit endet die erdgeschichtliche Dokumentation über Gesteine des Mesozoikums auf Blatt Werneck. Wahrscheinlich hielt die Sedimentation bis zum Mittleren Jura an, bis dieses Gebiet im Gefolge der sich heraushebenden Mitteldeutschen Hauptschwelle Abtragungsraum wurde. Danach begann die Entstehung des Fränkischen Schichtstufenlandes, dessen wesentliche Prägung durch die post-basaltische (Rhön) bis prä-pliozäne Erosion (SCHRÖDER 1993) bestimmt wurde. Als Relikt aus dem Sandsteinkeuper gelten Chalcedone, die auf sekundärer Lagerstätte häufig anzutreffen sind.

Tektonische Bewegungen im Jungtertiär führten zu Verbiegungen und Bruchdeformation des Deckgebirges. Trotz flächenbetonter Abtragung infolge klim-

abedingter tiefgründiger Verwitterung begann im Pliozän die Zertalung der Altfläche. Damals begann die erste Anlage des heutigen Tal- und Gewässernetzes. Dabei spielten auch die tektonischen Bewegungen, die zur Absenkung des Untermaingebietes und Hebungen der Spessartschwelle sowie des Spessartvorlandes führten, eine Schlüsselrolle.

Im Quartär erfolgte die Herausbildung der heutigen Landschaftsgestalt unter den Bedingungen eines zwischen Kalt- und Warmzeiten wechselnden Klimas. Mit der Anzapfung des „Bamberger Urains“ durch den „Aschaffener Urain“ beginnt die Geschichte des heutigen Mains (RUTTE 1957, 1981, 1987, KÖRBER 1962, EMMERT 1975, DIETZ 1981, SCHWARZMEIER 1983, GEYER 2002). Im Ältestpleistozän schnitt sich der Fluss bis etwa 35 m über dem heutigen Niveau ein und hinterließ anschließend diverse Terrassenreste. Auf die altpleistozäne Tiefenerosion bis unter heutiges Mainniveau folgte die mächtige Verfüllung des Cromer-Komplexes. Bis Ende Jungpleistozän erfolgte wiederholtes Einschneiden und Akkulieren des Flusses (E-Terrasse, Mittel- und Niederterrassen sensu KÖRBER 1962). Flusssand oder -schotter, alt-, mittel- bis jungpleistozän, wurden auf dem östlich anschließenden Blatt Grettstadt beschrieben (SCHWARZMEIER 1981).

Unterfranken gehörte im Pleistozän (Beginn vor etwa 2,6 Millionen Jahren) zum periglazialen Vorland der gewaltigen Vereisungen im nordischen und alpinen Bereich. Während der Kaltzeiten wurden die durch intensive Frostverwitterung entstandenen Schuttmassen durch Solifluktion hangabwärts, durch Bäche und Flüsse talabwärts transportiert und schließlich als Talschotter abgelagert. In den Warmzeiten wurden die Täler erneut vertieft und die Kieskörper bis auf Terrassenreste erodiert. In Arealen, die Schutz vor Abtragung boten, sind bereichsweise flächendeckende periglaziale Schuttmassen als Fließerden, Hangschutt oder Hanglehm bis heute erhalten. Während der Glazialzeiten entstand als äolisches Sediment der weit verbreitete Löss; während der warmen Interglaziale bildeten sich Verwitterungs- und Bodenhorizonte.

Das Holozän, unsere heutige Warmzeit, begann mit dem Ende der Jüngeren Tundrenzeit vor etwa 11 800 Jahren. Zu holozänen Bildungen zählen Ablagerungen in Talsohlen und -kerben, Auenablagerungen, Schwemmfächer am Ausgang von Nebentälern sowie Hangschutt. Durch Waldrodung, intensive Bodennutzung, Straßenbau, Flurbereinigung und Kanalisierung beeinflusst der Mensch seit dem Mittelalter den natürlichen Erosionsablauf maßgeblich.

3 Schichtenfolge

(Koordinaten der Aufschluss- (A) und Bohrprofile (B) sind Kapitel 5 bzw. 6 zu entnehmen.)

Im Rahmen der geologischen Aufnahme des Kartenblattes wurden zur Klärung der stratigraphischen Verhältnisse im Auftrag des Bayerischen Geologischen Landesamtes (heute Landesamt für Umwelt) die Forschungsbohrungen Werneck 1 (B 1) und Waigolshausen 1 (B 2) niedergebracht. Von besonderem Interesse bei der Bohrung Waigolshausen 1 war die fazielle Ausbildung des Unteren Keupers, insbesondere des Werksandsteins und des Oberen Sandsteins. Die gleiche Fragestellung galt dem oberen Abschnitt der Bohrung Werneck 1. Darüber hinaus sollte dort geklärt werden, ob die basalen Myophorienschichten des Mittleren Keupers Anhydrit-/Gipsstein führen. Neben der faziellen Ausbildung des Oberen Muschelkalks sollte besonders die des Mittleren Muschelkalks erkundet werden. Es galt festzustellen, inwieweit der Mittlere Muschelkalk in primär evaporitischer Fazies ausgebildet war und ob diese noch erhalten oder mittlerweile durch Auslaugungsvorgänge nur noch anhand von Residualsedimenten oder Hohlräumen belegbar ist. Die Ergebnisse wurden separat publiziert (FREUDENBERGER et al. 2003).

3.1 Trias

3.1.1 Muschelkalk

Paläogeographie: Das Muschelkalkmeer erstreckte sich über das Germanische Becken vom Gebiet des heutigen Frankreich bis nach Polen und vom heutigen Alpenvorland bis weit ins heutige Nordseebecken. Dieses epikontinentale Randmeer war über wechselnde Meeresstraßen mit den mitteltriadischen Ozeanen wie der Tethys verbunden.

Verbreitung: Mit dem Muschelkalk beginnt die über Tage erschlossene Schichtenfolge auf Blatt Werneck. Er nimmt etwa 5% des Blattgebietes ein. Einblick in den Oberen und Mittleren Muschelkalk gab die Forschungsbohrung Werneck 1 (B 1), in den Unteren Muschelkalk die Forschungsbohrung Gramschatz 1 (FREUDENBERGER 2003c, im Druck). Detaillierte Kernbeschreibungen sind diesen Arbeiten zu entnehmen. Die Kernbohrung Gramschatz 1

(Gr 1) liegt auf dem westlichen Anschlussblatt Arnstein. Über Tage streicht lediglich der Obere Muschelkalk aus.

Gliederung und Mächtigkeit: Die Gesamtmächtigkeit des Muschelkalks beträgt (bei teilweise erhaltenen Sulfatlagern im Mittleren Muschelkalk) 251 m, bei abgegaugten Sulfatlagern nur etwa 225 m (Tab. 1). Sie setzt sich wie folgt zusammen:

- Unterer Muschelkalk: 93 m (Gr 1)
- Mittlerer Muschelkalk: 40–50 m (bei geringer Anhydrit- oder Gipsführung)
51–74 m (bei höherer Anhydrit-/Gipsführung; B 1)
- Oberer Muschelkalk: 84 m (B 1)

Tab. 1: Gliederung des Muschelkalks mit Angaben zur Lithologie und Mächtigkeit (FB Werneck 1, FB Gramschatz 1).

Gliederung mit Leithorizonten			Lithologie / Fazies	Mächtigkeit [m]			Alter* [Ma]
Oberer Muschelkalk	mo3	Grenzglaukonitkalkstein Ostracodenton Hauptterebratelbank Plattenkalksteinfole 6 Tonsteinhorizont 4–5 mit Dickbankzone	Kalkstein, blau- bis hellgrau, mikritisch dicht, plattig, linsig, bituminös; mit Kalksteinbänken, spartisch, schillhaltig; mit Tonsteinlagen, grau, blättrig	29	84	251	232
	mo2	Cycloidesbank Plattenkalksteinfole 3–5 mit Tonsteinhorizont 1–3		19			
	mo1	Spiriferinabank Plattenkalksteinfole 1–2 mit Hauptencrinitenbank Zeller Tonsteinhorizont Wulstkalkstein		36			
Mittl. Muschelkalk	mm3	Oberer Dolomit	Mergel- und Tonstein, gelbgrau, dolomitisch; Gelbkalk-, Zellenkalk- und Dolomitstein; Residualton- und -mergelstein, dunkelgrau; Gips und Anhydrit in Linsen oder Lagen	12	74	235,5	
	mm2	Oberes Sulfat Mittlerer Dolomit mit Oolith		38			
	mm1	U. Sulfat mit O. Steinsalzlager Unteres Steinsalzlager Basissulfat Unterer Dolomit		24			
Unterer Muschelkalk	mu3	Orbicularissschichten Wellenkalkfolge 5–9 mit Schaumkalkbank 1–3, Spiriferinabank, O. u. U. Terebratelbank	Kalkstein, grau(blau), mikritisch, dünnplattig, knauerig, teils mergelig, wellig („Wellenkalk“); mit Kalksteinbänken, teils schillhaltig, spartisch, teils oolithisch, teils konglomeratisch	39	93	237	
	mu2	Wellenkalkfolge 4 Oolithbank Beta 2		20			
	mu1	Wellenkalkfolge 1–3 mit Oolithbank Alpha u. Beta Grenzgelbkalkstein		34			240

*) Alter nach Menning (2000)

Vom Arbeitskreis Muschelkalk der Stratigraphischen Subkommission Perm/Trias wurde eine Neugliederung des Muschelkalks in Formationen erarbeitet (HAGDORN et al. 1998, BACHMANN et al. 1999). Die Gliederung hat überregionale Bedeutung, ist aber in die Kartierpraxis in Mainfranken größtenteils nicht umzusetzen. Zur Orientierung werden in Tabelle 2 die Neugliederung und die Abweichungen zur Generallegende GK 25/50 von Bayern kenntlich gemacht.

Tab. 2: Gegenüberstellung der in Bayern üblichen Gliederung und der überregionalen Formationsgliederung des Muschelkalks für Mainfranken.

Lithostratigraphie				
Gruppe	Subgruppe	Formation	Leitbänke/Reichweite	Bemerkung/Abweichungen zur Generallegende GK25/50 von Bayern
Muschelkalk	Oberer M.	Meißner-Fm.	Intervall zwischen Top Spiriferinabank und Basis Grenzbonebed	Topgrenze abweichend (Top Grenzbonebed)/ Basisgrenze abweichend (Basis Wulstkalkstein)
		Trochitenkalk-Fm.	Intervall zwischen Basis Hornsteinbank und Top Spiriferinabank	
	Mittlerer M.	Diemel-Fm.	Intervall zwischen Top Muschelkalksalinar und Basis Hornsteinbank	Topgrenze abweichend (Basis Wulstkalkstein)/ Basisgrenze abweichend (Top Orbicularisschichten)
		Heilbronn-Fm.	Intervall zwischen Top Remlingen-Dolomit und Top Muschelkalksalinar	
		Karlstadt-Fm.	Intervall zwischen Top Obere Schaumkalkbank und Top Remlingen-Dolomit	
	Unterer M.	Jena-Fm.	Intervall zwischen Basis Grenzgelbkalkstein und Top Obere Schaumkalkbank	Topgrenze abweichend (Top Orbicularisschichten)/ Basisgrenze identisch

Hiernach entsprechen dem Unteren Muschelkalk die Jena-Formation, dem Mittleren Muschelkalk die Karlstadt-Formation, die Heilbronn-Formation und die Diemel-Formation, dem Oberen Muschelkalk die Trochitenkalk-Formation und die Meißner- bzw. Rottweil-Formation.

Literatur: Zahlreiche Autoren beschreiben den Muschelkalk Unterfrankens. Besonders sei auf GEISLER (1938), RUTTE (1957), HOFFMANN (1967a), die lithologischen Untersuchungen HALTENHOFS (1962), die paläontologischen Arbeiten von SCHMIDT (1928, 1938), DEDE (1959) und WILCZEWSKI (1967) sowie auf die Übersicht von EMMERT (1964, 1981), FREUDENBERGER (1996), GEYER (2002) und die kommentierte Bibliographie von VOSSMERBÄUMER (1972, 1974) verwiesen. Weitere Forschungsergebnisse stellen vor: der Schöntaler Muschelkalksymposiumsband, herausgegeben von HAGDORN & SEILACHER (1993), der Triasband, herausgegeben von HAUSCHKE & WILDE (1999) sowie das Naturwissenschaftliche Jahrbuch Schweinfurt (Bd. 21/22/23)(2006), insbesondere BÜTTNER & STÜRMER (2006).

3.1.1.1 Mittlerer Muschelkalk, mm

Mächtigkeit: 73,6 m (B 1).

Im überwiegenden Teil des Kartenblattes liegt der mm vermutlich, bei geringerer oder fehlender Anhydrit-, Gips- oder Steinsalzabscheidung, in einer Mächtigkeit von 40–60 m vor.

Verbreitung: Der Mittlere Muschelkalk ist auf Blatt Werneck vorhanden, streicht aber nicht über Tage aus. Vermutlich steht er am nordwestlichen Kartenrand unter der Talaufschüttung an.

Gliederung: Der Mittlere Muschelkalk Nordbayerns wird entsprechend seiner Lage und faziellen Ausbildung in salinare und geringer salinare Fazies sowie in dolomitische und sandige Randfazies gegliedert. Der Gesteinsaufbau lässt eine gewisse Zyklizität erkennen, die in randlicher Faziesausbildung allerdings nicht mehr nachzuweisen ist. Die sich wiederholende Abfolge (s. o.) gestattet auch auf Blatt Werneck die lithostratigraphische Dreigliederung (FREUDENBERGER 1996, 2000; Tab. 1, Abb. 4):

Mittlerer Muschelkalk 1 (mm1, Unterer Dolomit bis Unterer Sulfat)

Mittlerer Muschelkalk 2 (mm2, Mittlerer Dolomit bis Oberer Sulfat)

Mittlerer Muschelkalk 3 (mm3, Oberer Dolomit)

Die Zyklen sind meist nicht vollständig ausgebildet. Sie beginnen jeweils mit der Karbonatausscheidung. Diese Gliederung ermöglicht trotz lateraler Faziesdifferenzierungen und Mächtigkeitsschwankungen eine weitgehende Korrelierung des unterfränkischen Mittleren Muschelkalks in Bohrungen.

Die Salinarfazies (mit Steinsalz und Anhydrit) ist im Raum Burgbernheim–Bad Windsheim–Scheinfeld–Kitzingen–Eltmann ausgebildet (SCHÖDLBAUER & HOFFMANN 1991). Die lateral anschließende geringer saline Fazies ist durch Ablagerung der Steinsalzlager – soweit primär vorhanden – und der Sulfatlager gekennzeichnet.

Lithologie: Die Schichtenfolge setzt sich aus einem Wechsel von Mergel- und Tonsteinen, Residualtonen (Laugungsrückständen), Dolomit- und Kalksteinen (Zellenkalksteinen) zusammen.

Fazies: Der mm liegt in geringer Salinarfazies vor. Unter diesem Faziestyp versteht man eine saline Entwicklung bis zum Gips- bzw. Anhydritstadium. Eine Gegenüberstellung der Steinsalzfazies und der geringer salinaren Fazies zeigt SCHWARZMEIER (1982: 35).

Bei geringer oder fehlender Anhydrit-/Gips- oder Steinsalzabscheidung treten auch Residualtone und -mergel auf. Die Forschungsbohrung Werneck 1 (B 1) durchteufte den kompletten Mittleren Muschelkalk und erschloss Gips-/Anhydritlager im mm1 und mm2 (FREUDENBERGER 2003c).

Mittlerer Muschelkalk 1, mm1

Mächtigkeit: 73,6 m (B 1).

Lithologie und Fazies: Der mm1-Zyklus beginnt mit dem Bereich des Unteren Dolomits, der im unteren Abschnitt als mikritischer, teils flaseriger Kalkstein und im oberen Abschnitt als Dolomitstein ausgebildet ist. Darüber folgt das Basissulfat, bestehend aus einem 4,6 m mächtigen Gips-/Anhydritsteinlager. Dunkel- bis schwarzgraue Tonsteine (Residualtone) im Hangenden deuten auf Laugung (möglicherweise des Unteren Steinsalzlagers) hin (BÜTTNER & PÜRNER 1998). Es folgt das Untere Sulfat, das mit einem 7 m mächtigen Gips-/Anhydritstein mächtigste Sulfatlager in Bohrung B 1. Das Obere Steinsalzlager ist nicht ausgebildet; sein Äquivalent besteht aus einem Wechsel von Gips- bzw. Anhydritstein mit Tonstein (Residualton).

Mittlerer Muschelkalk 2, mm2

Mächtigkeit: 38,0 m (B 1).

Lithologie und Fazies: Der Zyklus des mm2 beginnt mit kalkig ausgebildetem, nur untergeordnet dolomitischem Mergelstein und teils Mergelkalkstein, der dem Mittleren Dolomit entspricht. Er geht zum Hangenden in den Bereich des Oberen Sulfats mit Residualtonen über. In diesem Bereich wechsellagert Gips-/Anhydritstein mit Tonstein. Gipsbänder als sekundäre Ausscheidungen auf Klüften durchziehen die Schichtenfolge.

Mittlerer Muschelkalk 3, mm3

Mächtigkeit: 11,8 m (B 1).

Lithologie und Fazies: Der mm3 besteht überwiegend aus Dolomitstein und untergeordnet aus dolomitischem Mergelstein. Die charakteristischen Stylolithen wurden bei 155,0–155,6 sowie bei 159,2–161,3 m Teufe (Stylolithenkalkstein) beobachtet. Hornsteine häufen sich bei 155,5–155,6 m Teufe (Hornsteinkalkbank). Als Besonderheit ist eine Breccie aus Dolomit- und Kalkstein an der Basis des mm3 zu erwähnen.

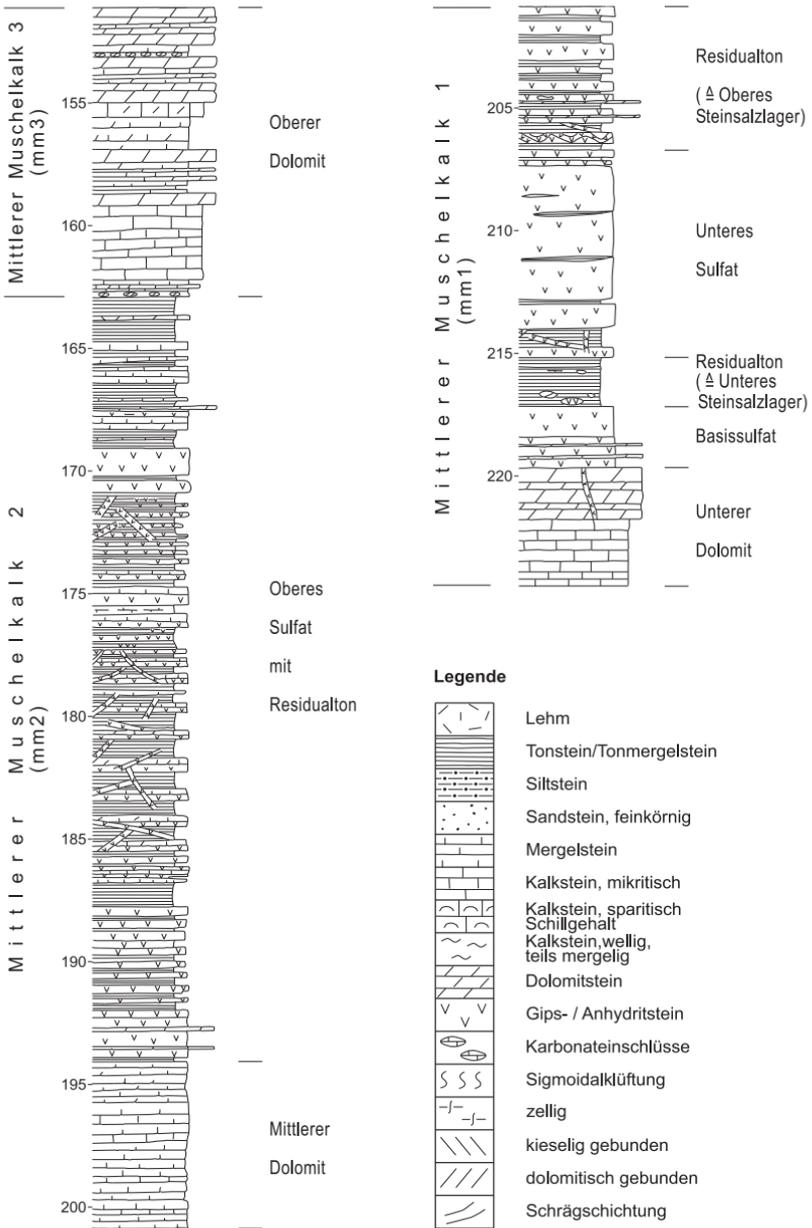


Abb. 4: Mittlerer Muschelkalk in der Forschungsbohrung Werneck 1 (B 1).

3.1.1.2 Oberer Muschelkalk, mo

Mächtigkeit: 83,7 m (N Werneck, B 1).

Verbreitung: Der Ausbiss des mo beschränkt sich im Blattgebiet Werneck auf die meist steilen Talhänge der Wern und ihrer Zuflüsse zwischen Mühlhausen und Werneck. Ein kleineres Vorkommen streicht in einem tektonischen Horst der Störungszone NE Schwanfeld aus.

Im Felde gelang nur sporadisch der Nachweis der Cycloidesbank, die Spiriferinabank konnte nicht identifiziert werden. Auf der geologischen Karte ist daher der Obere Muschelkalk homogen dargestellt. Der Quaderkalk als Sonderfazies des obersten Oberen Muschelkalk 3 ist auf Blatt Werneck nicht verbreitet.

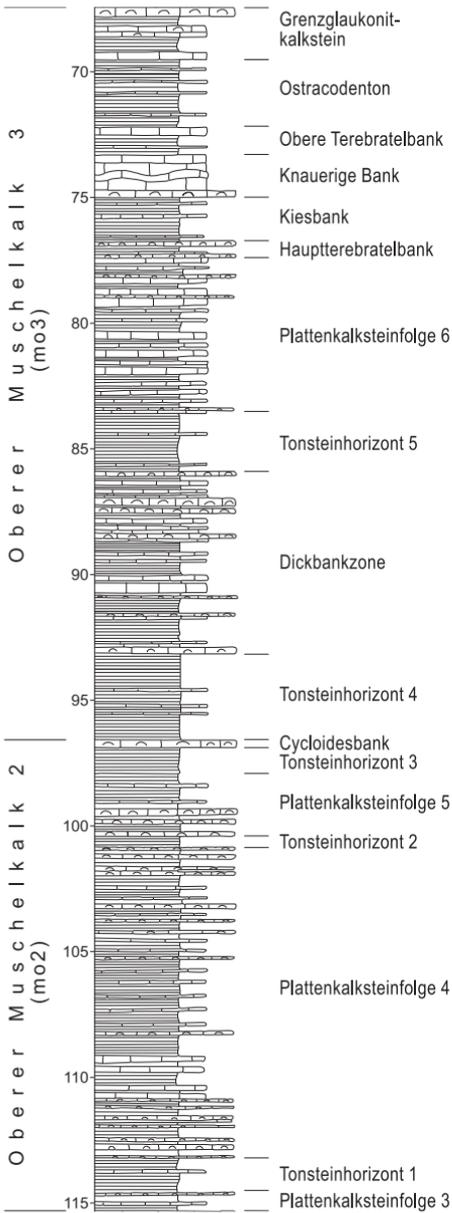
Gliederung: Der Obere Muschelkalk wird in Anlehnung an HOFFMANN'S (1967a) Normalprofil Unterfrankens anhand von Leitbänken dreigeteilt (vgl. Tab. 1, Abb. 5):

Oberer Muschelkalk 1 (mo1, Wulstkalke bis einschließlich Spiriferinabank)

**Oberer Muschelkalk 2 (mo2, vom Dach der Spiriferinabank
bis einschließlich Cycloidesbank)**

**Oberer Muschelkalk 3 (mo3, vom Dach der Cycloidesbank
bis einschließlich Grenzbonebed)**

Durch Meeresspiegelschwankungen entstanden hierarchische Sedimentationszyklen, die – je nach Ordnung – Schichten mit wenigen Dezimetern bis Dekametern umfassen und die gerade für den Oberen Muschelkalk gut untersucht sind (AIGNER 1984, 1999; KLEIN 1985; NOLTE 1989; AIGNER et al. 1990; RÖHL 1990). In Nordbayern sind die elementaren Kleinzyklen für den größten Teil des Oberen Muschelkalks (und besonders für die Meißner-Formation) als deutliche Sequenzen erkennbar, die das charakteristische Schichtungsmuster der Steinbrüche im Oberen Muschelkalk verursachen. Die Sequenzen beginnen mit einer bioklastischen Kalksteinbank, überlagert von plattigen, mikritischen Kalksteinen und von zunehmend blättrig zerfallenden Mergelsteinen und enden mit dunklen, mergeligen Tonsteinen. Diese Kleinzyklen (Abb. 6) zeigen einen sukzessiven relativen Anstieg des Meeresspiegels an, während die basale sparitische Kalksteinbank durch ein (meist multiples) Sturmereignis verursacht wurde (GEYER 2002).



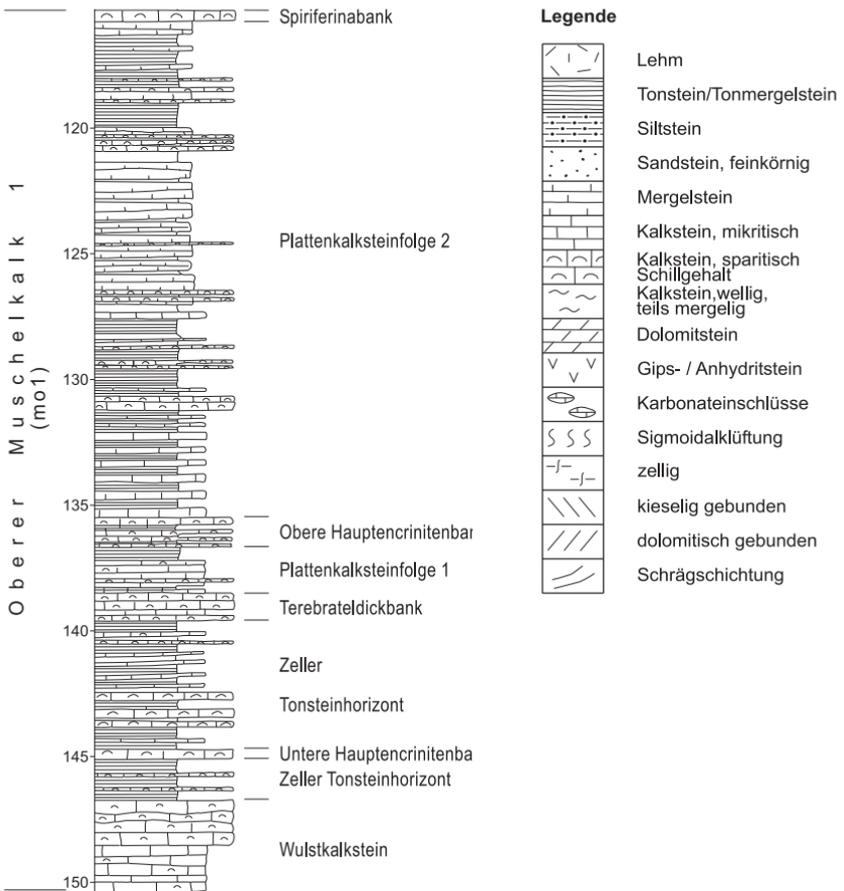


Abb. 5: Oberer Muschelkalk in der Forschungsbohrung Werneck 1 (B 1).

Diese Tempestite sind Zeugnisse von Erosion und Aufarbeitung (identifizierbar durch die basalen Intraklasten), zur Akkumulation von Schalenschill mit gradierter Schichtung und zu einem Sedimentationsstopp (an Hartgründen am Top der Bänke zu erkennen). Je nach bathymetischer und paläogeographischer Situation und je nach stratigraphischer Position schwanken die Zusammensetzung und die biofazielle Ausbildung der Bank, so dass sie oft schon im Handstück identifiziert werden können und dadurch ökostratigraphische Leithorizonte mit überregionaler Bedeutung bilden (Spiriferinabank,

Cycloidesbank, Terebratelbänke) (HAGDORN & SIMON 1993, GEYER 2002). Die Verflachung des Beckens gegen Ende des Muschelkalks wird sowohl durch die bio- und lithofazielle Veränderung der Gesteine und steigendem Karbonatgehalt als auch durch den Glaukonitgehalt im Grenzglaukonitkalkstein dokumentiert.

Nach der Fazies- und Zyklengliederung wird das Ablagerungsgeschehen im Oberen Muschelkalk als Auswirkung zyklischer Meeresspiegelschwankungen verstanden. Danach setzten sich während einer beginnenden Transgression im mo1 Kalkschlämme im Flachwasser ab, die zur Ausbildung von vorwiegend dickbankigen Kalksteinen führten, in denen häufiger Reste von Bewegungswasser anzeigenden Faunen (wie Crinoiden) erhalten sind. Kalkstein-/Tonstein-Wechselfolgen mit plattigen bis dünnbankigen Karbonaten weisen hingegen auf tieferes Wasser während des Meeresspiegelhöchststandes hin (mo2 und basaler mo3). Dickbankige, teils sparitische Karbonatgesteine im ausklingenden Oberen Muschelkalk 3 belegen regressive Tendenzen. Die maximale Überflutung im Gesamtzyklus, also den höchsten Stand des Meeresspiegels während der Trias, sehen AIGNER & BACHMANN (1993) und RÖHL (1993) im Bereich der Cycloidesbank an der Grenze mo2/mo3.

Parallelisierungen baden-württembergischer, unterfränkischer und hessischer Hauptmuschelkalkprofile unternahmen HAGDORN et al. (1987). RÖHL (1990) verglich den norddeutschen Oberen Muschelkalk mit dem süddeutschen Hauptmuschelkalk anhand von Sedimentationszyklen. Mittels sequenzanalytischer Methoden versuchte sie eine Parallelisierung der beiden Sedimentationsräume.

Der obere Teil des Hauptmuschelkalks ist in Unterfranken stark differenziert. Man unterscheidet im höheren mo3 zwischen einer Normalfazies und einer Quaderkalkfazies. Faziiell gliedert man seit WAGNER (1913) den mo2 und mo3 in Mainfranken in eine Tonfazies und eine Uffenheimer Fazies. Das Arbeitsgebiet gehört dem Bereich der Tonfazies im Bereich der Beckenachse an (HAUNSCHILD 1997).

Lithologie: Der Hauptmuschelkalk setzt sich aus grauen Kalksteinen zusammen, die mit Ton- und Tonmergelsteinen wechsellagern. Bei den Kalksteinen lassen sich mikritische plattige und linsige Kalksteine leicht von den spariti-

schen Kalksteine unterscheiden, die einen mehr oder weniger großen Anteil an Schalenschill und Intraklasten ausweisen können und meist als Tempestite gebildet wurden.

Biostratigraphie: Die beiden zwischen Gänheim und Mühlhausen liegenden Schotterwerke (Fa. SCHRAUD 1954–1974 und Fa. WECKLEIN) erschlossen zu Abbauezeiten den kompletten mo2 und mo3 (u. a. R. STAHL, schriftl. Mitt. 1997). Zur Zeit des Abbaus konnten angeblich sämtliche Ceratitonzonen aus diesem Bereich anhand von gut erhaltenen Ceratiten nachgewiesen werden. Beide Aufschlüsse sind stillgelegt und partiell verfüllt.



Abb. 6: Zyklen im Oberen Muschelkalk 3 (Stbr. bei Dettelbach). Das Foto zeigt die für Unterfranken typische Ausbildung des Oberen Muschelkalks. Die herausgewitterten Kalksteinbänke markieren als Tempestite die Basis der zahlreichen Sedimentationszyklen. Darüber folgen Mergel- und Tonsteine, die aus ansteigendem Meeresspiegel resultierten, denn der Anstieg des Meeresspiegels führt zu zunehmendem Tongehalt bei gleichzeitiger Abnahme des Karbonatgehalts (nach GEYER 2009: 118).

Oberer Muschelkalk 1, mo1

Mächtigkeit: 35,75 m (B 1).

Verbreitung: Der mo1 ist auf Blatt Werneck nur in der B 1 erschlossen.

Gliederung: Der mo1 beginnt konventionell mit dem Wulstkalkstein (HOFFMANN 1967a). Darüber folgt der Zeller Tonsteinhorizont mit der Unteren Hauptencrinitenbank im Liegenden. Über der hangenden Terebrateldickbank folgen die Plattenkalksteinfolgen 1 und 2, die durch die Leithorizonte der Oberen Hauptencrinitenbank und Dicken Bank gegliedert sind. Mit der Spiriferinabank endet der mo1 (Unterer Hauptmuschelkalk). Einen zusammenfassenden Überblick jüngerer Datums über die Stratigraphie und Palökologie des Unteren Hauptmuschelkalks von Unterfranken gibt NOLTE (1989). BÜTTNER & STÜRMER (1997, 2006) diskutieren Leithorizonte und deren Bedeutung für die Korrelation im Oberen Muschelkalk im nördlichen Unterfranken.

Lithologie: Kalkstein, grau bis hellgrau, mikritisch, dicht, plattig, teils flaserig, basal auch wulstig; mit Einschaltungen von Mergel- bzw. Tonmergel- oder Tonstein und einigen Schillkalksteinbänken, teilweise mit Crinoidenresten.

Aufschlüsse: fehlen.

Oberer Muschelkalk 2, mo2

Mächtigkeit: 18,75 m (B 1).

Verbreitung: An den unteren Talhängen der Wern zwischen Mühlhausen und Gänheim.

Tektonisch bedingt streicht der mo2/mo3-Grenzbereich in einem schmalen Streifen zwischen Juden- und Luisenhöhe NE Schwanfeld aus.

Gliederung: Der mo2 beginnt mit der Plattenkalksteinfolge 3, die durch den Tonsteinhorizont 1 von der Plattenkalksteinfolge 4 getrennt wird. Im unteren Teil der Plattenkalksteinfolge 4 ist auf Blatt Gänheim die Reticulata-Bank nachgewiesen (HAGDORN & SIMON 1993). Über dem Tonsteinhorizont 2 folgen

die Gänheimer Bank, die Plattenkalksteinfohle 5 sowie der Tonsteinhorizont 3. Plattenkalksteinfohle 5 und Tonhorizont 3 können lithologisch und biostratigraphisch mit der Schellroda-Bank (REIN & OCKERT 2000) in Thüringen korreliert werden (schrift. Mitt. R. ERNST & O. SCHMID 2009). Die markante Cycloidesbank bildet die Obergrenze des mo2.

Lithologie: Wechselfolge aus Kalkstein, grau, plattig oder flaserig und Mergel bzw. Tonmergelstein sowie einigen Schillkalksteinbänken.

Die Gänheimer Bank ist ein Kalksteinkomplex von 0,6 bis 1,2 m Mächtigkeit und hat ihren Namen nach dem typischen Vorkommen bei Gänheim im Wertal erhalten. Sie bildet dort eine auffällige, gesimsbildende Bank, wird aber gewöhnlich von einer Tonmergellage halbiert. Lithologisch besteht der Komplex zumeist aus Lagen sparitischer Schillkalksteine und Blaukalksteinen, die von Tonmergelsteinlagen und knauerigen, teilweise mergeligen Kalksteinen unterlagert werden (GEYER 2002).

Aufschlüsse: Ehemaliges Schotterwerk WECKLEIN (A 2).

Fossilien (schrift. Mitt. R. ERNST & O. SCHMID 2009, Abb. 7–11):

Ceratites evolutus (Plattenkalksteinfohle 3 bis unteres Drittel

Plattenkalksteinfohle 4)

Ceratites spinosus (Plattenkalksteinfohle 4, obere zwei Drittel bis knapp unter Tonsteinhorizont 2)

Ceratites penndorfi (knapp unter Tonsteinhorizont 2 bis Top Tonsteinhorizont 2)

Ceratites aff. posseckeri (Basis der Schellroda-Bank-Äquivalente)

Ceratites enodis (Tonsteinhorizont 3)

Ceratites posseckeri (Tonsteinhorizont 3)

Ceratites cf. sublaevigatus (Slg. MAZANEK)

Praechlamys reticulata (Reticulata-Bank, Plattenkalksteinfohle 4, A 2)

Enantiostrongylus spondyloides, *Coenothyris vulgaris*, *Plagiostoma striatum* (Reticulata-Bank)

Pleuronectites laevigatus, *Hoernesia socialis*, *Entolium discites*,

Neoschizodus laevigatus

„*Loxonema*“ sp.



Abb. 7: *Ceratites evolutus* (mo2, 2,50 m über Tonsteinhorizont 1), A 2 (WNW Mühlhausen), Slg. Robert Ernst.



Abb.: 8: *Praechlamys reticulata* (mo2), A 2 (WNW Mühlhausen), Slg. Robert Ernst.



Abb. 9: *Ceratites posseckeri*, A 2 (WNW Mühlhausen), Slg. Roland Mazanek.

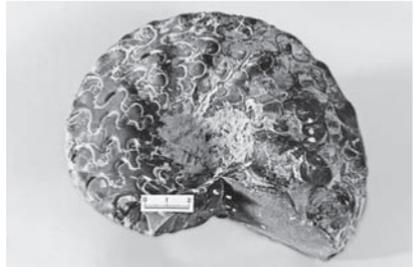


Abb. 10: *Ceratites cf. sublaevigatus*, A 2 (WNW Mühlhausen), Slg. Roland Mazanek.

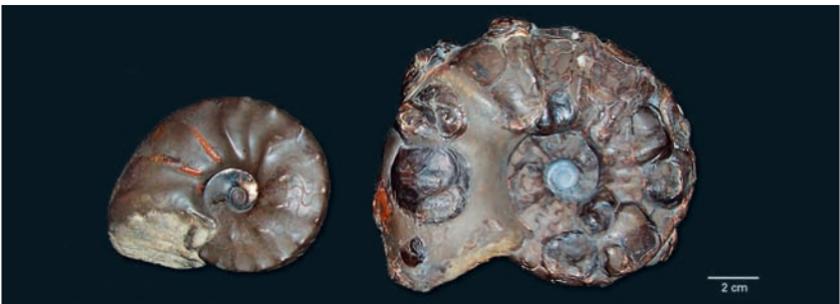


Abb. 11: *Ceratites sublaevigatus*, links juveniles, rechts adultes Exemplar mit dop-pelklappiger *Placunopsis ostracina* (mo3, oberer Tonsteinhorizont 4), A 2 (WNW Mühlhausen), Slg. Oliver Schmid.

Cycloidesbank, tc

Mächtigkeit: 0,3 m (B 1).

Verbreitung: Die Cycloidesbank ist der markanteste und zugleich am weitesten verbreitete Leithorizont des Oberen Muschelkalks. Verbreitung und Leitwert dieser ökostratigraphischen Leitbank untersuchten HAGDORN & SIMON (1993) sowie REIN & OCKERT (2000). Diese Bank bildet den Abschluss des mo2. Sie konnte nur lokal an den unteren Werntalhängen zwischen Mühlhausen und Gänheim sowie zwischen Juden- und Luisenhöhe auskartiert werden. In der Karte wurde daher eine Abgrenzung des mo2 vom mo3 unterlassen.

Lithologie: Schillkalkstein, sparitisch, sehr hart, frisch blaugrau, rostbraun anwitternd. Die Bank besteht weitgehend aus einer dichten Packung von haselnussgroßen Gehäusen des namengebenden Brachiopoden *Coenothyris cycloides*. Die Bank ist auf Blatt Werneck in klassischer Form ausgebildet. Einzelne Klappen und andere Fossilreste sind selten (Abb. 12–13).



Abb. 12: Cycloidesbank aus Steinbruch ENE Gänheim (A 3). Schillkalkstein mit dem namengebenden Brachiopoden *Coenothyris cycloides*.



Abb. 13: Fossilien aus dem Oberen Muschelkalk des Steinbruchs S Dettelbach (Bl. 6226 Kitzingen; R 35 82 600, H 55 17 180) (GEYER et al. 2002: 67).

a: Handstück mit *Coenothyris cycloides* aus der Cycloidesbank.

b: Klappe von *Sinoglottidia tenuissima* aus dem Tonsteinhorizont 3. Maßstab entspricht jeweils 1 cm. Foto: G. GEYER 2002.

Fossilien (schrift. Mitt. R. ERNST & O. SCHMID 2009): Neben dem namengebenden *Coenothyris cycloides* erwähnte SCHEINPFLUG (1984) *Nautilus*-Kiefer und den Haizahn *Acrodus* sp.

Aufschlüsse: WNW Mühlhausen (A 1, A 2); Lesesteinfunde: NE Schwanfeld, N Gänheim, WNW Mühlhausen.

Oberer Muschelkalk 3, mo3

Mächtigkeit: 29,2 m (B 1).

Gliederung: Der mo3 beginnt über der Cycloidesbank und reicht bis einschließlich Grenzbonebed des Grenzglaukonitkalksteins (Tab. 2). Er umfasst somit die Oberen Nodosus-Schichten, die Semipartitusschichten und die Fränkischen Grenzschichten (Ostracodenton und Grenzglaukonitkalkstein). Auf Blatt Werneck ist der mo3 in Normalfazies, der so genannten Tonfazies (AUST 1969), ausgebildet.

Lithologie: Wechselfolge aus Kalkstein, grau, plattig oder flaserig, und Mergel- bzw. Tonstein sowie einigen Schillkalksteinbänken.

Die Kalksteine des Oberen Muschelkalks, vornehmlich des mo3, waren in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet seit Jahrhunderten der wichtigste Baustein, der neben der Fachwerkbauweise das Dorf- und Städtebild entscheidend prägte (WEINIG 1984b, 2000).

Tonsteinhorizont 4 mit Kalksteinbänken

Mächtigkeit: 3,2 m (N Werneck, B 1); 3,1 m (ENE Gänheim, A 3; WNW Mühlhausen, A 2).

Lithologie: Dreigeteilter Tonmergelstein, getrennt durch Schillkalkbänke; Tonmergel feinschichtig; mit dünnen Kalksteinlagen.

Aufschlüsse: Steinbruch WNW Mühlhausen (A 2).

Fossilien (schrift. Mitt. R. ERNST & O. SCHMID 2009, Abb. 14): *Ceratites aff. enodis* (unterer Tonsteinhorizont 4).

Dickbankzone mit Knauerbank

Mächtigkeit: 7,25 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Kalkstein, plattig, linsig; mit Schillkalkstein; im Wechsel mit Tonmergelstein.

Die Knauerbank war in B 1 nicht nachzuweisen. „Die quaderkalkähnliche Ausbildung im Bereich der Knauerigen Bank bei Gänheim und Mühlhausen, für die in den meisten Publikationen in Anlehnung an AUST (1969) eine kleine Quaderkalkinsel in den Verbreitungskarten eingezeichnet wird, ist nichts anderes als die basale Kalksteinlage (bis 0,2 m) der Knauerigen Bank, die als parautochthoner Schillkalk (Schalen nur gering verfrachtet) dem Quaderkalk phänotypisch ähnelt“, erkannte GEYER (2002: 251).

Aufschlüsse: WNW Mühlhausen (A 1, A 2).

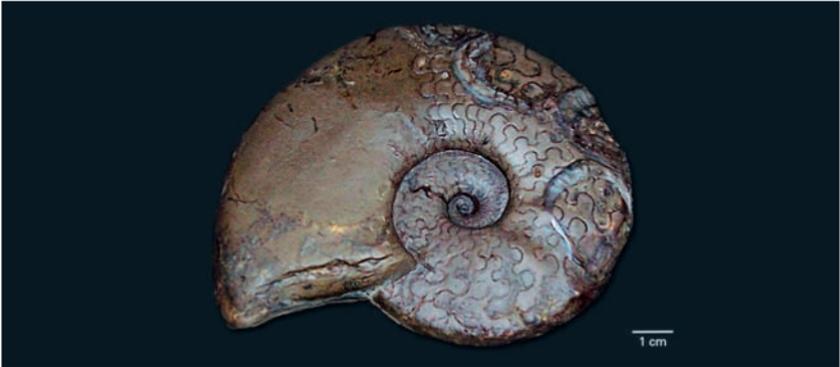


Abb. 14: *Ceratites* aff. *enodis* (mo3, unterer Tonsteinhorizont 4), A 2 (WNW Mühlhausen), Slg. Oliver Schmid.



Abb. 15: *Ceratites nodosus* (mo3, 150 cm unter Tonsteinhorizont 5), A 2 (WNW Mühlhausen), Slg. Oliver Schmid.

Fossilien (schrift. Mitt. R. ERNST & O. SCHMID 2009, Abb. 15): *Ceratites praenodosus* (untere Hälfte), *Ceratites nodosus* (obere Hälfte, ab oberer Knauerbank), *Pemphix sueuri*.

Tonsteinhorizont 5

Mächtigkeit: 2,35 m (N Werneck, B 1), 0,85 m (WNW Mühlhausen, A 2).

Lithologie: Ton- und Tonmergelstein, feinschichtig, dunkelgrau; mit dünnem Kalksteinbänkchen.

Aufschlüsse: WNW Mühlhausen (A 2).

Plattenkalksteinfohle 6 und Mergelleitschicht

Mächtigkeit: 6,1 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Kalkstein, mikritisch, plattig, teils linsenförmig; mit Tonmergelsteinen; mit sparitischen Kalksteinbänkchen, mit *Coenothyris cycloides* (Bank der kleinen Terebrateln?).

Die Plattenkalksteinfohle 6 wird durch die untere und obere Tonsteinlage gegliedert, wobei nur die untere Tonsteinlage deutlich anzusprechen ist (Brg. Werneck 1). S Mühlhausen und ENE Gänheim wird die Hauptterebratelbank von der Mergelleitschicht unterlagert, ein 20 cm mächtiger, schiefriger Tonmergelstein (BÜTTNER & STÜRMER 1997).

Aufschlüsse: WNW Mühlhausen (A 3).

Fossilien (schrift. Mitt. R. ERNST & O. SCHMID 2009): *Ceratites weyeri* (früher *C. intermedius*), N Gänheim (HOFMANN 1952). Abbildung *Ceratites weyeri* (DEDE 1959: Taf. 2), Muschelkalkbruch am Hohen Roth N Schwanfeld.

Hauptterebratelbank

Mächtigkeit: 0,45 m (N Werneck, B 1); 0,25–0,35 (ENE Gänheim, A 3), WNW Mühlhausen, A 2).

Lithologie: Schillkalkstein, sparitisch, sehr hart, in der Steinbruchwand gesimsbildend.

Nach AUST (1969) handelt es sich bei der Bank in Mühlhausen um einen Brachiopoden-/Lamellibranchiaten-Biomikrudit bis -Biosparudit. Nach HOFMANN (1952) spalten Tonsteinlagen die Hauptterebratelbank S Mühlhausen in mehrere 7–20 cm dicke Kalksteinbänke auf, die reichlich Terebrateln führen.

Der Bereich der gesamten Hauptterebratelbank misst dort knapp 50 cm. Auch bei Gänheim spaltet die Leitbank auf.

Fossilien: *Ceratites dorsoplanus*, *Placunopsis ostracina*, *Plagiostoma striatum*, *Costatoria goldfussi*, *Coenothyris vulgaris* (alle HOFMANN 1952); *Promysidiella eduliformis* (früher *Mytilus e.*) und *Hoernesia socialis* (WOINACK 1982). Aus dem Niveau der Hauptterebratelbank bei Gänheim beschreibt BREITNER (1986: 35ff.) ein *Placunopsis*-Bioherm von mehr als 3,5 m Länge, 2 m Breite und 1 m Höhe. Nach BACHMANN (1979) bestehen solche *Placunopsis*-Bildungen überwiegend aus aufeinander festgewachsenen *Placunopsis*-Klappen und Mikrit. Im Bioherm von Gänheim wurden auch zwei Ceratiten sowie die Auster *Enantiostreon difforme* angetroffen.

Aufschlüsse: fehlen (Profilbeschreibung s. Steinbruch ENE Gänheim (A 3)).

Kiesbank

Mächtigkeit: 1,6 m (N Werneck, B 1; ENE Gänheim, A 3; WNW Mühlhausen, A 2).

Lithologie: Tonmergelstein, feinschichtig, dunkelgrau, mit Mikritlagen.

Aufschlüsse: fehlen (Profilbeschreibung Steinbruch ENE Gänheim (A 3)).

Knauerige Bank

Mächtigkeit: 0,5 m (Steinbruch ENE Gänheim, A 3); WNW Mühlhausen, A 2).

Lithologie: Kalkstein, mikritisch, wellig, knauerig, wulstig, teils sparitisch, dunkelgrau, schillhaltig; teils mit Tonmergelsteinlagen, feinschichtig.

AUST (1969: 137) beobachtete im Werntal bei Mühlhausen im Niveau der Knauerigen Bank und des Gelben Kippers mehrere, nur aus Schalenschill bestehende und dem Quaderkalk gleichende Lagen, welche die Normalfazies rinnenartig durchlaufen und bis zu 20 cm mächtig werden. Er hält dieses Vorkommen für „abgerissene und weiter nach N verfrachtete Schillfahnen des Quaderkalks“. GEYER (2002) hingegen deutet diese quaderkalkähnliche Ausbildung als die basale Kalksteinlage (bis 0,2 m) der Knauerigen Bank, die

als parautochthoner Schillkalk (Schalen nur gering verfrachtet) dem Quaderkalk phänotypisch ähnelt.

Aufschlüsse: fehlen (Profilbeschreibung Steinbruch ENE Gänheim (A 3)).

Gelber Kipper

Mächtigkeit: 0,25–0,3 m (Steinbruch ENE Gänheim, A 3; WNW Mühlhausen, A 2).

Lithologie: Kalkmergelstein, teils dolomitisch, dickschichtig, ockerfarben bis dunkelbraun („Gelbkalk“).

Das Hangende der Knauerigen Bank reicht bei Mühlhausen bis in den Gelben Kipper, so dass nach BÜTTNER & STÜRMER (1997) der Gelbe Kipper i. S. HOFFMANN (1967) nicht mehr existiert.

Aufschlüsse: Steinbruch ENE Gänheim (A 3).

Fossilien: Der gelbe Kipper gilt als fossilieer, lediglich bei kalkiger Ausbildung können Fossilien nachgewiesen werden (AUST 1969).

Obere Terebratelbank

Mächtigkeit: 1,1 m (N Werneck, B 1); 1,4 m (ENE Gänheim, A 3; WNW Mühlhausen, A 2; NE Mühlhausen).

Lithologie: Kalkstein, mikritisch, hart, wellig, wulstig, teils schillhaltig; mit Tonmergelsteinlagen, feinschichtig. Meist fehlen Terebrateln. Durch die einrahmenden Leithorizonte ist der Bereich aber recht gut abzugrenzen.

Fossilien (schrift. Mitt R. ERNST & O. SCHMID 2009): *Nothosaurus mirabilis*, Lesestein im Kitzenlochgraben N Gänheim (HOFMANN 1952), *Ceratites semipartitus*, *Ceratites meissnerianus* (SUCHOPAR 1997), *Germanonutilus* sp., *Coenothyris vulgaris*.

Aufschlüsse: Steinbruch ENE Gänheim (A 3), NE Mühlhausen.

Ostracodenton

Mächtigkeit: 2,7 m (N Werneck, B 1); 2,6 m (ENE Gänheim, A 3; NW Mühlhausen, A 2); 2,9 m (Mühlhausen, WAGNER 1913).

Lithologie: Tonmergelstein, feinschichtig, dünnshichtig, bröckelig, dunkelgrau oder grüngrau; mit Kalksteinlagen, mikritisch, hart, teils bankig, feinschichtig; nach AUST (1969) Ostracoden-Biosparit.

Fossilien: WOINACK (1982) fand Conchostraken und *Sinoglottidia tenuissima* (früher *Lingula tenuissima*). Besonders gut erhaltene Massenvorkommen mit Ostracoden-Klappen finden sich bei Gänheim (GEYER 2002). Die häufigsten Ostracoden sind *Laevicythere vulgaris*, *Letticocythere thuringensis* (= *Glorianella dispar?*), *Mandelstamia (Palaeomandelstamia) ingerslebensis* und *M. (P.) gracilis* (AUST 1969). Nahe der Basis der Schichten sind örtlich linsenförmige oder weiter ausgedehnte mikritische Kalksteinlagen eingeschaltet. Im Steinbruch bei Gänheim wurden in einer solchen Bank noch etliche Exemplare der letzten Ceratiten (*Ceratites semipartitus* und *Ceratites meissnerianus*) gefunden (HAGDORN 1991).

Ablagerungsmilieu: Aus palynologischen Untersuchungen an Proben aus dem Ostracodenton SW Theilheim (A 5) interpretiert HEUNISCH (1984) einen Ablagerungsraum in sehr seichtem, stark brackisch beeinflusstem Wasser. Die Hinterlandvegetation war an trockene Standorte angepasst.

Aufschlüsse: Steinbruch ENE Gänheim (A 3).

Grenzglaukonitkalkstein, g

Mächtigkeit: 2,1 m (N Werneck, B 1); 2,6 m (ENE Gänheim, A 3; N Mühlhausen).

Lithologie: Kalkstein, mikritisch, teils dolomitisch, grau, teils bräunlich-gelblich, teils dickschichtig, meist dünnbankig, plattig, teils mittelbankig, hart bis sehr hart; unten meist Gekrösealkstein zuunterst gewellt; oben meist Kalkstein, mikrosparitisch, sehr hart, grau; mit Ton(mergel)steinlagen, schiefrig, ockerfarben.

Der namengebende grüne Glaukonit ist meist fein verteilt, kann aber auch angereichert sein, oft zusammen mit Bonebed-Fossilien. ESE Schwanfeld enthält er sehr viel Glaukonit. Nach WOINACK (1982) wird der Glaukonitkalkstein bei Gänheim im Wesentlichen von schiefrigen Tonsteinen vertreten, die durch eine harte „Ockerkalkbank“ von dem liegenden Ostracodenton getrennt werden. Hangend schließt der Horizont mit einer Kalksteinbank ab, in der Wirbeltierreste, v. a. Fischzähnen, -schuppen und -zahnplatten beobachtet wurden.

Fossilien: HOFMANN (1952) fand *Myophoria intermedia*, *Costatoria goldfussi* und *Pseudocorbula gregaria*.

Aufschlüsse: Steinbruch ENE Gänheim (A 3), N Mühlhausen.

Grenzbonebed, gb

Mächtigkeit: einige mm bis wenige cm (Lokalitäten vgl. Grenzglaukonitkalkstein).

Lithologie: Ton(mergel)stein, siltig, teils sandig, teils Kalkstein, braun; glaukonitreich, dunkelgrün, schwarz; teils glimmerhaltig. Fossilinhalt: Wirbeltierreste (Vertebratensand), Knochensplitter, Fischschuppen, Zähne, Koprolithe, phosphatische Reste.

Die Bonebed-Lagen sind oft in den Glaukonitkalkstein eingebettet; sie sind daher nicht immer als eigenständige stratigraphische Einheit aufzufassen (GEISLER 1967). Das Grenzbonebed bildet definitionsgemäß den Abschluss des Muschelkalks.

Fossilien und Ablagerungsmilieu: Im Grenzbonebed und in den Bonebeds des Unteren Keupers wurden durch sedimentologische Vorgänge Wirbeltierreste kondensiert. Faunenanalysen zeigen, dass dabei marine Fisch- und Saurier-Reste nach Artenzahl und Häufigkeit überwiegen und dass daneben mit den Stegocephalen-Resten aber auch Bewohner der Binnengewässer und Brackwassersümpfe vertreten sind. „Nach heutiger Deutung ist das Grenzbonebed eine Bildung des flachen Wassers. Darin wurden chemisch widerstandsfähige Wirbeltierreste, die sich durch lange Zeiträume ansammelten, während häufigen Stürmen umgelagert und zerkleinert. Die vollstän-

dig erhaltenen Knochen gerieten erst spät in diese Knochenmühle hinein. Schlamm konnte sich in dem turbulenten Milieu nicht am Boden absetzen, sondern wurde in tiefere und ruhigere Bereiche im Beckenzentrum verfrachtet“ (HAGDORN & SIMON 1985). Ausführliche Untersuchungen des Fossilinhalts des Grenzbonebeds unternahm HACK (1980). HOFMANN (1952) entdeckte Ganoïdschuppen, Knochensplitter, Zähnchen von *Acrodus* sp. und Koprolithe.

Aufschlüsse: Steinbruch ENE Gänheim (A 3), N Mühlhausen (A 4).

3.1.2 Keuper

Paläogeographie: Das Germanische Becken stand zur Zeit des Keupers bald unter marinem, bald unter brackischem und terrestrischem Einfluss. Die Sedimente des Keupers wurden vorwiegend unter Playa-Bedingungen, also als Feinmaterial in küstenfernen abflusslosen Becken, zum anderen in Flusssystemen abgelagert (GEYER 2002). Vom Fennoskandischen Schild im N wurden die feinkörnigen Sande des Werksandsteins und des Schilfsandsteins geschüttet (Nordischer Keuper) (WURSTER 1965, EMMERT 1965). Ab dem höheren Mittelkeuper wurden in Schichtfluten grobkörnige, oft feldspatreiche Sande vom Vindelizisch-Böhmischen Massiv ins südwestdeutsche Teilbecken transportiert (Vindelizischer Keuper).

Mächtigkeit und Verbreitung: Die Mächtigkeit der Keupersedimente betrug im Blattgebiet ursprünglich etwa 400 m (HAUNSCHILD 1993, FREUDENBERGER 1996). Der Obere Keuper und der größte Teil des Mittleren Keupers sind bereits erodiert. Die Schichtenbeschreibung der Trias endet mit den Myophorienschichten des Gipskeupers.

Gliederung: Überregional wird der Keuper den Beschlüssen der Perm-Trias-Subkommission folgend in Formationen gegliedert (DSK 2005). Hiernach entspricht auf Blatt Werneck der Untere Keuper der Erfurt-Formation und der basale Mittlere Keuper (Myophorienschichten) dem unteren Teil der Grabfeld-Formation (FREUDENBERGER 2005).

Fossilien und Fazies: Die schlechten Aufschlussverhältnisse der heutigen Zeit ermöglichen nur noch selten Fossilfunde, daher sei auch auf ältere Literatur verwiesen, z. B. auf „Die Lebewelt unserer Trias“ von SCHMIDT (1828, 1938) oder BADERS (1936) „Systematische Zusammenstellung der Tier- und

Planzenwelt“ des Unteren Keupers. Hinweise auf Fossilinhalte finden sich u. a. bei SCHUSTER (1928), SCHUSTER & NATHAN (1937), RUTTE (1957), HOFFMANN (1967a), BRUNNER (1973), GEYER (1980, 2002), GEYER & KELBER (1987), KELBER (1990) und SEEGIS (1999). Palynospektren und Milieuinterpertationen lieferten HEUNISCH (1984, 1999) und WIERER (1999), die Faziesentwicklung beschreiben BEUTLER et al. (1999).

Literatur: Forschungsergebnisse stellt der Triasband, herausgegeben von HAUSCHKE & WILDE (1999), sowie die Keuper-Monographie, herausgegeben von DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (2005), vor.

3.1.2.1 Unterer Keuper, ku

Mächtigkeit: 50–51 m (N Werneck, B 1, SW Waigolshausen, B 2), im Einklang mit der von GUDDEN (1981) und HAUNSCHILD (1981, 2000) skizzierten Mächtigkeitsverteilung in Nordbayern.

Verbreitung: Der Untere Keuper bedeckt nahezu 70 % des Blattgebietes. Wegen der teilweise großflächigen und mächtigen Lößauflage ist sein Ausbiss häufig auf Talhänge beschränkt.

Gliederung: Der Untere Keuper wird auf der geologischen Karte konventionell in vier Abschnitte gegliedert (HAUNSCHILD 1986) (Tab. 3, Abb. 16–17).

Tab. 3: Gliederung des Unteren Keupers mit Angaben zur Lithologie und Mächtigkeit in den Bohrungen Waigolshausen 1 (B 2) und Werneck 1 (B 1).

Gliederung mit Leithorizonten			Lithologie/Fazies	Mächtigkeit [m]			
				B 2	B 1		
Unterer Keuper ku	Eifurt-Formation	kuD	Grenzdolomit	Dolomitstein, kalkig	>0,5	1,0	50–51
		ku2	Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (Albertibank bis Basis Grenzdolomit)	Tonstein mit Silt-, Sand- und Dolomitsteinlagen	22,5	23,7	
		kuW	Werksandstein-Bereich (Cardiniensandstein bis Basis Albertibank)	Sandstein mit Ton- und Siltsteinlagen	9,9	8,3	
		ku1	Untere Tonstein-Gelbkalkschichten (Untere Vitriolschiefer bis Basis Cardiniensandstein)	Tonstein mit Silt-, Sand- und Dolomitsteinlagen	16,6	17,9	

Die Ausbisse des Oberen Sandsteins, des Anoplophorahorizonts, der Anthrakonitbank, der Albertibank, der Hauptquarzitschieferplatten, des Unteren Sandsteins sowie von Wagners Plattenhorizont wurden – soweit kartierbar – als zusätzliche Information in der Karte dargestellt.

Der rasche vertikale Wechsel von Sandsteinen, Gelbkalken, Tonsteinen, Mergeln und Siltsteinen erlaubt eine Kartierung anhand von Lesesteinen. Die nach Farbe und Habitus kaum zu unterscheidenden Sandsteinlagen können nur im Verband mit Leitbänken oder charakteristischen Tonsteinfolgen stratigraphisch zugeordnet werden. Als verlässlicher Bezugshorizont erwies sich auch in diesem Gebiet der Siltsteinhorizont der Hauptquarzitschieferplatten.

Lithologie: Tonstein, hell- bis dunkelgrau, dolomitisch oder mergelig, teils siltig oder feinsandig; mit Lagen von Siltstein, grau, Sandstein, feinkörnig, sowie Dolomitstein und Kalkstein, dolomitisch, hellgrau.

Fazies und Ablagerungsmilieu: Während des Unteren Keupers pendelten im Gebiet des heutigen Mainfranken die Ablagerungsräume zwischen küstennahen alluvialen Ebenen, die zeitweilig vom Meer überflutet wurden, bis zu Delta-Arealen oder Flusssystemen mit verflochtenen Rinnen, die noch im Bereich der Küste angesiedelt waren (GEYER 2002). Die Sedimente wurden in einem teils flachmarinen, teils lagunären, teils brackischen Milieu abgelagert. Dafür sprechen auch die von KÖSTER & SCHNITZER (1984) festgestellten Bor-Gehalte. Untermeerische Schwellen und Barrieren ermöglichten je nach Süßwasserzufluss und Klimabedingungen kleinräumige Bereiche, in denen das Meerwasser ausgesüßt oder übersalzen war. Dem ständigen Wechsel im Ablagerungsmilieu entspricht die bunte Vielfalt der Gesteine: Graue und gelbe Kalk- und Dolomitsteinbänke gelten als Ablagerungen von Meeresvorstößen, die schwarzgrünen Ton- und Mergelsteine sowie die feinkörnigen graugrünen Sandsteine als brackische und limnische Absätze eines riesigen Stromdeltas. Dies wurde auch durch palynologische Studien von HEUNISCH (1986) und geochemische und sedimentpetrographische Untersuchungen von HAHN (1986) bestätigt (HEUNISCH 1986).

AIGNER et al. (1990) deuteten die Beckenfüllung des Unteren Keupers im Sinne der Sequenz-Stratigraphie als Shallowing-upward-Zyklus, der sich wieder-

rum aus transgressiv-regressiven Zyklen zusammensetzt. Demnach werden die bekannten Leitbänke von den transgressiven Dolomitsteinen gebildet; das regressive Maximum wird im Werksandstein-Bereich erreicht. Danach folgt eine generelle transgressive Tendenz mit Höhepunkt im Grenzdolomit (AIGNER et al. 1990, NITSCH 2005).

Klima: Die Mikroflorenassoziationen deuten auf ein dauerhaftes humides Milieu während des Unteren Keupers hin. Küstennah siedelten bevorzugt Farne und Samenfarne, Schachtelhalme und Bärlappgewächse, die auch als Pionierflora die aus dem Wasser auftauchenden Sandinseln (z. B. des Werksandsteins) besiedelten. Im Hinterland wuchsen Koniferen (HEUNISCH 1984, 1986; KELBER 1990).

Fossilien: Die Fauna des Unteren Keupers gilt als relativ artenarm. Verbreitet sind Muscheln (*Unionites*, *Myophoria*, *Bakevellia*), inartikulale Brachiopoden (*Sinoglottidia*), Conchostraken, Ostracoden und Wirbeltierreste. Die Flora besteht meist aus Pflanzenhäcksel (Schachtelhalme, Bärlappgewächse, Farne, Samenfarne, Koniferen) (Lit. s. Kap. 4.1.2).

Untere Tonstein-Gelbkalkschichten, ku1

Mächtigkeit: 16,6 m (SW Waigolshausen, B 2); 17,9 m (N Werneck, B 1).

Gliederung: Die Unteren Tonstein-Gelbkalkschichten fassen die Schichtenfolge beginnend mit den Unteren Vitriolschiefern bis einschließlich den Oberen Estherienschiefern zusammen.

Untere Vitriolschiefer

Mächtigkeit: 3,4 m (SW Waigolshausen, B 2).

Die Vitriolschiefer inklusive Wagners Plattenhorizont messen in der Bohrung B 1 5,7 m.

Lithologie: Ton- und Siltstein, feinschichtig, teils mergelig, teils feinsandig, (grün)grau bis schwärzlich, mit Dolomitstein-Bänkchen.

Namengebend für die Vitriolschiefer war der Gehalt an Eisensulfat, aus dem Vitriol gewonnen wurde, wie bei Crailsheim. DRUCKENBROD (1986) beobachtete Platten, die auf Schichtoberseiten dicht mit *Unionites brevis* besetzt waren (GEYER et al. 2005).

Aufschluss: SW Kürnach (A 4).

Wagners Plattenhorizont, wp

Mächtigkeit: 0,25 m (SW Waigolshausen, B 2); 0,5 m (NW Klingenberg, R 35 73 660, H 55 40 160); 0,5–0,6 m (N Schraudenbach, R 35 75 200, H 55 40 800).

Lithologie: Siltstein, teils kieselig, sehr hart; teils feinsandig; teils tonig; teils kalkig oder mergelig; teils Tonstein, dolomitisch; dickschichtig, dünnplattig, teils feinschichtig aufspaltend (Plättchen), dunkelgrau grau, graugrün.

Der Plattenhorizont ist verwitterungsbeständig, meist auch im Handstück zu erkennen und gilt daher als wichtiger Leithorizont bei der Feldkartierung. Im Felde ähnelt er den etwa 9 m höher ausstreichenden Hauptquarzitschieferplatten, verwittert aber meist zu weit kleineren Bruchstücken: zu dünnen, etwa 0,05 m starken Plättchen, die teilweise Schrägschichtung aufweisen. In der Karte wurde er ausgeschieden, sofern er im Felde nachweisbar war.

Fossilien: WOINACK (1982) beobachtete *Unionites brevis* sowie Wurmsspuren.

Aufschlüsse: ENE Gänheim (A 3), zwischen Eßleben und Mühlhausen (A 18).

Obere Vitriolschiefer

Mächtigkeit: 1,7 m (SW Waigolshausen, B 2).

Lithologie: Tonstein, feinschichtig, lagenweise siltig, dünnblättrig, weich, teils mergelig, teils dolomitisch, teils bituminös, dunkelgrau(grün) bis schwärzlich; teils mit dünnen Mergel- oder Kalksteinlagen.

Ablagerungsbedingungen: Nach einem aus REINECK & SINGH (1980) stammenden Modell des Mississippi-Deltas könnten die Vitriolschiefer und Wagners Plattenhorizont als „Prodeltasedimente“, die Übergänge in die Schelfablagerungen darstellen, aufgefasst werden, was vor allem durch Auftreten von Acritarchen plausibel scheint (HEUNISCH 1984). Die Vitriolschiefer könnten auch als delta-bottom-set-Sedimente, die das Produkt langsamer Ablagerung suspendierter Sedimente darstellen, bezeichnet werden. Betrachtet man die hangenden Unterkeuper-Schichten mit ihren Zelluloseresten und den gelegentlich entwickelten Kohlelagen, so beschreiben diese Beobachtungen sowohl die Kennzeichen eines Nebenmeeres im humiden Klimabereich, als auch die Marsch- und Sumpflandschaften eines Deltas, aus denen sich Torf, Lignite und Kohle entwickeln können“ (HAHN 1986).

Aufschluss: SE Estenfeld (A 5).

Blaubank-Bereich

Mächtigkeit: 0,6 m (SW Waigolshausen, B 2); 0,55 m (N Werneck, B 1); ca. 1,4 m (ENE Gänheim, A 3); NW Klingenberg, R 35 73 660, H 55 40 160.

Lithologie: Kalkstein, teils mikritisch, überwiegend mergelig; teils dolomitisch bis Dolomitstein, hart, teils sparitisch und schillführend frisch blaugrau, verwittert ockerbraun („Gelbkalk“).

Der Blaubank-Bereich bildet den ersten beständigen, weit aushaltenden Kalksteinhorizont oberhalb der Muschelkalk/Keuper-Grenze.

Fossilien: WOINACK (1982) erwähnte NW Klingenberg Conchostraken und *Unionites brevis*.

Aufschlüsse: ENE Gänheim (A 3), NW Klingenberg.

Dolomitische Mergelschiefer

Mächtigkeit: 0,85 m (SW Waigolshausen, B 2); 1,05 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Tonstein, mergelig, feinschichtig, feinblättrig, weich, teils plastisch, teils bituminös, schwarzgrau, graugrün.

Aufschluss: Zwischen Eßleben und Mühlhausen (A 18).

Untere Dolomitsteine

Mächtigkeit: 0,1 m (SW Waigolshausen, B 2); 0,55 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Kalkstein, mergelig, Mergelstein, dünn- bis mittelbankig, hart, gelb, bräunlich; Dolomitstein, sehr hart, mit Tonsteinlagen, dünnschichtig, bröckelig, teils dolomitisch.

Untere Estherienschiefer mit Unterem Sandstein, us

Mächtigkeit: 5,75 (SW Waigolshausen, B 2); 5,9 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Tonstein, teils mergelig, feinschichtig, blättrig, bröckelig, teils plastisch, weich, schwarzgrau, graugrün; teils sandig; teils mit dünnen Dolomit-, Kalk- oder Mergelsteinlagen.

Gelegentlich treten harte, hellgrüne, bräunliche Silt- und Feinsandsteinlagen auf, die tonig oder kieselig gebunden sind (Unterer Sandstein). Bisweilen wurden Wellenrippeln und Wurmspuren beobachtet.

Fossilien: Namengebend für die Estherienschiefer sind die gelegentlich auftretenden Conchostraken, die früher Estherien genannt wurden. In plattigen „Sandschiefern“ fand HOFMANN (1952) N Gänheim, auf dem Weg zur Rabenbaumhöhe, erstmals *Bakevella mytiloides* und *Unionites brevis*, ferner Fischschuppen und im Niveau des Unteren Sandsteins *Unionites brevis*, *Unionites donacinus* und selten *Costatoria goldfussi* (Namen aktualisiert).

Aufschlüsse (Unterer Sandstein): 120 m westlich des Friedhofs Theilheim (GHOLAMI 1984).

Hauptquarzitschieferplatten, q

Mächtigkeit: 0,45 m (SW Waigolshausen, B 2); 0,6 m (N Werneck, B 1); ca. 0,3 m (NW Klingenberg, R 35 73 660, H 55 40 160).

Lithologie: Siltstein, kieselig, sehr hart, feinschichtig, plattig, (weiß)grau, bläulich, metallisch glänzend, blauschwarz-violette Anlauffarben auf Schicht- und meist senkrecht aufeinander stehenden Bruchflächen.

Sedimentpetrographische Untersuchungen von HAHN (1986) ergaben eine außerordentlich konstante Zusammensetzung aus hauptsächlich Quarz und Glimmer. Limonit, phosphatische Relikte, Pyrit und Plagioklas waren dagegen selten.

Die Hauptquarzitschieferplatten sind der beste Leithorizont im Lettenkeuper. Selbst einzelne Bruchstücke dieses charakteristischen kieseligen Gesteins erlauben eine exakte stratigraphische Ansprache. Der Horizont liegt 13–14 m über der mo/ku-Grenze. Er wurde in der Karte nur ausgeschieden, wenn er im Felde nachweisbar war.

Fossilien: *Unionites brevis* wies DRUCKENBROD (1986) auf Lesesteinen nach, WOINACK (1982) zudem Wurmrohren. Vereinzelt Abdrücke von *Unionites brevis* sowie eine Rinnenfüllung beschrieb BREITNER (1986). GHOLAMI (1984) fand Fischzähnen und „Wurmrohren“.

Ablagerungsmilieu: Aufgrund palynologischer Untersuchungen deutet HEUNISCH (1984) die Hauptquarzitschieferplatten als Vorboten des nahenden Werksandstein-„Deltas“. Als „delta front sheet sand“, der von Wellen lateral verfrachtet wird, fügte HAHN (1986) die Hauptquarzitschieferplatten in das Modell des Mississippi-Deltas von REINECK & SINGH (1980) ein.

Aufschlüsse: NW Klingenberg, Lesesteinfunde am Klößberg.

Mittlere Estherienschiefer

Mächtigkeit: 1,05 m (SW Waigolshausen, B 2); 1,5 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Tonstein, feinschichtig, blättrig, weich, schwarzgrau.

Zelliger Mergelkalkstein

Mächtigkeit: 0,4 m (SW Waigolshausen, B 2); 0,15 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Kalk(mergel)stein, hart, zellig, dünnbankig, gelb(grau); mit Calcit-schnüren und drusigen Hohlräumen; mit Tonsteinlage, mergelig, feinschichtig, weich, dunkelgraugrün.

Obere Estherienschiefer

Mächtigkeit: 1,3 m (SW Waigolshausen, B 2); 1,3 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Tonstein, siltig, sandig, feinschichtig, weich, teils glimmerhaltig, grüngrau; teils Sandstein, tonig, feinschichtig.

Laibsteinhorizont

Mächtigkeit: 0–0,25 m (SW Kürnach, Bl. 6126 Dettelbach, A 4).

Lithologie: Kalksteinlinsen, max. 0,3 m lang, gelb, braun, innen teils blaugrau, hart, teils mulmig zerfallend.

Diese Lage kugelig oder abgeplatteter Kalksteinlinsen ist nicht immer typisch entwickelt.

Werksandstein-Bereich, kuW

Mächtigkeit: 9,9 m (SW Waigolshausen, B 2); 8,3 m (N Werneck, B 1).

Gliederung: Der Werksandstein-Bereich umfasst die Schichtenfolge beginnend mit dem Cardiniensandstein bis ausschließlich Albertibank.

Cardiniensandstein

Mächtigkeit: 0,10–0,25 m (SW Kürnach, Bl. 6126 Dettelbach, A 4); 0,30 m (S Mühlhausen, A 11); 0,10 m (NE Dettelbach, A 10).

Lithologie: Sandstein, feinkörnig, tonig, teils kieselig gebunden, hart, plattig absondernd, schräg- und kreuzgeschichtet, basal wellig (A 11), gelbbraun, bräunlich.

Fossilien: Namengebend für die „Sandigen Cardinienplatten“ sind die nicht selten auftretenden „Cardinien“ (heute zur Gattung *Unionites*).

Werksandstein

Mächtigkeit: 3,2 m (SW Waigolshausen, B 2); 4,95 m (N Werneck, B 1; 1,5 m (an Stängleinhöhe W Binsbach).

Von ehemaligen Aufschlüssen mit Feinsandstein berichtet BREITNER (1986): über 5 m mächtig NW Binsbach (am Stängleinholz, R 35 72 000, H 55 36 200), über 4 m mächtig N Gänheim (Mittelberg, R 35 72 000, H 55 40900), über 3 m mächtig E Ruppertzaint (Autobahneinschnitt, R 35 75 100, H 55 39 000) sowie HEGENBERGER (1969): über 2 m mächtig NE Gänheim (Hühnerberg, R 35 73 850, H 55 37 850).

Lithologie: Sandstein, feinkörnig, tonig, mäßig hart bis hart, glimmerführend, teils feinschichtig, teils flaserschichtig, teils schräggeschichtet; viel Pflanzenhäcksel (vor allem Schachtelhalme, Farne, Samenfarne und Koniferen); häufig mit Grabbauten und Wellenrippeln.

Die Farbe des Sandsteins variiert zwischen frisch grau und graugrün, gemasert, unter Verwitterungseinfluss bräunlich oder gelblich. Zuerst treten rotviolette und rotbraune Farben auf („Blutsandstein“), die auf das Vorhandensein von Roteisensteinkonkretionen im Hangenden hindeuten.

Der Werksandstein setzt sich aus Quarz, Feldspat, Glimmer und häufig Gesteinsbruchstücken zusammen (AUST 1969). Der gut sortierte, tonig gebundene Feinsandstein weist aufgrund seines hohen Glimmergehaltes auf den Schichtflächen eine gute Spaltbarkeit auf. Entsprechend seines Tonstein- und Glimmergehaltes sondert er großquaderig, dick- bis dünnbankig bzw. feinplattig bis feinschichtig ab. Er verwittert leicht zu bröckeligem Grus, wobei sich braunschwarze Fe-Mn-Verwitterungsrinden bilden. Der Werksandstein kann auch als Wechselfolge von feinkörnigem Sandstein, feinsandigem Silt- und siltigem Tonstein („Sandschiefer“) ausgebildet sein.

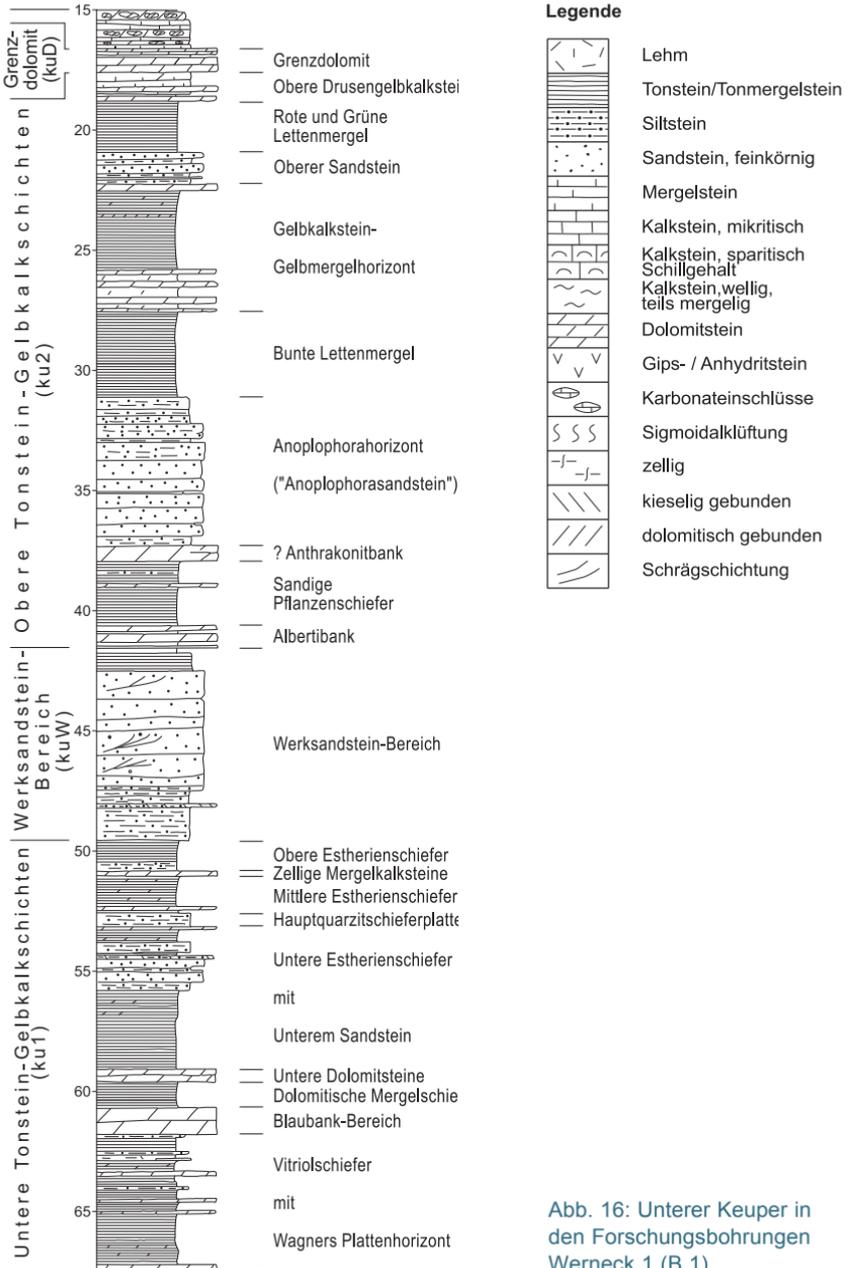


Abb. 16: Unterer Keuper in den Forschungsbohrungen Werneck 1 (B 1).

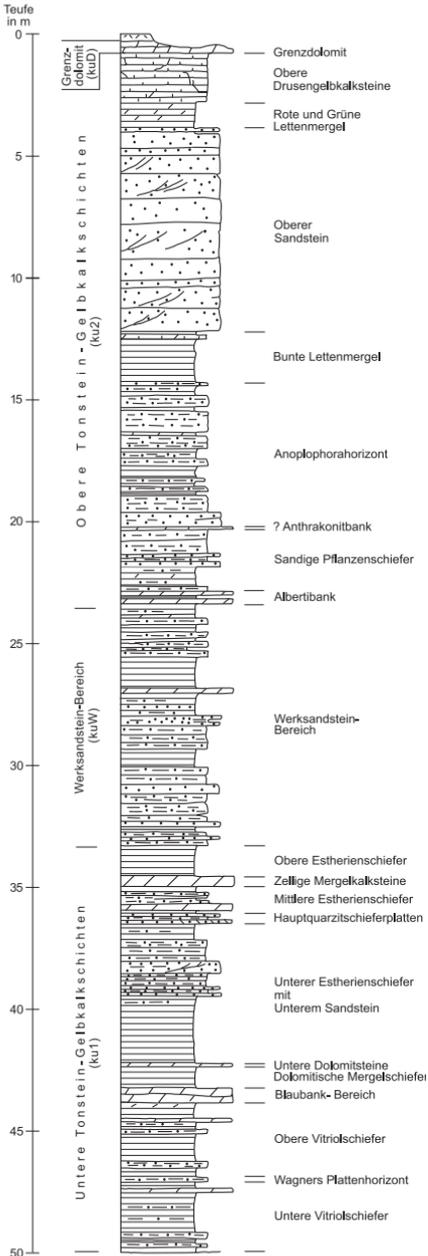


Abb. 17: Unterer Keuper in den Forschungsbohrungen Waigolshausen 1 (B 2). Legende s. Abb. 3.

Fazies und Mächtigkeit: Der Werksandstein ist für rasche Mächtigkeitsänderungen bekannt. Dies zeigt eindrucksvoll der Vergleich der Kernbohrungen auf dem weiter südlich gelegenen Blatt Kitzingen (FREUDENBERGER 1991). Entsprechend seiner Mächtigkeitsentwicklung sind Begriffe wie „Normal-“, „Mangel-“ und „Stillwasserfazies“ für geringmächtige Ausbildung (etwa bis 4 m) im Gegensatz zur mächtigeren Flutfazies im Gebrauch. Auf Blatt Werneck wurden beide Faziesausbildungen sowie Übergänge, die nicht eindeutig zuzuordnen sind, angetroffen. Werksandstein in eindeutiger Flutfazies wird besonders in der NE-Ecke beschrieben. Bei geringer oder fehlender Werksandsteinausbildung ist die sandige Fazies gewöhnlich durch graue bis grünliche, mergelige Tonsteine ersetzt. Nach BADER (1936) liegt der nordöstliche Teil des Blattes innerhalb der Gänheim–Vasbühl–Egenhausen–Kronunger Flutzone.

Nach HAUNSCHILD (1976, 1986) kann die Zuordnung von Teilaufschlüssen im Werksandstein-Bereich zur Flut- oder Normalfazies „nicht nur aufgrund der Fazies allein vorgenommen werden, sondern muss immer – wie beim Schilfsandstein des Mittleren Keupers – von der Vollständigkeit bzw. von einer eventuellen Kappung der Liegendserie ausgehen“.

Ablagerungsbedingungen: Bildungsmilieu und Bildungsmechanismen werden vielseitig diskutiert. Nach WURSTER (1968) sind mächtig ausgebildete, deutlich schräggeschichtete Sandsteine als fluviatile Rinnenfüllungen mehrerer Flüsse oder eines riesigen Deltas zu verstehen, während sich die Stillwasserfazies als feinklastisch dominiertes Schichtpaket geringmächtig über unversehrttem Untergrund entwickelt.

HOFFMANN (1967a) übertrug die von EMMERT (1965: 166) für den Schilfsandstein erarbeitete Vorstellung auch auf den Werksandstein. Danach gelangte „vom wüstenhaften Beckenrand her Dünensand in das seichte Meeresbecken“ und wurde dort „von vorwiegend N–S-gerichteten Wasserströmungen im Laufe der Schilfsandsteinzeit im ganzen Beckenbereich unterschiedlich verschwemmt und abgelagert“.

HAHN (1986) wendete das von REINECK & SINGH (1980) stammende Modell des Mississippi-Deltas auf den Werksandstein an („bar finger sand,“). Das Liefergebiet lag nach PATZELTS (1964) Schwermineralanalysen und Schrägschichtungsmessungen im NE (Fennoskandia).

Verwendung: Namengebend für den Werksandstein war seine Nutzung als begehrter Werkstein. Er fand Verwendung in zahlreichen Bauten, Skulpturen, Bildstöcken usw (vgl. WEINIG 1984, 2003). Da der Werksandstein rasch verwittert findet er heute nur noch bei Restaurierungsarbeiten Verwendung. Ältere topographische Karten weisen zahlreiche Steinbrüche aus, die im Niveau des Werksandsteins angelegt sein mussten. Sie sind heute alle verfüllt oder zugewachsen.

Fossilien: Pflanzenreste (SCHMIDT 1928, 1938; KELBER 1983, 1990), Wurzelhorizonte (AUST 1969), Lebensspuren, auch von Insekten (GEYER & KELBER 1987, KELBER & GEYER 1989), Wirbeltierreste (HAUNSCHILD 1986). BADER (1936) beschrieb Wurzelhorizonte bei Schraudenbach, SANDBERGER (1867) bei Wai-golshausen. WOINACK (1982) fand Wurmsspuren und einen Zahn von *Placodus* im Werksandstein. HOFMANN (1952) beschrieb 1 m lange, senkrechte kohlige Wurzelreste im oberen Teil des Werksandsteins auf dem Hühnerberg NE Gänheim. Ferner fand er größere Stücke von *Equisetites arenaceus* sowie E Theilheim bei Dächheim (Bl. Grettstadt) ein etwa 10 cm großes Stück, das als *Equisetites platyodon* bestimmt wurde. BREITNER (1986) berichtete zudem von Abdrücken von *Unionites*-Klappen.

Aufschlüsse: NW Klingenberg, R 35 73 660, H 55 40 160, NE Gänheim (A 6).

Lettenkohle

Verbreitung und Mächtigkeit: Lettenkohle wurde wiederholt beschrieben. Sie findet sich in verschiedenen Niveaus des Unteren Keupers als Schmitzen oder Lagen in einer Mächtigkeit, die von 0 bis 0,2 m schwankt. Größere Mächtigkeiten (max. 1,5 m) wurden auf Blatt Kitzingen bekannt (FREUDENBERGER 2000). Der tiefste Horizont mit Kohle tritt dort unter dem Werksandstein auf, der höchste im Liegenden des Grenzdolomits. Die meisten Vorkommen wurden zwischen Werksandstein und Albertibank beobachtet (Hauptlettenkohlenlage). HOFMANN (1952) wies auf ein 10 cm mächtiges Lettenkohle-Vorkommen an der Basis des Werksandsteins W Binsheim (an der Stängleinhöhe) hin. Ebenso beobachtete er eine mächtige Lettenkohlen-Schicht östlich der Zeuzlebener Mühle im Werksandstein-Niveau. SCHUSTER & NATHAN (1937) berichten von Lettenkohle unmittelbar über dem Werksandstein E Schwanfeld (NW Gehrings-Mühle).

Fazies: Nach HOFFMANN (1967a) handelt es sich gewöhnlich um allochthone Kohle, die aus der Inkohlung von größeren Pflanzenresten entstand.

Aufschlüsse: SW Waigolshausen (A 10), NW Waigolshausen (A 12).

Blaue und Grüne Tonsteine

mit Horizont der Roteisensteinkonkretionen, „Oberem Werksandstein“ und Hauptlettenkohlenlage

Mächtigkeit: in Abhängigkeit von der Werksandsteinausbildung stark schwankend von 1 m (bei Flutfazies) bis 5 m (bei Normalfazies).

Lithologie: Tonstein, teils sandig, siltig, feinschichtig; teils Siltstein, sandig, tonig; teils Sandstein, tonig, glimmerhaltig; zuoberst Tonstein, teils mergelig, bröckelig, blaugrau, graugrün; teils mit Pflanzenhäcksel.

Roteisensteinkonkretionen wurden von DRUCKENBROD (1986) NW Erbshausen sowie nördlich Jobsthaler Höhe nachgewiesen. BREITNER (1986) beschreibt bis zu 2 cm große Konkretionen W Schraudenbach zwischen Lerchenberg und Mittelberg (R 35 72 000, H 55 39 750). Solche Konkretionen sind nicht nur auf diesen Horizont beschränkt, sondern treten auch über dem Oberen Sandstein gelegentlich massenhaft auf, wie auf Blatt Kitzingen gezeigt werden konnte (FREUDENBERGER 2000).

„Im Ausgehenden der verschiedenen Sandsteinschüttungen“ im Unteren Keuper „treten immer wieder Roteisenkonzentrationen und rote Farben auf. ... Dies lässt annehmen, dass in diesen Bereichen die Sandsedimentation teilweise die Oberfläche des Schelfmeeres erreicht haben muss. Es handelt sich dabei um Bildungen der aufwachsenden, z. T. über den Wasserspiegel aufragenden Delta-Plattform“, vermuteten BRUNNER & KELBER (1988: 202–203). Sie führen das lokale Auftreten von roten Farben auf eine Änderung der sich in den Sedimenten dort einstellenden Redoxbedingungen (oben stärker oxidierend) zurück.

Da dieser Horizont teilweise völlig versandet („Oberer Werksandstein“) und dann nicht vom eigentlichen Werksandstein zu trennen ist, wird er in der geologischen Karte zusammen mit dem Werksandstein (kuW) ausgeschieden. Die Obergrenze des Werksandsteins ist nur dann gut zu fassen, wenn die Roteisensteinkonkretionen auftreten. Sie färben den Sandstein, die „Sand-schiefer“ oder die Tonsteine violettrot.

Aufschlüsse: NW Klingenberg, R 35 73 660, H 55 40 160.

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten, ku2

Mächtigkeit: 22,5 m (SW Waigolshausen, B 2); 23,65 m (N Werneck, B 1).

Gliederung: Die Oberen Tonstein-Gelbkalkschichten fassen den Schichtstoß beginnend mit der Albertibank bis einschließlich Obere Drusengelbkalksteine zusammen. Albertibank, Anoplophorahorizont und Oberer Sandstein wurden in der Karte nur dann ausgehalten, wenn der Nachweis im Gelände zweifelsfrei war.

Albertibank, al

Mächtigkeit: 0,5 m (SW Waigolshausen, B 2); 0,65 m (N Werneck, B 1); 0,7 m (NE Gänheim, R 35 73 850, H 55 37 850) (HEGENBERGER 1969).

Lithologie: Dolomitstein oder Kalk(mergel)stein, dolomitisch, sehr hart bis hart, scharfkantig, scherbig brechend, dünn- bis mittelbankig, hellgrau, ocker- bzw. fahlgelb, bräunlich verwitternd; mit dünnen Ton(mergel)steinlagen, feinschichtig.

Die Albertibank ist die unterste Kalksteinbank über dem Werksandstein-Bereich. Sie lässt sich in verwittertem Zustand nicht von anderen Gelbkalksteinen unterscheiden. Ihre Mächtigkeit variiert, gelegentlich keilt sie sogar aus, wie auf Blatt Kitzingen nachweisbar war.

Sandige Pflanzenschiefer

Mächtigkeit: 2,5 m (SW Waigolshausen, B 2); 3,35 m (N Werneck, B 1); ca. 3,25 m (N Gänheim, am Mittelberg, R 35 72 000, H 55 40 900).

Lithologie: Tonstein, teils mergelig, siltig, feinsandig („Sandschiefer“), feinschichtig, graugrün; mit viel Pflanzenhäcksel, teils kohlig schwarz; meist mit Sandsteinbänkchen, feinkörnig, tonig, teils silifiziert, teils glimmerhaltig; häufig mit Mergel(kalk)steinbänkchen.

S Gänheim enthalten diese sandigen Tonsteine senkrechte, runde, 1 cm dicke, mit Feinsand und viel Eisenhydrat ausgefüllte Wurzelröhren (HOFMANN 1952).

Ablagerungsbedingungen: Aufgrund palynologischer Untersuchungen vermutete HEUNISCH (1984: 51) für die Sandigen Pflanzenschiefer einen interdital-brackischen Ablagerungsbereich.

Aufschlüsse: NW Klingenberg, R 35 73 660, H 55 40 160.

Anthrakonitbank, an

Mächtigkeit: 0,1 m (SW Waigolshausen, B 2); 0,6 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Kalkstein, teils sparitisch, teils dolomitisch, sehr hart, dunkelgrau, schwärzlich, bräunlich verwitternd; meist mit Schalenschill (*Unionites*). In B 1 wurden Zähne von *Acrodus lateralis* und Koprolithen beobachtet.

N Gänheim (am Mittelberg, R 35 72 000, H 55 40 900) besteht diese Bank aus zwei 0,15 bzw. 0,20 m mächtigen Gelbkalksteinen, die durch eine ca. 0,4 m mächtige Schicht aus hellgrauen „Quarzitschiefern“ und bräunlichen Tonsteinen unterteilt werden (BREITNER 1986).

Die in ihrer Mächtigkeit unbeständige Anthrakonitbank keilt häufig aus; auch liegt sie nicht immer in der namengebenden Ausbildung als schwärzliche, bituminöse Bank vor. In der Fazies des Gelbkalksteins kann sie meist nicht identifiziert werden.

Aufschlüsse: NW Klingenberg, R 35 73 660, H 55 40 160.

Anoplophorahorizont mit Anoplophorasandstein, as

Mächtigkeit: 5,9 m (SW Waigolshausen, B 2); 7,75 m (N Werneck, B 1).

Gliederung: Unter Anoplophorahorizont versteht man das Gesteinspaket zwischen der Anthrakonitbank und den hangenden Bunten Lettenmergeln unter Einschluss der Hauptanthrakonitbank. Sind die Kalksteinbänke nicht anthrakonitisch ausgebildet, wie das auf den Blättern Dettelbach, Kitzingen und

Werneck häufig beobachtet wurde, so ist die Abgrenzung dieses Horizontes zum Liegenden wie zum Hangenden problematisch.

Lithologie: Ton(mergel)stein, teils siltig, teils feinsandig, teils glimmerhaltig, teils kohlig, teils bituminös, grau(grün), blaugrau, teils mit Pflanzenhäcksel; in B 1 mit Dolomitsteinlage, sehr hart, hellgrau; mit Sandstein, feinkörnig, tonig, siltig, teils plattig, teils dünn- bis mittelbankig, teils feinschichtig („Sandschiefer“) braungrau.

Als Anoplophorasandstein bezeichnet man die überwiegend sandigen Partien (Sandstein und „Sandschiefer“) im Anoplophorahorizont. Während dieser Horizont in B 2 überwiegend als feinsandiger, toniger Siltstein ausgebildet ist, ist in B 1 ein kompakter, 3,9 m mächtiger Sandstein zu beobachten. HEGENBERGER (1969) berichtete von einem 3,2 m messenden Anoplophorasandstein am Hühnerberg.

Die Hauptanthrakonitbank schließt den Anoplophorahorizont hangend ab. Sie besteht aus dunkel- bis schwarzgrauem, sparitischem, plattigen, teils etwas sandigem Kalkstein, der Schalenschill von *Unionites* („*Anoplophora*“) enthält. Folgende Vorkommen wurden beschrieben: am Hühnerberg innerhalb des Anoplophorasandsteins und W Binsbach oberhalb dieses Sandsteins. Daraus schloss HOFMANN (1952), dass die Anthrakonitbank nicht horizontbeständig ist.

Aufschlüsse: NE Gänheim (A 6).

Bunte Lettenmergel

Mächtigkeit: 2,1 m (SW Waigolshausen, B 2); 3,6 m (N Werneck, B 1). In B 2 hat der Obere Sandstein diesen Horizont zuoberst ausgeräumt, wodurch sich die reduzierte Mächtigkeit erklären lässt.

Lithologie: Tonstein, teils mergelig, teils siltig, feinschichtig, bröckelig, grüngrau, rötlich, violett, teils gefleckt, teils kohlig; mit Dolomit- und dolomitischen Kalkstein-Einschaltungen.

Aufschlüsse: Lesesteinfunde bei Eichenlach.

Gelbkalkstein-Gelbmergel-Horizont

Mächtigkeit: 0 m (SW Waigolshausen, B 2); 5,25 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Mergelkalkstein, ockergelb, teils grünlich; mit Ton(mergel)stein, feinschichtig, ockerfarben; teils Kalkstein, teils Dolomitstein, hart, gebankt; teils mit Linsenkalkstein („Laibsteine“) oder Braunkalkstein-Septarien mit Calcitdrusen („Handkäse“). In B 2 hat der Obere Sandstein diesen Horizont ausgeräumt und ersetzt.

Aufschlüsse: Lesesteinfunde bei Eichenlach.

Oberer Sandstein, os

Mächtigkeit: 8,3 m (SW Waigolshausen, B 2, Abb. 18); 1,35 m (N Werneck, B 1); 5–6 m (Stbr. E Bahndamm Waigolshausen); 3 m (Stbr. W Bahndamm Waigolshausen); ca. 3 m (am Prallhang des Gassigbachs); 4–6 m (am Siebenbrunnengraben); 0,8 m E Stettbach (Autobahnausfahrt); 7–8 m (NNE und E Sulzwiesen, A 20); über 1,95 m (S Schwanfeld, A 21).



Abb. 18: Oberer Sandstein (ku2) in Flutfazies. Ehemaliger Stbr. SW Waigolshausen (A 10).

Lithologie: Sandstein, feinkörnig, tonig, mäßig hart, dünn- bis mittelbankig, teils schräggeschichtet, grüngrau, rötlich, verwittert braun; glimmerhaltig; teils mit Silt- oder Tonsteinlagen, sandig, feinschichtig, graugrün, violettbraun; teils mit kohligen Lagen.

Der Obere Sandstein ähnelt in Gesteinsausbildung, Farbe und Pflanzenhäckselgehalt nicht nur dem Werksandstein, sondern auch allen anderen Sandsteinen des Unteren Keupers. Folglich kann er nur in der ungestörten Schichtenfolge sicher angesprochen werden. Auf Blatt Werneck liegt er sowohl in geringmächtiger Normalfazies als auch in mächtiger Flutfazies vor (FREUDENBERGER 2003c). Die relativ hohe Mächtigkeit in B 2 deutet auf Flutfazies des Oberen Sandsteins hin. Die Flutfazies scheint sich über Waigolshausen in NE–SW-Richtung zu erstrecken (HOFMANN 1952, 1955). Dieser Waigolshausener Sandstein war begehrtes Abbaugut über Jahrhunderte hinweg. Er fand u. a. Verwendung als Baustein für das Wernecker Schloss, wie M. SCHUSTER berichtete (BAYERISCHES OBERBERGAMT 1936: 156). SCHUSTER & NATHAN (1937) beschrieben die Ausbildung in Flutfazies in einem ehemaligen Bruch beim Gut Heiligenthal SW Schwanfeld (Oberer Sandstein „verbunden mit Werksandstein“) sowie NNE und E Sulzwiesen („mit dem Werksandstein zusammen 7–8 m“).

Fossilien: Zahlreiche Wurzelröhren sowie einzelne Muschelabdrücke wurden von WOINACK (1982) beobachtet. Lange und breite Stücke von *Equisetites arenaceus* entdeckte HOFMANN (1952) im Steinbruch westlich des Waigolshausener Bahndamms. Innerhalb pflanzenreicher Lagen fand er zudem Kopolithe und Knochenreste. Am Klingenberg W Schraudenbach fand er ein Internodium von *Equisetites arenaceus* sowie weitere Stücke des Schachtelhalms. S Schwanfeld (A 21) beobachtete ZELGER (1867) außerordentlich viele Rhizoide von Schachtelhalmen.

Lettenkohle: HOFMANN (1952) fand sie mehr oder weniger über dem Oberen Sandstein, auch zwischen den Oberen Drusengelbkalksteinen südlich des Sommerrangen bei Stettbach und besonders im Gebiet zwischen Zeuzleben und Waigolshausen südöstlich der Hohenflur (westlich der Bundesstraße), sowie am Hunsrück und westlich davon. Schwarze, siltig-sandige Lettenkohle von 0,10–0,15 m Mächtigkeit wurde E Stettbach direkt unter dem Obe-

ren Sandstein beobachtet. SCHUSTER & NATHAN (1937) berichten von 30 cm mächtiger Lettenkohle über dem Oberen Sandstein im Steinbruch beim Gut Heiligenthal.

Aufschlüsse: NW Klingenberg, R 35 73 660, H 55 40 160; SW Waigolshausen; Waigolshausen, Stbr. E Bahndamm; Waigolshausen, Stbr. W Bahndamm, neben Bhf.; Waigolshausen SW Kühranken.

Rote und Grüne Lettenmergel

Mächtigkeit: 1,1 m (SW Waigolshausen, B 2); 2,1 m (N Werneck, B 1); 0–0,6 m (N Sulzwiesen, A 20).

Lithologie: Ton(mergel)stein, feinschichtig, schiefrig, bröckelig, zu kleinen Plättchen verwitternd, teils bituminös, oben grüngelb, unten violettgrün, blauviolett, schwarz, ocker- bis dunkelgrau.

Aufschlüsse: Waigolshausen, Stbr. E Bahndamm; Waigolshausen, Stbr. W Bahndamm, neben Bhf.; Lesesteinfunde bei Eichenlach; Waigolshausen SW Kühranken.

Obere Drusengelbkalksteine

Mächtigkeit: 2,0 m (SW Waigolshausen, B 2); 1,2 m (N Werneck, B 1).

Lithologie: Kalk(mergel)stein, hart, dünnbankig, plattig, blaugrau; teils breccios mit großen Calcitdrusen, von Calcitadern durchzogen (zellige Textur); mit Ton(mergel)steinlagen, ockergelb bis graugrün; teils kohlig.

Die Oberen Drusengelbkalksteine werden von mm-dünnen Calcitlagen und -adern teils schichtgebunden, teils unregelmäßig durchzogen. Ein Zellenkalkähnliches Aussehen im angewitterten Zustand sowie reichlich vorkommende Calcitdrusen sind weitere Kennzeichen dieses Schichtabschnitts. Die Abgrenzung dieses Horizontes sowohl zum Liegenden als auch zum Hangenden geschieht bei kontinuierlich fazieller Entwicklung meist nicht zweifelsfrei. Bei Waigolshausen beobachtete NIES (1868) einen 0,15 m messenden „Kohlestreifen“ innerhalb der Oberen Drusengelbkalksteine, den er allerdings noch

zum Grenzdolomit rechnete (s. u.). Im A 10 SW Waigolshausen fiel ebenfalls innerhalb der Oberen Drusengelbalkkalksteine ein 10 cm messendes Kohleflözchen auf. Ähnliche Beobachtungen (20 cm mächtig) machte auch HOFMANN (1952).

Fossilien: HOFMANN (1952) erwähnt vereinzelt Funde von *Costatoria goldfusi* in Braunkalken.

Aufschlüsse: Waigolshausen, Stbr. E Bahndamm; Waigolshausen südwestlich Kühranken; Lesesteinfunde südöstlich Zeuzlebener Mühle und an der Rabenbaumhöhe.

Grenzdolomit, kuD

Mächtigkeit: 1,0 m (N Werneck, B 1); über 2,5 m (SW Zeuzleben, Eisenbahneinschnitt, R 35 76 750, H 55 37 000) (BREITNER 1986); 0,85 m (bei Waigolshausen) (nach NIES (1868)).

Verbreitung: Der sehr markante Grenzdolomit bildet den Abschluss des Unteren Keupers. Wegen seiner hohen Verwitterungsresistenz bildet er auf weite Strecken das Plateau der Gäufäche, allerdings meist verborgen unter einer mächtigen Lößdecke. An Talrändern bildet er markante Geländekanten.

Lithologie: Dolomit- oder Kalkstein, dolomitisch, sehr hart, teils oolithisch, teils sparitisch, teils brecciös, teils schaumig porös, plattig bis bankig, weißlich, hellgrau, gelblich(braun); verwittert scherbilig zerfallend, großzellig, teils kavernös, drusig, zäh beim Anschlag.

NIES (1868) beschrieb ein Profil bei Waigolshausen, das er zusammen mit F. SANDBERGER aufgenommen hatte, von oben nach unten folgendermaßen: a) „Ackerkrume“; b) 0,35 m „Oolithischer Dolomit mit Gastropoden“; c) 0,05 m „Dichte braune Lage mit *Lingula*“; d) 0,45 m „Oolithischer Dolomit“; e) 0,29 m „Dichte braune Lage mit *Lingula*“; f) 0,15 m „Kohlestreifen“; g) „Dolomitische Mergel mit netzförmigen Dolomit-Adern und einzelnen härteren, hellgelben Bänken“. Nach derzeitiger Deutung rechnet man lediglich Schicht b) bis d) zum Grenzdolomit.

Fossilien: *Costatoria goldfussi*, nachgewiesen in B 1, belegt als Charakterfossil das marine Bildungsmilieu des Grenzdolomits. W Gut Heiligenthal, SW Schwanfeld, fand DEDE (1959) weitere Exemplare. Besonders reiche Faunen bei Waigolshausen erwähnt NIES (1868).

Aufschluss: Waigolshausen, Stbr. E Bahndamm; N Werneck (R 35 78 400, H 55 39 210) (GHOLAMI 1984).

3.1.2.2 Mittlerer Keuper, km

Mächtigkeit: Vom Mittleren Keuper sind lediglich die basalen 15,50 m der Unteren Myophorienschichten in der Bohrung B 1 erbohrt worden.

Gesteinsausbildung: Tonstein, siltig, weich, graugrün, lagenweise violettbraun; Tonmergelstein; mit Dolomitsteinknollen 1,5–3 m über der Basis. Etwa 1,2–1,6 m über der Basis schaltet sich brockig zerbohrter Dolomitstein ein, der auf Residualbreccie („Grind“) schließen lässt. Darunter folgen brecciöser, mergeliger Dolomitstein und Mergelstein.

Myophorienschichten, kmM

Mächtigkeit: 75–83 m (Bl. Iphofen, CRAMER 1964).

Verbreitung: In der tektonisch angelegten Bergtheimer Mulde, die den zentralen Blattbereich etwa zwischen Bergtheim und Ettleben prägt, treten die Unteren und basalen Oberen Myophorienschichten sporadisch zutage. Weite Bereiche sind durch Quartärbildungen, vor allem Löß, bedeckt. In der Tonsteingrube E Estenfeld (Bl. Dettelbach, FREUDENBERGER 1999, 2003b) war der größte Teil der Unteren Myophorienschichten aufgeschlossen. Die hangenden Unteren Myophorienschichten sowie die Bleiglanzbank der Oberen Myophorienschichten streichen in den Weinbergen E Bergtheim sowie E Opferbaum aus.

Gliederung: Die Bleiglanzbank, die im Steigerwaldvorland etwa 30–40 m über der Grenze Unter-/Mittelkeuper liegt, trennt die Unteren von den Oberen Myophorienschichten.

Ablagerungsbedingungen: Geochemische Untersuchungen der Myophorienschichten deuten „eine zyklische Sedimentation dieser, wahrscheinlich unter ariden Bedingungen abgelagerten Schichten an. Die roten Tonmergel weisen auf terrestrischen Einfluss hin, die grünen und blaugrauen Tonmergel wurden zusammen mit zwei Karbonatbänken wohl im marinen Milieu gebildet“ (PRIEBE 1980)

Nach der Faziesanalyse von NITSCH (1996) sind die Ton- und Tonmergelsteine der Grabfeld-Folge (Myophorienschichten und Estheriensichten) in ihrer Mehrzahl auf nichtmarine Milieus zurückzuführen. Als Ablagerungsraum für die feingeschichteten Ton- und Tonmergelsteine nimmt er einen „perennierenden Salzsee“ an, dessen Salzgehalt deutlichen Schwankungen von brackisch bis salinar unterlag. Dagegen gehen entschichtete Tonsteine mit Sulfatknollen eher auf „ephemer-lakustrine Milieus zurück, in welchen die Sedimente der Überflutungszeiten während der anschließenden Trockenphasen zu vertischen Paläoböden überprägt wurden“ (NITSCH 1996: 269).

Untere Myophorienschichten

Mächtigkeit: E Bergtheim wurde unter der Berücksichtigung diverser Bohrungen und des Bleiglanzbankausstrichs eine Mächtigkeit der Unteren Myophorienschichten von etwa 32–34 m ermittelt.

Verbreitung: Die Unteren Myophorienschichten streichen W und E Bergtheim aus, W, S und E Opferbaum, NE Essleben, N Werneck, NE Ettleben und um Hergolshausen.

Gliederung: Seit HOFMANN (1986) untergliedert man die Unteren Myophorienschichten in Grundgips, Graue, Rote und Violette Tonsteine. Der aus dem Steigerwaldvorland bekannte basale Grundgips (CRAMER 1964, SCHWARZMEIER 1981) scheint im Arbeitsgebiet primär nicht oder nur lückenhaft vorhanden gewesen zu sein. Das einzige, auch heute noch sichtbare Gipsvorkommen liegt am Mahlholz SE Opferbaum.

In der Tonsteingrube E Estenfeld (Bl. Dettelbach) konnte die farbliche Untergliederung HOFMANN'S (1986) an den tonigen Unteren Myophorienschichten nachvollzogen werden. Allerdings waren Hellmitzheimer Bank und Bibarter

Bank nicht zu lokalisieren, die nach HOFMANN (1986) die Grauen Tonsteine bzw. die Roten Tonsteine hangend abschließen. In den übrigen Verbreitungsgebieten war eine Untergliederung mangels Aufschlüsse nicht möglich. Infolgedessen weist die geologische Karte diese Abfolge ungegliedert aus.

Lithologie: Tonmergelstein, feinschichtig, bröckelig zerfallend, teils plastisch, graugrün, rötlich, teils rotviolett, gelegentlich von Calcitbändern durchzogen; vereinzelt Barytner. S Ettleben, N Zeuzleben (südlich des Mittelbergs), SW Waigolshausen (Holzspitze) sowie zwischen Waigolshausen und Ettleben sind auf den Feldern verstreut die von THÜRACH (1888) benannten Quarzbrecien zu finden (HOFMANN 1952). Es handelt sich um Reste plattiger, karbonatischer Bänke oder Knollen, in denen Quarzkristalle mit Anhydriteinschlüssen enthalten sind („Quarzbreschen“ sensu NATHAN 1935). Ähnliche Funde machte GHOLAMI (1984) im Gebiet zwischen Lachberg und südöstlich Meisterholz NE Werneck sowie E Ettleben zwischen Hasenleite und Dornhügel sowie BREITNER (1986) am Eichenlach E Mühlhausen. DRUCKENBROD (1986) beobachtete Quarzbrecien am östlichen Eichelberg W Opferbaum. NATHAN (1935: 45) beschrieb ein Profil zwischen Ettleben und Waigolshausen, in dem eine 3 bis 7 cm mächtige Quarzbrecienbank vorkommt, die 4 m über dem Grenzdolomit liegt. Nach NATHAN (1935) sind die Quarzbrecien in allen vier Ausbildungsformen („Bankige Ausbildung“, „Quarzitbänkchen“, „Knollige Ausbildung“, „Kalkkrusten“) im Bereich der Gipskeuper-Mulde von Opferbaum geradezu kennzeichnend für den Unteren Gipskeuper zwischen Grenzdolomit und Bleiglanzbank.

Im höheren Teil des Aufschlusses E Estenfeld (Bl. Dettelbach) kommen in den Roten Tonsteinen pedogene Gipskrusten und pseudoantiklinale Harnische vor (FREUDENBERGER 2003b).

Verwendung: Technische Eigenschaften und lagerstättenkundliche Bedeutung beschreiben DOBNER (1984) sowie WAGNER & WEINIG (2003).

Aufschlüsse: S Ettleben (A 15).

Grundgips

Mächtigkeit: ca. 11 m (SE Opferbaum, A 16).

Lithologie: Bunte, graugrüne bis rötlichbraune Mergel- und Tonmergelsteine überlagern den Grenzdolomit. Darin eingeschaltet ist bei Opferbaum ein Gipsvorkommen. Nach DEDE (1959) handelt es sich um eine weiße, ziemlich reine Felsengipslage von anscheinend geringer Mächtigkeit. Der darüber befindliche Plattengips ist durch Auslaugung und durch nachstürzende „Schiefermergel“ stark verunreinigt. THÜRACH (1888: 86f.) beschrieb Gipsbrüche bei Opferbaum und Bergtheim nahe der Bahnlinie Schweinfurt–Würzburg und ermittelte dort Gipsmächtigkeiten von insgesamt ca. 8–9 m. THÜRACH (1901) berichtete von Salzquellen bei Bergtheim und Opferbaum und schloss daraus, dass auch in Franken im Gipskeuper Steinsalz abgeschieden wurde und stellenweise noch vorhanden ist. In einem Gipsbruch bei Opferbaum „sieht man über dem Gypsbänken der Grundgypsschicht 4,7 m hellgraue und dunkelgraue Gypsmergel, reich an ausblühenden Magnesiumsalzen und Chlornatrium, welche den Horizont der Salzabscheidung bezeichnen“ (THÜRACH 1901: 139). M. SCHUSTER beschrieb ein Vorkommen am oberen Ende des „See-Grabens“ 2 km SE Opferbaum: „Der rd. 2,5 m mächtige Felsengips wurde hier in ziemlich tiefen Gruben gewonnen, zusammen mit einem etwa 3 m mächtigen Plattengips. Der 0,30 m dicke Grind zwischen beiden besteht aus Schieferen und grauem Steinmergel. Die untersten 1,50 m Plattengips sind fest geschlossen, nach oben wird er schiefrig und mit Ton durchsetzt. Große Einsackungen im Gips, ausgefüllt durch Letten, erweisen umfangreiche Auslaugung des Gipses“ (BAYERISCHES OBERBERGAMT 1936: 369). Für die Gipsbrüche bei Opferbaum berichten SCHUSTER & NATHAN (1937), dass die oberste Felsengipslage als weißer, kristalliner Gips ausgebildet ist und von zahlreichen unregelmäßigen Sprüngen marmoriert wird („Muckenschecher“). Generell ist die Vergipfungsbereitschaft des Sulfatkörpers der Grundgypsschichten, falls dieser aus Anhydrit besteht, abhängig von der Wasserdurchlässigkeit der hangenden Myophorienschichten und der Klüftigkeit (REIMANN 1984).

Aufschlüsse: Das einzige, auch heute noch sichtbare Gipsvorkommen liegt am Mahlholz SE Opferbaum. Auch SCHUSTER (1928: 76) berichtete, dass dort „früher der Felsen- und Plattengips des Grenz-Grundgips-Flözes“ gewonnen wurde. NATHAN (1937) erwähnte Aufschlüsse, die heute zugeschüttet sind: W Bergtheim sowie am Eichelberg W Opferbaum. DRUCKENBROD (1986) wies auf eine rundliche Struktur, eine mögliche Absenkung, SW Opferbaum hin, die durch Erdfälle im Grundgipsniveau oder durch frühe Abbautätigkeit verursacht sein könnte. Gipsabbau fand um Opferbaum auch noch nach

1945 statt (RUTTE 1980/81). Erstmals erwähnt wurde er schon von ZELGER (1867). Abbau fand nach PESCHECK (1974) bzw. BRAUN (1996) aber bereits seit 1641 statt.

Fossilien: THÜRACH (1888: 87) beschrieb aus einer in den Grundgips eingeschalteten Dolomitbank bei Opferbaum *Costatoria goldfussi*, *Sinoglottidia tenuissima* und Schuppen von „*Amblypterus decipiens*“. Etwa 8–9 m darüber fand er in einem ziemlich grobkörnigen Sandsteinbänkchen zerbrochene Fischschuppen und Knochenreste.

Graue Tonsteinfolge

Mächtigkeit: > 7,5 m (SE Opferbaum); ca. 22 m (E Estenfeld, Bl. Dettelbach).

Lithologie: Tonstein, siltig, dünn- bis dickschichtig, bröckelig zerfallend, weich, olivgrau, teils ockergelb, untergeordnet lagenweise nach oben zunehmend rot- und violettbraun.

WOINACK (1982) fand am Lämmleinberg (R 35 75 920, H 55 36 780) „in schwarzgrauen Tönen [...] in Massen Vivianit [...], tafelige, blaue, erdige Blau-eisenaggregate mit der Formel $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \times 8 \text{H}_2\text{O}$ “.

Aufschlüsse: SE Opferbaum (A 16), E Estenfeld (A 17, Bl. Dettelbach).

Rote Tonsteinfolge

Mächtigkeit: ca. 10,4 m (E Estenfeld, Bl. Dettelbach).

Lithologie: Ton- und Tonmergelstein, siltig, dünn- bis dickschichtig, bröckelig zerfallend, weich, rotbraun, mit 4 etwa 0,1–0,3 m mächtigen grauen Lagen, wenige violettbraune Lagen.

Fazies und Ablagerungsmilieu: Die Abfolge der Roten Tonsteine ist zyklisch aufgebaut: Über grauen gut geschichteten Tonsteinen, in die auch einzelne Siltsteinlagen eingeschaltet sind (Seeablagerungen, Nassphase), folgen rotbraune, entsichtete Tonsteine mit Pseudoantiklinalstrukturen (Trockenphase); hangend folgen Knollen- oder Säulenhorizonte (Gipsresiduen). Gips wurde hochgesogen und ausgefällt (blumenkohlarartiges Wachstum, Knollen).

Sekundär erfolgte Calcifizierung mit authigenem Quarzwachstum. Der zyklische Aufbau sowie die Sedimentstrukturen lassen auf einen See schließen, der wiederholt ausgetrocknet ist (Mitt. Prof. Dr. T. AIGNER).

Violette Tonsteinfolge

Mächtigkeit: >5 m (E Estenfeld, Bl. Dettelbach).

Lithologie: Tonstein, siltig, dünn- bis dickschichtig, bröckelig zerfallend, weich, violettbraun; mit einzelnen Siltsteinlagen, 1 cm mächtig, kieselig, teils karbonatisch, teils dolomitisch, dickschichtig; mit Horizont pedogener Krustenbildung (Knollen).

Obere Myophorienschichten

Verbreitung: Die mit der Bleiglanzbank beginnenden Oberen Myophorienschichten sind E Bergtheim im Weinberg basal erschlossen. Morphologisch dokumentiert sich die Bleiglanzbank in der Verebnung am Kapellenholz E Estenfeld.

Bleiglanzbank, b

Mächtigkeit: 0,15 m (Bahneinschnitt SE Dettelbach Bhf., SCHUSTER & NATHAN 1937).

Lithologie: Dolomitstein, tonig-kalkig, hart, grau; dichte Hangend- und Liegendlage mit quarzarenitischen Einlagerungen, schillreiche Mittellage.

Die in drei Lagen gegliederte Ausbildung der Bleiglanzbank bei Dettelbach ähnelt dem von WEINELT (1955) beschriebenen Normaltypus. Der Schill besteht vermutlich vorwiegend aus Schalenresten der Muschel *Myophoriopsis keuperina*. HEROLD (1981) beobachtete kleine Bleiglanzkristalle sowie Azurit und Malachit. Chemische und petrographische Untersuchungen von PRIEBE (1980) ergaben für die Bleiglanzbank ein ähnliches Bildungsmilieu wie für die 6 m tiefer liegende „Drusige Bank“.

Lesesteinfunde: E Bergtheim (E Weinberg).

3.2 Tertiär

3.2.1 Pliozän

Entstehung und Klima: Jurassische Sedimente gelten als die jüngsten mesozoischen, noch weitflächig im Maindreieck abgelagerten Schichten. Danach wurden die vorher gebildeten Sedimentserien bis ins Niveau des unteren Mittleren Keupers, des Unteren Keupers und des Muschelkalks abgetragen. Das Tertiär-zeitliche warme Klima bewirkte tiefgründige Verwitterung und flächenhafte Abtragung.

3.2.1.1 Flussschotter (Hochschotter) oder Schotter, umgelagert

Verbreitung und Lithologie: Reste vermutlich pliozäner Bildungen, die als umgelagerte Relikte auf Blatt Dettelbach beschrieben wurden, konnten auf Blatt Werneck nicht nachgewiesen werden.

Höher gelegene Schotter wurden S Theilheim (Bl. Kitzingen) beschrieben (FREUDENBERGER 2000). Diese liegen (mit 290 bzw. 315 m ü. NN) 130 bzw. 140 m über dem heutigen Main. Die Theilheimer Schotter stellen eine Besonderheit dar, denn bisher galten die Schotter von Neuses a. Berg (Bl. Volkach) mit 292 m ü. NN als die ältesten und höchstgelegenen Schotter in Unterfranken, in den aus dem Fichtelgebirge stammende Gerölle gefunden wurden (SCHWARZMEIER 1983, JERZ 1986).

Als pleistozäne Umlagerungsprodukte werden die Kieselhölzer und Chalcedone diskutiert, die auf den Gäuflächen – auf Blatt Kitzingen häufig, auf den Blättern Dettelbach und Werneck seltener – zu finden sind. Das Farbspektrum der Chalcedone reicht von bräunlichgelb über dunkelrot (Karneole) bis blau. Sie gelten als frühdiagenetische Bildungen im Sandsteinkeuper, die während der Entwicklung des Fränkischen Schichtstufenlandes tieferprojiziert wurden (HEUNISCH 1980).

3.3 Quartär

3.3.1 Pleistozän

Verbreitung und Gliederung: Zu pleistozänen Sedimenten des Blattgebietes zählen Ablagerungen des Mains als fluviatile Bildungen, Löß als äolische Ablagerung sowie Lehm oder Schuttdecken (Fließerde, Hangschutt, Hanglehm) als Verwitterungsbildungen. Besonders die Hanglagen, als Ergebnis der pleistozänen Talbildung, sind fast vollständig von Lehm- oder Schuttdecken (Solifluktions- oder Hangschuttdecken) oder auch von äolischen Sedimenten überzogen (WITTMANN 1982). Die Abgrenzung pleistozäner Lehm- oder Schuttdecken von entsprechenden holozänen Bildungen ist auf Blatt Werneck mangels geeigneter Aufschlüsse nicht möglich. Diese Ablagerungen werden daher zusammenfassend beschrieben. Fließerden sind in Muschelkalk-Arealen wegen der Beschaffenheit des Ausgangssubstrats kartistisch nicht zweifelsfrei zu erfassen. Auf dem Kartenblatt Werneck wurde daher kein Solifluktionsschutt ausgeschieden.

3.3.1.1 Ablagerungen des Mains

Verbreitung und Gliederung: Auf der geologischen Karte wurden Flusssand oder -schotter, vermutlich ältestpleistozänen Alters, zusammenfassend ausgeschieden. Flusssand oder – schotter – alt-, mittel- bis jungpleistozän – wurden auf dem östlich anschließenden Blatt Grettstadt beschrieben (SCHWARZMEIER 1981).

Literatur: KÖRBER (1962), RUTTE (1957, 1987), SCHWARZMEIER (1983), JERZ (1993) und GEYER (2002) beschreiben ausführlich die Entwicklung des Maintals und seine Ablagerungen. In einer wasserwirtschaftlichen Rahmenuntersuchung des Mains zwischen Bayreuth und Aschaffenburg legt DOBNER (1980) u. a. einen Schwerpunkt auf die Darstellung der Mächtigkeit der Mainsedimente. In zahlreichen geologischen Schnitten stellt er das Mainquartär vor.

Flussablagerungen, ältestpleistozän, qpe,,f

Entstehung: Vom Ende des Jungpliozäns bis etwa zur Mitte des Ältestpleistozäns lag auch die heutige Main-Region in einem Gebiet, in denen die Flusssysteme vorwiegend nach S entwässerten und als Nebenflüsse der Feldberg-Donau interpretiert werden („Arvernensiszeit“ sensu RUTTE 1990).

Infolge tektonischer Bewegungen etwa ab Mitte Ältestpleistozän hob sich als breite Schwelle die Region zwischen Schwarzwald und Mittelfranken. Damit verlor die Feldberg-Donau erheblich an nördlichem Einzugsgebiet. Im Gefolge tektonischer Absenkungen im Rhein–Main-Gebiet (STREIT & WEINELT 1971) entstand unter Übernahme von Teilstücken alter Täler ein neuer Fluss, der Main, mit dem Maindreieck und dem Mainviereck (RUTTE 1987, 1990). Die Anzapfung des Bamberger Ur-Mains durch den Aschaffener Ur-Main schaffte ein neues Flusssystem. Der Obermain wurde rheintributär. Mit diesem Durchbruch des Mains durch die Steigerwald-Schwelle änderte sich auch das Geröllspektrum, was sich vor allem in den Lydit-, Quarzit- und Quarzgeröllen aus dem Frankenwald und dem Fichtelgebirge zeigt (JERZ 1993). Diese Ablagerungen lassen sich entsprechend ihrer Höhenlage über heutigem Main (198 m ü. NN) in Anlehnung an KÖRBER (1962) folgendermaßen gliedern:

Obere Hauptterrasse: 60–110 m ü. M.

Mittlere Hauptterrasse: 50–60 m ü. M.

Untere Hauptterrasse: 35–50 m ü. M.

Lithologie der Schotter N Theilheim (Roter Berg, Abb. 19); 77–82 bzw. bis 55 m ü. M. (nach HOFMANN 1952): Quarzitknollen aus dem Mittleren Keuper, Keupersandsteine und besonders Eisensandstein (Dogger Beta) mit *Parvamussium pumilum* („*Pecten personatus*“) (Geröllgröße als Hinweis auf den damals in unmittelbarer Nähe liegenden Rand der Jurastufe); eingekieselte Arkose-sandsteine (Buntsandstein?); Grauwacken (Kulm); gelblichgraue Hornsteine (Malm); „Kieselschiefer“ (Unterkarbon); doleritischer Feldspatbasalt; besonders viele Lydite (Silur) sowie weiße und rotgebänderte Quarze und Quarzite; Grundmasse aus rostig-gelbem, grobem Sand.

Auch SCHUSTER & NATHAN (1937: 73) berichten über dieses Vorkommen (80 m über dem Main, Gerölle bis Höhenlage 64 m ü. M. verrollt): „In einem sandigen Bindemittel liegen nuss- bis eigroße, schwarzgraue Lydite, schwarze Kieselschiefer, weißer und grauer Quarz mit Windkanterflächen, feldspatführende, ausgelaugte und löcherige Sandsteine des Sandsteinkeupers, feinkörnige, weißgelbe Lias- oder Rhätsandsteine (mit „*Cardinia* sp.“ in gelben, versteinungsreichen Lias-Sandsteinen), feinkörnige, braunrote Eisensandsteine und veilchenrote Eisenschwarten mit gelben Eisensandsteinkernen (Dogger?), graue Hornsteine des Malm, fleischfarbig und grau gebänderte Quarzitschiefer und doleritischer Feldspatbasalt (NATHAN)“.



Abb. 19: Hochschotter auf dem Roten Berg (N Theilheim).

Diese ältesten Schotter auf Blatt Werneck sind Einzelvorkommen, die als Terrassen nicht verfolgbar sind. Sie liegen meist als Restschotterstreu auf Mittlerem Keuper und sind vermutlich unter Lößbedeckung weiter verbreitet. Angaben über Streuschotter finden sich bereits bei SCHUSTER (1926), SCHUSTER & NATHAN (1937), WURM (1956), BÜDEL (1957), KÖRBER (1962), RUTTE (1957, 1971), RUTTE & WILCZEWSKI (1995), SCHWARZMEIER (1983) und JERZ (1986a).

Lithologie der Schotter E Hergolshausen, 38–47 m ü. M. (nach HOFMANN 1952): Grundmasse aus grobem Sand; Gerölle aus Gneis und Quarzphyllit, Quarze und Quarzite, Lydite, schwarzgraue „Kieselschiefer“, Grauwacken, gelbe Hornsteine, grobe und feine Dogger-Eisensandsteine, gelbe und weiße Sandsteine des Keupers und kleine braune „Tonschieferblättchen“.

Lithologie der Schotter N Hergolshausen (zwischen Bhf. Bergrheinfeld–Galgenellern–Rödersgrund) 30–43 m ü. M. (nach HOFMANN 1952): Grundmasse aus grobem Sand; weniger Lydite, weiße Quarze und rötliche Quarzite als

auf höheren Terrassen, dafür sehr vereinzelt Kalke aus Muschelkalk und Unterem Keuper; verschiedene Sandsteine aus Mittlerem und Oberem Keuper und Dogger; gelbe Hornsteine des Malm, schwarzgraue, teilweise braun angewitterte und schwarze „Kieselschiefer“ des Kulm und Oberdevon, grünlichgraue und rötliche Grauwacken, paläozoischer „Schalstein“, Quarzphyllit und vereinzelt Gneis.

3.3.1.2 Ablagerungen der Wern und des Mühlbachs

Verbreitung und Gliederung: Auf der geologischen Karte wurden diese bisher nicht datierten, vermutlich pleistozänen Schotter nur am Oberholz W Mühlhausen dargestellt, da sie sonst nur in Bohrungen und Gruben nachweisbar waren. Die Entstehung des Werntals wurde in Kapitel 1 beschrieben.

Lithologie der Schotter NW Werneck (Grube über Grenzdolomit) bzw. NE Werneck (Grube im Straßendurchstich), 15–18 m über der Wern (nach Hofmann 1952, 1955):

Aufschluss oben: Grundmasse feinsandig, mit wenig Ton, mit groben (> 2 mm) Sandsteinbröckchen des Unteren Keupers; teils kantengerundete, teils eckige Plättchen von 0,5 bis 1,5 cm Durchmesser und etwa 0,04 cm Dicke, einzelne größere Stücke bis 4 cm Durchmesser, Gesamtfarbe des Schotters grau-bräunlich.

Aufschluss mittig: Grundmasse stärker lehmig und sandig als oben; kantengerundete Plättchen bis 2,5 cm, einzelne bis 5 cm Durchmesser; Tonstein- und Gelbkalksteinbröckchen, vereinzelt rötliche Quarzbreccien-Teilchen aus dem Mittleren Keuper, Gesamtfarbe gelbbraun.

Aufschluss unten: Grundmasse überwiegend tonig mit Feinsandbeimischung, Bröckchen aus Sandstein, Gelbkalkstein, Tonstein aus dem Unteren Keuper, Quarzit-Bröckchen aus dem Mittleren Keuper, Gesamtfarbe grünlich-fahlgelb.

Lithologie der Werntalfüllung an der Autobahnbrücke N Ettleben (Bl. Geldersheim): Zahlreiche Aufschlussbohrungen ermöglichten ein detailliertes Querprofil entlang der Werntalbrücke (Entwurf: Autobahnbauamt Nürnberg, 1962; ergänzt und publiziert durch HEGENBERGER 1969). Eine der datierten Torfproben ergab ein Alter von 10 000 bis 12 000 Jahren (zwischen Alleröd und Präboreal, also Wende Pleistozän/Holozän). Die darunter liegenden Ton- und Schluffsedimente sind demnach pleistozänen Alters.

Bach- oder Flussablagerungen, pleistozän, qp,,f

Lithologie der Mühlbachschotter WSW Mühlhausen (westlich der Wofsmühle, Wegrinne und Lesesteinfunde), ca. 27 m über dem Mühlbach (nach HOFMANN 1952): Grundmasse lehmig-sandig, Mangan-vererzte Krümel; auffällige hühnereigroße, meist aber etwa 2,5 cm durchmessende knollige Quarzbreccien aus dem Mittleren Keuper und Sandsteinbrocken aus dem Unteren Keuper, Gesamtfarbe bräunlicher als oben.

3.3.1.3 Äolische Deckschichten (Windablagerungen)

Verbreitung: Löß überlagert als teilweise mächtige Deckschicht ein Paläorelief, das vermutlich sehr viel stärker gegliedert war, als dies die heutige flachwellige Landschaft der Gäuplatten im Maindreieck suggeriert.

Löß, z. T. verlehmt, Lo(l)

Mächtigkeit und Verbreitung: Löß oder Lößlehm ist flächenmäßig auf den Hochebenen (Gäuflächen) als 1–3 m mächtiger Schleier am weitesten verbreitet. Ferner liegt er bevorzugt an Leehängen, in Arealen, die Schutz vor Abtragung boten, so in kesselartigen Talanfängen, Talflanken und Hangmulden. Die größten Mächtigkeiten erreicht er gewöhnlich an den nach N exponierten Hängen der Nebentäler des Mains.

HOFMANN (1952) beschreibt N Eßleben (an Bundesstraße 19 am Waldrand) einen Aufschluss, in dem die Mächtigkeit etwa 3 m betrug. Er fand die Lößschnecken *Trichia hispida*, *Pupilla muscorum* und *Succinea oblonga*. Bei einem Straßenbauaushub in Mühlhausen registrierte WÖINACK (1982) 3,7 m mächtigen Lößlehm. S Mühlhausen (R 35 74 950, H 55 36 000 bzw. R 35 74 950, H 55 36 400) beschreibt BREITNER (1986) Lößmächtigkeiten ebenfalls von mehr als 3 m. Etwa 500 m N Werneck stellte GHOLAMI (1984) an der Bundesstraße 19 eine Lößmächtigkeit von ca. 5 m fest. W Werneck (Industriegebiet, Straßenkreuzung) erschloss eine Baugrube 6–7 m Löß. In Baugrundbohrungen NW Werneck wurden Mächtigkeiten von 4,6–6,5 m registriert (B 27, B 29, B 30). Mindestens 2 m mächtige Lößvorkommen wurden N und W Waigolshausen beobachtet.

Gliederung: Eine Differenzierung in Löß, Lößlehm, Schwemm-, Gehänge-, Aue- und Tallöß oder lößlehmhaltigen Solifluktionsschutt war nur selten möglich und konnte in der Darstellung nicht berücksichtigt werden.

Die Lössen in Mainfranken zählen zum nördlichen Lößfaziesbezirk in Bayern und damit zur trockenen Lößlandschaft, mit Parabraunerden und mit z. T. schwarzerdeähnlichen Böden (JERZ & SCHWARZMEIER 1981; JERZ 1988, 1993). Lößanwehungen erfolgten durch Westwinde während der vegetationsarmen Perioden der pleistozänen Kaltzeiten, hauptsächlich während des Würm-Glazials. Liefergebiete waren, wie man annimmt, Flussablagerungen, insbesondere des Mains. In geeigneten Aufschlüssen lassen sich im Vertikalprofil Unterschiede in der Lößfazies nachweisen, die auf Änderungen im Klimageschehen im Verlauf der Würm-Kaltzeit zurückgehen, insbesondere auf einen Wechsel von feuchtkühlen zu trocken-kalten Klimabedingungen.

Lithologie und Aufschlüsse: Löß ist ein feinkörniges, hauptsächlich grobsiltiges, ockerfarbenes äolisches Sediment, das vorwiegend aus Quarz, Feldspat, Karbonat und wenig Glimmer und Tonmineralen besteht. Verwitterungseinfluss verursacht weitgehend Entkalkung und Verbraunung des Sediments. Diese Verlehmung (Braunlöß) verringert die Porosität und führt zu platischem Verhalten. Häufig sind diese Lößlehme durch Solifluktion oder Verschwemmung umgelagert und dadurch mit Fremdkomponenten jeder Korngröße vermischt. Das gelöste Karbonat setzt sich in tiefergelegenen Horizonten nicht selten als konkretionäre Ausscheidung ab („Lößkind“). Lößlehme sind weitgehend kalkfrei und enthalten maximal 3–4 % Karbonat, wobei der MgO- gegenüber dem CaO-Anteil wegen der unterschiedlichen Löslichkeit überwiegt (DOBNER 1984: 485).

Um Rückschlüsse auf die Lößliefergebiete ziehen zu können, untersuchte HEROLD (1981) die Schwermineralzusammensetzung verschiedener Lößproben aus dem NE des Blattgebietes Dettelbach. Er stellte eine Zirkon-Apatit-Granat-Vormacht fest. Der Vergleich mit der Schwermineralzusammensetzung potentieller Liefergebiete unter Berücksichtigung der paläoklimatischen Verhältnisse ließ HEROLD (1981) westlich gelegene Liefergebiete vermuten. Diese sind v. a. das Maintal sowie die Buntsandsteinareale vornehmlich des Spessarts. Doch ist auch in geringem Maße Ferntransport aus dem Kristallin des Odenwaldes und des Spessarts anzunehmen aufgrund des Auftretens

von Hornblende, Staurolith, Epidot und nicht angeätzter Granate in den untersuchten Lößproben.

WOINACK (1982) beobachtete bei Zeuzleben in einem relativ dunklen, rotbraunen Löß Anreicherungen von 1–2 mm großen braunschwarzen Kügelchen aus Eisenkonkretionen.

DEDE (1959) beschreibt zwei verschiedene alte Löss in einer Grube 1 km WNW Dipbach: Unter 40 cm mächtigem gelbem, lehmigen Ackerboden folgen 75 cm gelblich-brauner Lößlehm, basal mit Lößkindeln, darunter 30 cm mächtiger, heller, kalkiger Löß mit Lößschnecken, liegend folgt ein älterer Lößhorizont, bestehend aus 50 cm mächtigem, dunklem, gelblich-braunem Lößlehm mit einigen kleinen Eisen-/Mangan-Knollen und Lößkindeln, unterlagert von 40 cm kalkigem Löß.

BREITNER (1986) beschreibt ein 3 m mächtiges Lößprofil in einer Baugrube N Binsbach mit zwischengeschaltetem, allerdings umgelagerten Bodensediment.

RÖSNER (1990) machte Detailuntersuchungen an einem 2,1 m messenden Lößprofil N Binsbach (R 35 72 675, H 55 35 550) mit dem Ergebnis, dass die basalen 60 cm den Rest des Eem-Bodens (Riß), in den kleine Eiskeile eingesenkt sind, und die hangenden Sedimente die Würm-Abfolge repräsentieren. Zusammenfassend stellte sie fest, dass das Profil insgesamt als stark verkürzte und relativ intensiv pseudovergleyte Würm-Folge charakterisiert werden kann.

3.3.2 Holozän

Verbreitung und Gliederung: Die jüngsten Bildungen des Blattgebietes sind die Hochwasserablagerungen der Wern (Auelehme), die Talfüllungen der Seiten- und Nebentäler, sowie die Schutt- und Schwemmfächer an deren Talaustritten. Die bereits im Pleistozän einsetzende Hangschutt- und Hanglehmbildung setzt sich auch im Holozän fort. In speziellen Feuchtgebieten wie NE Ettleben kam es zur Bildung von anmoorigem Boden. Solche Flächen sind heute durch Drainage trockengelegt und werden größtenteils landwirtschaftlich genutzt. Diese kleinen Vorkommen können kaum von Auebildungen abgegrenzt werden und erscheinen daher nicht auf der geologischen Karte.

WOINACK (1982) beobachtete am Sportplatz bei Schraudenbach einen kryoturbaten Boden als „fossilen Zeugen periglazialer Klimaeinwirkung“. Im Steinbruch Gänheim fand sie Kalksinter, Calcite, die auf einer Harnischfläche bis zu 10 cm mächtig wurden.

3.3.2.1 Lehm- oder Schuttdecke

Mächtigkeit: Hangschutt- und Hanglehmvorkommen wurden auf Blatt Werneck nur an temporären Aufschlüssen beobachtet. Die Mächtigkeiten betragen meist nur wenige Meter.

Verbreitung und Lithologie: Die Trias, insbesondere der Ausstrich des Muschelkalks, ist weithin durch mehr oder weniger weit transportierte Verwitterungsbildungen verhüllt. Diese Schuttdecken bestehen meist aus braunen Lehmen, die mehr oder minder stark von Brocken des unterlagernden Gesteins durchsetzt sind. Die Korngrößen variieren sehr stark in Abhängigkeit von der Härte des Ausgangsgesteins. Demzufolge überwiegen Kiese in der Normalfazies des Oberen Muschelkalks während beispielsweise die Cycloidesbank als Härtlinge zur Bildung gröberer Schuttes neigt. Die gewöhnlichen Mächtigkeiten dieser Schuttdecken werden auf Blatt Werneck auf 0,3–1,5 m geschätzt. Nur die mächtigeren Bildungen wurden in der Karte als Schuttdecke auf erkennbarem Untergrund ausgeschieden. Ansonsten erhielt die Darstellung der Trias den Vorzug.

Diese Verwitterungsbildungen enthalten meist erhebliche pleistozäne Anteile, die nur in geeigneten Aufschlüssen von holozänen zu unterscheiden wären. Hangschuttbildungen in den steileren Maintalhängen (Akkumulation i. w. durch die Schwerkraft) dauern bis heute an. Bei der Entstehung dieser Schuttdecken spielte kaltzeitliches Bodenfließen (Fließerden) sicherlich eine bedeutende Rolle. In der flachwelligen Landschaft des Unteren Keupers treten die Hangschuttbildungen zurück oder bilden nur geringmächtige, lehmig-sandige Überdeckungen am Hangfuß. Abgeschwemmter Lößlehm und Flugsand reichern sich ebenfalls am Hangfuß an.

3.3.2.2 Schutt- oder Schwemmkegel, „k

Verbreitung und Lithologie: An der Mündung von Seitentälern, die ein stärkeres Gefälle als das Haupttal haben, sind häufig morphologisch kartierbare

Schwemmfächer ausgebildet. Diese setzen sich aus unsortiertem, sandigem, lehmigem Gesteinsschutt zusammen und sind als Ausgleich des Knicks in der Gefällskurve entstanden. An den Talrändern vermischen und verzahnen sie sich mit Hangschutt, -lehm und Solifluktionsschutt. Pleistozäne Anteile der Schwemmfächer konnten nicht abgetrennt werden. Einen ausgeprägten Mündungsschuttkegel erkannte bereits SCHUSTER (1943) am Ausgang des Lachgrabens bei Ettleben. Auf dem südlichen Teil des Schwemmfächers liegt der Ort. Der nördliche, ansehnlichere Teil schiebt sich als lößlehmbedeckte Zunge weit ins Werntal und drängt den Fluss ans östliche Ufer, einen kleinen Prallhang bildend. Von dort biegt die Wern, dem Grenzdolomit im S ausweichend nach W um („Ettlebener Wernknie“).

3.2.2.3 Talfüllung, polygenetisch oder fluviatil (Fluss- oder Bachablagerung), „ta

Verbreitung und Entstehung: Im Tal der Wern sowie in deren Nebentälern setzen Bäche ebenfalls m-mächtige Auelehme ab. Manche Bäche haben sich abschnittsweise über 2 m in ihre eigenen Ablagerungen eingeschnitten.

Lithologie und Mächtigkeit der Wern-Seitentälerfüllungen: Diese Sedimente variieren sehr stark in der Mächtigkeit und der Zusammensetzung, je nach Ausgangsgestein des Einzugsgebietes. Man trifft überwiegend Silte, siltigen Sand bis sandigen Lehm, seltener Kiesgerölle an.

In heute trockenliegenden, flachen Nebentälchen werden dunkle, tonig-siltige Abschwemmprodukte mit Humusgehalt abgelagert. Diese lehmige Füllung dürfte nur wenige Meter mächtig sein und seitlich rasch ausdünnen.

Lithologie und Mächtigkeit der Werntalfüllung: In Bohrprofilen ermittelte Woi-nack (1982) Mächtigkeiten der Werntalfüllung von 6,3–12,9 m. Wobei über 2,3–5,1 m mächtigem Lehm mit Muschelkalkgeröllen 0–5,8 m mächtige Feinsande und Schluffe mit organischen Resten folgen, die von bis zu 5,0 m mächtigen fetten Tonen überlagert sein können. Ferner beschreibt sie Hochwasserabsätze der Wern, die in Bohrprofilen bis zu 2,55 m mächtig waren. Es handelt sich um sandige, braune Lehme, wie sie auch heute noch bei Überschwemmungen abgelagert werden.

Bei der Wernbegradigung E Etleben beobachtete HOFMANN (1952) „alluviale“ Aufschüttungen von mindestens 3–4 m Mächtigkeit. Er beschreibt Torfmull (Staunässe), stark humosen schwarzen Boden, verschwemmte und verwitterte „Letten“ von hell- bis dunkelbrauner Farbe, dunkelgrauen, humosen Sand mit Steinchen und weißen Schälchen von kleinen Schnecken (*Planorbis* sp.) und winzigen Muscheln, dann aber auch grobe Schotter von „Lettenkeuper-sandsteinen“ etc. und Knochen von Säugetieren. Ebenfalls stark humose Böden beobachtete er S Zeuzlebener Mühle in der Nähe der dortigen ergiebigen Quelle.

GHOLAMI (1984) beschreibt in einer Brunnenbohrung in Etleben 2,6 m Humus und Torf, unterlagert von 4,5 m mächtigen Geröll- und Tonablagerungen. Ferner berichtet er von einer 1, 2 m mächtigen Torflage in einer Bohrung in Etleben (vgl. B 11). Vor 1979 gab es mündlicher Überlieferung zufolge Moor- und Sumpflandschaften mit Schilfpflanzen im Bereich der breiten Wernniederung nahe der Autobahnbrücke an der Grenze zum Blatt Geldersheim, mit Torfvorkommen N Wiesenhaus.

An der Autobahnbrücke N Etleben (Bl. Geldersheim) ermöglichten zahlreiche Aufschlussbohrungen ein detailliertes Querprofil entlang der Werntalbrücke (Entwurf: Autobahnbauamt Nürnberg, 1962; ergänzt und publiziert durch HEGENBERGER 1969: Beil. 2). Es wurden Maximalmächtigkeiten von 15 m ermittelt. Das Sediment besteht hauptsächlich aus Tonen und Schluffen, bei denen es sich größtenteils um Lößabkömmlinge, umgelagerte Keupertone und Abschlammungen aus dem Muschelkalk handelt. Außerdem kommen als organische Neubildungen Wiesenkalk und Torf verbreitet vor. Überdeckt wird die Füllung von eingeschwemmtem Lößlehm. Ferner schreibt HEGENBERGER (1969) von auffällig geringer Schotterführung, Kies lagert unregelmäßig in den Tonen, seltener schalten sich mächtigere Lagen ein. Torfdatierungen ergaben Alter von 10 000 bis 12 000 Jahren (s. o.) und 3 000 bis 4 000 Jahren (Subboreal, Holozän).

Entstehung der Werntalfüllung N Etleben (vgl. Kap. 1): Aus der lockeren, aufgeschwemmten Konsistenz der Tone, sowie der verbreiteten organischen Absätze (Torf, Wiesenkalk, Muschelschalen) folgert HEGENBERGER (1969), dass es dort ein langanhaltendes, stagnierendes Moorgewässer gab, dessen Auen häufig unter Wasser standen. Dieser Zustand hielt bis zur Wernregulierung

an. Den Stillstand der Tiefenerosion erklärt SCHUSTER (1943: 145) durch den eine feste Barre bildenden Grenzdolomit im Untergrund des Flussbettes bei Ettleben.

Für den östlichen Teil der Werntalfüllung rekonstruierte HEGENBERGER (1969: 35f.) folgenden Ablauf: „ In der würmeiszeitlichen Erosionsphase des Spätpleistozäns erreichte die Wern ihre tiefste Eintalung. Bei nachlassender Erosionskraft begann die Auffüllung des Tales mit schluffigen Tönen und Schuttern. An der Wende Pleistozän/Holozän schalten sich kleine Moore ein, die im Boreal und Atlantikum von Wiesenkalken (Seekreide) und weichen, breiigen Tönen abgelöst wurden, welche allerdings nicht nur klimatisch bedingt zu sein brauchen, sondern als basale Mudde dem normalen Werdegang eines Moores entsprechen. Im Subboreal erreichte das Gewässer dann das Stadium des Torfmoores und wurde anschließend von Auenlehm (Lößlehm) weitgehend zugedeckt.“ Auf der westlichen Talseite entsprechen die liegenden schotterhaltigen Tone pleistozänen Wernablagerungen, während sich nach W ein mächtiger Solifluktionsfächer anschließt. Im Holozän schütteten dann von W her Bäche einen weitreichenden Mündungskegel in das Tal, der dort Moor-entstehung fast völlig verhinderte.

Einige Wasser- und Baugrundbohrungen durchteuften 3,0–7,5 m mächtige polygenetische Talablagerungen (B 7, B 10–B 13, B15, B 17–B 19).

3.3.2.4 Künstliche Ablagerungen, ya

Verbreitung und Gliederung: Künstliche Aufschüttungen, Deponien, Dämme und Halden, wurden vor allem bei Straßen-, Autobahn- und Eisenbahnbau vorgenommen. Abraumhalden säumen in der Regel aufgelassene Sand- und Kalksteinbrüche. Zahlreiche Brüche wurden als Müll- und Bauschuttdeponien genutzt oder sind bereits verfüllt und rekultiviert.

Starke anthropogene Überprägung erfuhren viele Talhänge im Zuge der Weinbergsumlegung. Dort wird das Kartieren von Leitbänken nahezu unmöglich. Ebenso sind flächenhafte Aufschüttungen in Siedlungsgebieten meist nicht mehr rekonstruierbar.

4 Tektonischer Bau

4.1 Einleitung und Überblick

Das zur Landschaft Mainfranken gehörende Blattgebiet Werneck liegt im Zentralteil der Süddeutschen Scholle und zählt damit zum Mitteleuropäischen Bruchschollengebiet. Die strukturgeologische Entwicklung dieser känozoischen Baueinheit ist in die Deformationsabläufe im nördlichen Vorland des Alpen–Karpaten–Tektogens eingebunden.

Der tiefere, variskisch konsolidierte Untergrund des Blattgebietes – das Grundgebirge – liegt vermutlich im Grenzbereich zwischen der Saxothuringischen Zone im SE und der Mitteldeutschen Kristallinzone im NW (vgl. GEYER 2002). Er dürfte daher entweder aus granitoiden und höhermetamorphen Gesteinen oder aus altpaläozoischen, grünschieferfaziell geprägten Metasedimenten bestehen. Während des Permokarbon bzw. im Permosiles – im Zeitraum der Entwicklung des Übergangsstockwerks – gehörte das Blattgebiet zur Mitteldeutschen Senkenzone (KATZUNG & EHMKE 1993) und damit zum Kraichgau–Saale-Trog (FREUDENBERGER 1996). An diesem rheinisch streichenden Trog schloss sich im NW die Spessart–Unterharz–Hochlagenzone (KATZUNG & EHMKE 1993) mit dem Abschnitt der Spessart–Rhön–Schwelle (FREUDENBERGER 1996, GEYER 2002) und im SE die Nordschwarzwälder Schwelle (GEYER 2002) an.

Die Heraushebung des Spessarts am NW-Rand der Süddeutschen Scholle führte zum generellen SE-Einfallen des mesozoischen Deckgebirges. Diese Hauptrichtung wird sowohl auf den angrenzenden Blättern als auch auf Blatt Werneck von regionalen, kleinräumigen Verbiegungen und markanten Störungen modifiziert. Zu diesen tektonischen Strukturen zählen im SE die NW- und NE-Flanke des Volkacher Gewölbes, die das Blattgebiet fast diagonal querende Bergtheimer Mulde, die im NE in die Schweinfurter Mulde übergeht, die E-Flanke des Arnsteiner Sattels im W und der SW-Teil des Thüngerseimer Sattels im N. Die im Allgemeinen flach lagernde Schichtenfolge wird von hauptsächlich flachhercynisch bis hercynisch streichenden Störungen, vorrangig von der Gänheim–Eßfeld–Schwanfelder Störungszone, durchschlagen.

Einen Überblick zu den tektonischen Verhältnissen auf Blatt Werneck gibt die Lagerungskarte (Beilage). Die Streichlinien zeigen die Höhenlage der Grenze Muschelkalk/Keuper in m ü. NN an. Der tektonisch höchste Punkt liegt mit ca. 340 m ü. NN, bezogen auf die mo/ku-Grenze, innerhalb des Wipfelder Muschelkalk-Horstes, der NE Schwanfeld – von Blatt Grettstadt kommend – in das Blattgebiet zieht. Der zweithöchste tektonische Punkt liegt mit 320 m in der äußersten SW-Ecke des Blattes auf der SE-Flanke des Arnsteiner Sattels. Tektonisch am tiefsten liegt die äußerste NE-Ecke des Blattes, wo in der Schweinfurter Mulde eine tektonische Höhe von 160 m ü. NN ermittelt wurde. Der relative Höhenunterschied in der Schichtlagerung beträgt somit mindestens 180 m.

Literatur: Ausführlichere Darstellungen zur Tektonik Mainfrankens geben SCHUSTER (1928), KIRCHNER (1934), SCHUSTER & NATHAN (1937), CARLÉ (1955), ULBRICH (1956), WURM (1956), RUTTE (1957), HEIMBACH (1962), HOFFMANN (1967a, b), SCHWARZMEIER (1983), VOSSMERBÄUMER (1985), BÜTTNER & FREUDENBERGER (1994), FREUDENBERGER (1996) und GEYER (2002).

4.2 Verbiegungen

Zu den großräumigen Verbiegungen zählen die Sattel- und Muldenstrukturen, die im Folgenden beschrieben werden. Kleinräumige Biegetektonik äußert sich in Aufsattelungen, Stauchungen, Fältelungen, Schleppungen und Flexuren. Diese Erscheinungen werden in Kapitel 4.3 mitbeschrieben. Unter Anwendung eines Deformationsmodells erklärt VOSSMERBÄUMER (1985) Sattel- und Muldenstrukturen durch kompressive Deformation.

4.2.1 Bergtheimer Mulde

Die Bergtheimer Mulde erstreckt sich NNE-streichend von Lengfeld (Bl. Würzburg Nord) über Estenfeld, Kürnach, Bergtheim, Opferbaum (Bl. Dettelbach) bis Eßleben (Bl. Werneck), wo sie durch die Gänheim–Eßleben–Schwanfelder Störungszone von der nordöstlich anschließenden Schweinfurter Mulde getrennt wird. Das tektonische Tiefgebiet der Bergtheimer „Gipskeuper“-Mulde stellt auch morphologisch eine flache Einmuldung dar, die im NE in die bereits auf Blatt Werneck sich abzeichnende große Schweinfurter Mulde übergeht.

4.2.2 Schweinfurter Mulde

Die NE-Ecke des Blattes um Ettleben–Werneck–Waigolshausen wird geprägt durch im Wesentlichen flaches, nordöstliches Einfallen (ca. $0,6^\circ$) in Richtung Schweinfurter Mulde. Das Muldenzentrum liegt bei Bergtheinfeld auf Blatt Schweinfurt (vgl. SCHWARZMEIER 1981, 1982).

An der SW-Flanke der Schweinfurter Mulde war beim Bau der NW-Umgehung von Werneck im Jahr 2008 eine erzgebirgisch streichende und nach SW abtauchende Girlandenfalte im höheren Unterkeuper, stratigraphisch wenige Meter unter dem Grenzdolomit gelegen, im tektonischen ac-Schnitt aufgeschlossen (Abb. 20).

Der aufrechte, vergenzfreie Sattel besitzt eine Spannweite von ca. 8 m und eine Höhe von 3–3,5 m. Der relativ kleine Krümmungsradius und der gerundete Umbiegungsbereich sind Merkmale einer Kniefalte. Die Faltenschenkel gehen im südlichen und nördlichen Vorland des Sattels in weitspannige Mulden über. Girlandenfallen sind das Ergebnis des rheologisch gegensätzlichen Verhaltens zwischen dem inkompetent reagierenden Liegenden (Tonmergelstein) und dem kompetenten Hangenden (Grenzdolomit). Sie entstehen über Abscherhorizonten durch tangentialtektonische Beanspruchung, wobei die Anlage des erzgebirgisch streichenden Sattels auf eine NW–SE-Einengung zurückzuführen ist (schriftl. Mitt. T. KRAUSE 2009).

Die Detailaufnahme (Abb. 21) zum vertikalen, internen Aufbau des Sattels zeigt, dass die Schichten harmonisch angeordnet sind. Die Isogonengeraden wechseln wiederholt in der Falte, es liegt ein inkongruenter Faltenverband vor. Die diskreten, schichtungsparell angeordneten Aufschiebungsflächen zwischen Tonmergelstein und Tonstein in den Sattelflanken konvergieren zum Scheitel und führten dort zur partiellen Schichtenstapelung (Biegegleitfaltung). In umgekehrter Weise äußerte sich dieser Effekt am nördlichen Wendepunkt des Sattels in einer schwachen Einmündung. Während des Faltungsvorganges angelegte Rupturen (Klüfte, Riedelscherflächen) wurden mit Gips- und Karbonat-Rekristallisaten ausgefüllt, die zuvor in der bc-Richtung gelöst wurden (schriftl. Mitt. T. KRAUSE 2009). Der Gips stammt aus den bereits erodierten hangenden Grundgipsschichten.

In der internationalen Nomenklatur zur Profilbilanzierung wird in der geometrischen Beziehung zwischen Faltenkörper und Einengungsstörungen zwischen Fault bend-Falten, Fault propagation-Falten und Detachment-Falten unterschieden. Markante Flachbahnen, gestufte Störungsflächen und blind endende, über Rampen gelegene Überschiebungen sind im Faltenbild nicht vorhanden. Der Sattel ist daher den Detachment-Falten zuzuordnen (schriftl. Mitt. T. KRAUSE 2009).



Abb. 20: Girlandenfalte im höheren Unterkeuper am Südrand der Schweinfurter Mulde an der NW-Umgehungsstraße von Werneck (Beschreibung im Text).



Abb. 21: Detailaufnahme zum vertikalen, internen Aufbau des Sattels im höheren Unterkeuper an der NW-Umgehungsstraße von Werneck (Beschreibung im Text).

4.2.3 Volkacher Gewölbe

Diese von Blatt Volkach über den östlichen Teil des Blattes Dettelbach in die SE-Ecke des Blattes Werneck ziehende tektonische Struktur besitzt keine eindeutige Vorzugsrichtung im Streichen. Von Sommerach (Bl. Volkach) streicht sie über Köhler bis Prosselsheim SE–NW, von dort bis NW Unter- und Obereisenheim (Bl. Dettelbach) breitangelegt SW–NE und schwenkt bei Dipbach–Schwanfeld wieder in nordöstliche und schließlich östliche Richtung um. Hercynische und erzgebirgische Richtungen vergittern sich (SCHWARZMEIER 1983). Das Gewölbe bei Schwanfeld von der Gänheim–Eßleben–Schwanfelder Störungszone, die hercynisch (110–120°, WNW–ESE) streicht, durchschlagen.

4.2.4 Arnsteiner Sattel

Im SW des Blattgebietes steigt die Schichtenfolge in W-Richtung an in die SE-Flanke des Arnsteiner Sattels. Der Arnsteiner Sattel ist ein Teilabschnitt des Thüngersheimer Sattels, der sich etwa 8 km breit und 50 km lang bei einer Scheitelhebung von etwa 80 m von Amorbach über Helmstadt und Thüngersheim bis jenseits von Arnstein im Werntal erstreckt (vgl. RUTTE 1957, GEYER 2002). In der NW-Ecke steigen die Schichten etwa in NW-Richtung an. Der Thüngersheimer Sattel scheint seine Fortsetzung im Rütschenhausener Sattel zu haben, der auf dem nördlich anschließenden Blatt Geldersheim von HEGENBERGER (1982) beschrieben wird. Im Gebiet Mühlhausen–Zeuzleben–Stettbach fallen die Schichten stärker in Richtung Schweinfurter Mulde („Große Flexur“ HOFMANN 1952) ein. Das Einfallen innerhalb der Flexur war im Aufschluss NW Zeuzleben nicht stetig, sondern einmal steiler, einmal flacher, schreibt HOFMANN (1955).

4.2.5 Schwanfelder Mulde

Die von einigen Autoren (DEDE 1959, BREITNER 1986) benannte Schwanfelder Mulde liegt innerhalb der Gänheim–Eßfeld–Schwanfelder Störungszone und ist so stark durch Bruchtektonik beeinflusst, dass man künftig wohl besser vom Schwanfelder Graben sprechen sollte (vgl. 4.3.1.1).

4.3 Bruchtektonik

Neben Biegetektonik treten auf Blatt Werneck auch Bruchtektonik, gravitative Tektonik und Klüftung auf.

4.3.1 Verwerfungen

Die Verwerfungen sind überwiegend als Abschiebungen, seltener als Aufschiebungen zu deuten. Die angegebenen Sprunghöhen verstehen sich als maximale Versetzungsbeträge, die der Streichlinienkarte entnommen sind. Die größeren Verwerfungen sind meist von einigen gleichlaufenden kleineren begleitet und schließen mit ihnen schmale Horste oder Gräben ein, die in sich wieder wechsellagernd zerstückelt sein können.

Die Hauptstörungsrichtungen sind ESE ($110\text{--}120^\circ$, flachhercynisch) gerichtet, untergeordnet SSE ($145\text{--}165^\circ$) und $40\text{--}50^\circ$ (NE).

4.3.1.1 Gänheim–Eßleben–Schwanfelder Störungszone

Die auf Blatt Werneck bedeutendste Bruchstruktur, die Gänheim–Eßleben–Schwanfelder Störungszone, ist Teil eines Störungssystems, das sich nach SE über Wipfeld bis Prichsenstadt erstreckt (vgl. SCHWARZMEIER et al. 1985, FREUDENBERGER 1994). Bei Schwanfeld wird die Hauptverwerfung von spitzwinklig abzweigenden Sprüngen begleitet, die ein schmales, langgestrecktes Graben-Horst-System erzeugen. Die Störungszone ist auf Blatt Werneck maximal 2–3 km breit. Die Sprunghöhen betragen am Speierberg NE Schwanfeld maximal 60 m und bei Gänheim weniger als 30 m, meist nur 5–20 m. Die Querprofile A–A' bzw. B–B' auf der Geologischen Karte zeigen informative Schnitte durch die Störungszone.

Schwanfelder Verwerfungen

Etwa 12 nachweisbare Verwerfungen, die nahezu parallel flachhercynisch bis hercynisch ($120\text{--}130^\circ$) streichen, zerlegen die Umgebung von Schwanfeld in ein Graben-Horst-System.

Der etwa 2 km breite Schwanfelder Graben wird im NE sowie SW durch einen relativ schmalen, 100–250 m breiten Horst begleitet. Die Grabenflanken treppen an jeweils mindestens 2–4 Einzelverwerfungen zum Graben hin ab. Schwanfeld selbst liegt im Grabentiefsten und hat eine tektonische Höhe von etwa 220 m ü. NN (ku/mo-Grenze). Die tektonische Höhe des Speierberg-Horstes liegt maximal bei 340 m ü. NN, die des Heiligenthal–Schellschlag-Horstes bei 225–260°, nach SE ansteigend. Im Grabentiefsten wird zwischen Oberer Mühle und Gehringmühle ein schmaler Horst vermutet, der etwa 5–15 m herausgehoben sein könnte. Die Morphologie zeichnet in etwa die Tektonik nach. Der im Speierberg-Horst herausgehobene Muschelkalk macht sich morphologisch als Höhenzug vom Speierberg über Judenhöhe bis zur Luisenhöhe bemerkbar. Oberster Unterer Keuper streicht im Heiligenthal-Schellschlag-Horst zutage und bildet auch dort die morphologischen Höhen vom Schellschlag nach NW. Schwanfeld und der nach SE fließende Kembach liegen morphologisch wie tektonisch deutlich tiefer.

Zwei Hauptverwerfungen formen vom Speierberg bis Luisenhöhe die markante Speierberg-Horststruktur, die ihre Fortsetzung im Wipfelder Horst auf Blatt Grettstadt hat. Die NE-Scholle wird 55–60 m, die SW-Scholle etwa 25–45 m abgeschoben. Im Horstbereich fallen die Schichten nach S bis SW ein. SCHUSTER & NATHAN (1937: 96–97) ermittelten zum NE Sprung zunehmend Werte von 7–60°. Ferner wurden Verbiegungen, die von Schleppungen bis zu Verfaltungen reichen, beschrieben. Diese Stauchungen wurden als Hinweis auf die Mehrphasigkeit der Bruchtektonik gedeutet, wobei auf die Ausweitung Einengung folgte (SCHWARZMEIER 1981). DEDE (1959: 41 ff., mit Aufschlussfotos) ermittelte im Muschelkalksteinbruch („Obere Nodosus-Schichten“) am Hohen Roth NNE Schwanfeld ein Schichteneinfallen von 52° nach SW. Im westlichen Teil des Aufschlusses, in dem die „Unteren Nodosus-Schichten“ mit der Cycloidesbank austreichen, betrug das Einfallen 42° nach SW. Er bezeichnet daher diesen Schollenstreifen als halbhorstartige Kippscholle. Bereits SCHUSTER & NATHAN (1937) stellten fest, dass am Hohen Roth in einem Steinbruch am nordöstlichen Randsprung des Schollenstreifens der Muschelkalk an Gipskeuper stößt; er fällt mit 55° nach SW ein. Der Schollenstreifen lässt sich bis Bahnhof Eßleben verfolgen. Im Bahneinschnitt hat H. NATHAN (in SCHUSTER & NATHAN 1937: 97) von N nach S beobachtet: Löß (25 m), Unterer Gipskeuper (25 m), Braunkalke des Lettenkeupers (20 m), Hauptmuschelkalk

(25 m, verruscht 5 m), Unteren Lettenkeuper mit 35–40° einfallend nach 102° (SE) bzw. nach 240° (SW). An der Straße gegenüber dem Bahnhof fällt eine Lettenkeuper-Scholle mit 35–55° nach 210° (SW) ein.

Auch DEDE (1959) beschreibt am Hohen Roth sowie am Bahnhof Eßleben kleine Vorkommen von Myophorienschichten und folgert daraus, dass der Schichtversatz an der nördlichen Hauptverwerfung 130 m betragen müsse. Er vermutet einen schmalen Graben, der parallel zur nördlichen Hauptstörung vom Hohen Roth bis zum Bahnhof Eßleben verläuft. Ohne ein aufwendiges Bohrprogramm ist dieser postulierte Graben mit dem Gipskeuper-Vorkommen heute leider nicht mehr nachweisbar.

Am Heiligenthal–Schellschlag-Horst wird die NE-Scholle etwa 5–20 m, die SW-Scholle nur 5–10 m tiefergelegt.

Eßlebener Verwerfungen

Wegen einer nahezu geschlossenen Lößdecke ist das Störungssystem nicht im Detail verfolgbar. Lediglich SE bzw. NW Eßleben streicht der Untere Keuper zutage. Die Schichtlagerung lässt auch hier zahlreiche Verwerfungen vermuten. Ebenfalls flachhercynisch streichend zieht ein tektonischer Horst mit Parallelstörungen S Eßleben vorbei. ENE Mühlhausen registrierte HOFMANN (1955) eine kleine Verwerfung (Streichen: 115°, Einfallen: 65° NE, Sprunghöhe: 1 m). Die Störung liegt im Scheitel einer leichten Aufsattelung und wird von widersinnig geschleppten Schichten begleitet, also Anzeichen nachträglicher rückläufiger Bewegungen. Diese Verwerfung erwies sich eindeutig als jünger als die saigeren Klüfte, die durch die Schleppung verbogen wurden.

Gänheim–Mühlhausener Verwerfungen

Im Raum Gänheim–Mühlhausen wurden etwa 5 Verwerfungen auskartiert bzw. vermutet, die ebenfalls flachhercynisch streichen und ein Graben-Horst-System andeuten. Die Binsbach–Riedener Verwerfung schiebt die SW-Scholle etwa 10 m ab. S Gänheim zieht ein Graben vom Zappelholz über den Madenberg nach SE. Versatzbeträge von 5–10 m wurden ermittelt. Vom Ruppertzainter Grund ziehen zwei Verwerfungen über Mühlhausen, die teilweise an Querstörungen, die NE–SW streichen, enden. Die Versatzbeträge liegen auch hier i. d. R. nicht über 10 m.

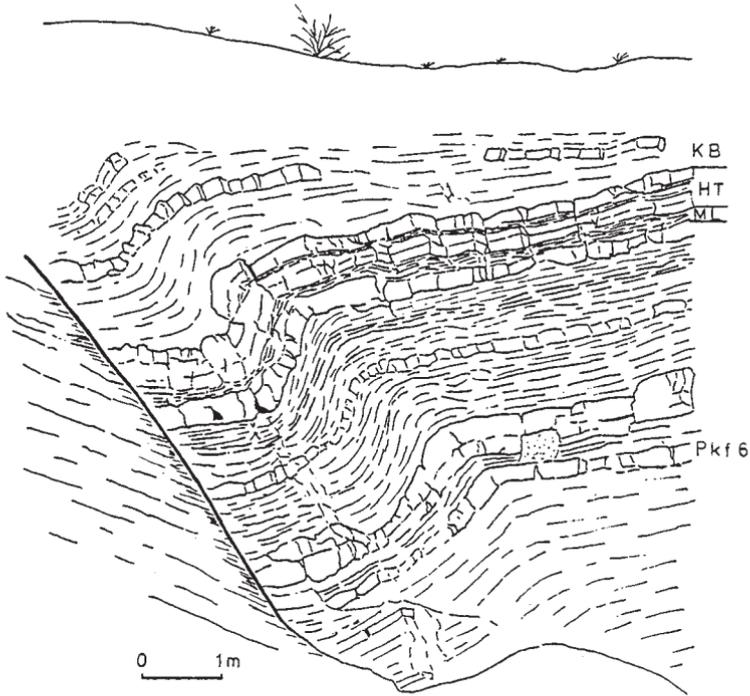


Abb. 22: Widersinnige Schleppung bzw. gepresste Zerrung an einer hercynisch streichenden, mit 60° SW-fallenden Störung im Steinbruch ENE Gänheim (A 3), an der SE-Wand des Steinbruchs. Links: Hochscholle; rechts: Tiefscholle mit Kiesbank (KB), Hauptterbratelbank (HAT), Mergelleitschicht (ML) und Plattenkalksteinfole 6 (Pkf 6) (nach BREITNER 1986: 80, Abb. 45).

Die nordöstlichste Verwerfung, die vom Hühnerberg zum Lämmleinsberg zieht, scheint die Hauptverwerfung zu sein, denn dort wurde ein 30-m-Schichtstoß nach NE abgeschoben. HOFMANN (1952) beschreibt eine Verwerfung NE Gänheim im westlichen Steinbruch des Hühnerberges, die den Werksandstein um 2 m versetzt und bis zum Ruppertzainter Grund verfolgbar war. Im Muschelkalkbruch N Mühlhausen beobachtete er eine Verwerfung mit folgenden Daten: Sprunghöhe 1 m, Streichen 301° N, Fallwinkel 65° E, Breite der Störungsbreccie 5–8 cm (tonig-mergelig), Einfallen des westlichen Flügels nach W, des abgesunkenen östlichen Flügels nach NE. Nach seiner Interpretation wurde zuerst die Abschiebung angelegt (Dehnungsphase), danach erfolgte durch Einengung deren Überführung/Inversion in eine Aufschie-

bung, „eine Mechanik, die nach TRUSHEIM für Franken typisch ist“. BREITNER (1986) untersuchte im Muschelkalkbruch NE Gänheim eine Störung mit einem Versatzbetrag von 5 m. Die Verwerfung streicht 140° und fällt unter ca. 60° nach SW ein. An der SE-Wand des Steinbruches verfolgte er die gleiche Störung und stellte eine widersinnige Schleppung fest, einen weiteren Beleg für die Mehrphasigkeit der tektonischen Ereignisse in Unterfranken (Abb. 22). Aus dem gleichen Steinbruch beschreibt WOINACK (1982) einen 3 m messenden Versatz im Niveau der Cycloidesbank mit Harnischflächen und Calcit-Abscheidung auf der Störungsfläche. Einige kleinere Störungen, mit Versatzbeträgen unter 1 m, beobachtete er im Muschelkalkbruch W Mühlhausen. Die Kleinstörungen verlaufen nahezu parallel, 140° streichend in fränkischer Richtung, und bilden kleine Grabenstrukturen. Die Störungsflächen fallen unter $60\text{--}75^\circ$ nach NE bzw. SW ein.

Zeuzlebener und Schraudenbacher Verwerfungen

Ein kleiner Graben scheint NW Zeuzleben in westlicher Richtung zu streichen. E Zeuzleben streicht in SE-Richtung eine abschnittsweise vermutete Abschiebung auf Schwanfeld zu. Die SW-Scholle liegt 10–15 m tiefer. HOFMANN (1952) beschreibt einen Sprung S Schraudenbach, an dem Grenzglaukonitkalkstein um 3–5 m versetzt ist. Hercynisch streichende antithetische Kleinverwerfungen registrierte er W von Schraudenbach, an der Straße nach Arnstein, beim Höhen-Punkt 267, 4 m. WOINACK (1982) registrierte in einem Entwässerungsgraben nordwestlich des Klingenberges W von Schraudenbach eine 48° streichende kleine Verwerfung, in deren Umgebung sie engstehende Klüftung, etwa 15° streichend, gemessen hatte. Ferner beobachtete sie eine Verwerfung am Sportplatz Schraudenbach, 40° streichend, die Wagnerschen Platten um 1 m versetzt. HEGENBERGER (1969) und WOINACK (1982) berichten von einer Störung in Schraudenbach, hinter Haus-Nr. 100. An der Verwerfung fand Schichtschleppung und nachfolgende Pressung statt, die E-Scholle wurde abgeschoben. HOFMANN (1955) beschreibt in den Steinbrüchen SW von Waigolshausen rheinische Klüfte mit einem Einfallen von 65° nach SE, denen eine antithetische 20-cm-Verwerfung gleichgerichtet war. Weitere rheinische Kleinverwerfungen beobachtete er SE Schraudenbach (Streichen: 35° , Einfallen: 70° SE, Sprunghöhe: 50 cm). Diese größere Verwerfung bildet mit einem 5 cm messenden Sprung einen kleinen Graben, an dem er nachweisen konnte, dass den Klüften ein höheres Alter zuzuschreiben ist als der Kleinverwerfung.

4.3.2 Klüftung

In der Kleintektonik stellen die Klüfte das auffälligste und wichtigste Element dar. Der Zerklüftungsgrad ist in den einzelnen Gesteinen materialbedingt sehr unterschiedlich. Ausgeprägte Klüftung weisen der Muschelkalk, die Dolomit- und Sandsteine des Unteren Keupers auf.

An steilen Hängen treten infolge gravitativer Vorgänge Hangzerreißungs- oder Detraktionsklüfte auf. Über nicht kompetenten, geringmächtigen Tonsteinlagen üben feste Sand- oder Kalksteinbänke aufgrund ihrer Schwerkraft starke Zugkräfte zum Tal hin aus und reißen in zur Bankung nahezu senkrechten, talparallelen Klüften auf, die sich durch die folgende Schweregleitung weit öffnen.

BREITNER (1986) und WOINACK (1982) stellten im NW-Quadranten des Blattes anhand zahlreicher Klüftmessungen fest, dass die Richtungen der Maxima beim Werksandstein sehr stark variieren (sowohl N–S bis rheinisch, als auch erzgebirgisch (variskisch) und hercynisch, während die Maxima beim Oberen Muschelkalk relativ konstant sind (erzgebirgisch und hercynisch). Auch die Nebenmaxima unterscheiden sich erheblich. In der Sammelklüftrose stellte er zwei Maxima fest. Das erste liegt zwischen 170° und 60° , das zweite zwischen 100° und 150° . WOINACK (1982) analysierte Photolineationen und folgerte daraus, dass zwei markante Maxima auftreten, nämlich bei $1-30^\circ$ und bei $100-140^\circ$. Aus Klüftmessungen im Oberen Sandstein W Waigolshausen ermittelte GHOLAMI (1984) 3 Maxima: $21-30^\circ$ (rheinisch), $120-140^\circ$ (hercynisch) und $70-90^\circ$. HOFMANN (1955) stellte fest, dass „scharfe“ Trennungsklüfte auf Blatt Werneck vorzugsweise rheinisch streichen und ihr Einfallen in der Regel nur geringfügig um die Senkrechte schwankt. „Rauhe“ Trennungsklüfte, die kurzstreckig im Streichen und Fallen schwanken, streichen vorwiegend hercynisch. Die rheinisch streichenden zeigen größere Richtungskonstanz.

4.4 Alter der Tektonik

Die Heraushebung der Mitteldeutschen Hauptschwelle während der kimmerischen tektonischen Bewegungen (Jura/Unterkreide) sowie die Reaktivierung der Spessart–Rhön-Schwelle, zuletzt im Pliozän, verursachten in Unterfran-

ken das generelle SE-Einfallen des mesozoischen Deckgebirges. Dieses generelle Einfallen wird allerdings von regionalen, kleinräumigen Verbiegungen sehr stark überprägt.

Die im Allgemeinen flachlagernde Schichtenfolge wird von hauptsächlich WNW–ESE-gerichteten ($112\text{--}120^\circ$, flachhercynisch) Störungen, besonders der Gänheim–Eßfeld–Schwanfelder Störungszone, durchschlagen. Nach ULBRICH (1956) wurden die erzgebirgisch (variskisch) streichenden Verbiegungsstrukturen in der Umgebung von Würzburg erst nach dem sehr beständigen hercynischen Bruchsystem angelegt, wobei hercynische Störungen neubelebt worden sein können. HOFFMANN (1967b) hält für viel wahrscheinlicher, dass die NW-gerichtete Bruchtektonik der NE-gerichteten Biegetektonik gefolgt ist, weil Sättel und Mulden sich jenseits einer sie querenden NW-Struktur je nach Verwerfungssinn der Störung in einem höheren oder tieferen Niveau fortsetzen. Dieses Phänomen wurde wiederholt an der Rimpar–Kürnacher Störungszone beobachtet (vgl. SCHOLZ 1982). Außerdem folgert er aus den Gegebenheiten am Wachtelberg (Bl. Dettelbach), dass auf eine Zerrungsphase eine Einengungsphase (überpresste Abschiebung) folgte. Für HOFMANN (1955) erscheint es naheliegend, den rheinischen Schichtverbiegungen ein größeres Alter zuzuweisen als den hercynischen. Dies folgte er aus den Beobachtungen ENE Gänheim, wo er eine Überprägung der rheinischen Strukturen durch jüngere hercynische rekonstruierte. SE Schraudenbach wies er nach, dass die rheinischen Verwerfungen dort jünger sind als die Klüfte.

Mehrphasige Zerrungs- und Pressungsbeanspruchungen die zu Gräben und Horste bzw. zu Sätteln und Mulden führten, sind typisch für die Bruchtektonik in Mainfranken (vgl. BÜTTNER 1989, BÜTTNER & FREUDENBERGER 1994). Die Einengungsphasen führten an den bereits bestehenden Verwerfungsflächen zu teils starken Stauch- und Schleppfalten (SCHWARZMEIER 1983). BREITNER (1986) konstatierte, dass der parallele Verlauf zwischen den hercynischen Störungszonen zu den Mulden bzw. Sattelachsen von Schweinfurter Mulde und Kissingen–Haßfurter Sattel auffällig ist. Es ist zu vermuten, dass ein Teil der rheinisch bis erzgebirgisch streichenden Sattel- und Muldenstrukturen zeitgleich mit den hercynischen Störungszonen angelegt wurden (mündl. Mitt. T. KRAUSE 2009).

WURM (1956) beobachtete beim Durchstich des Mainkanals bei Volkach kleintektonische Strukturen, die er der postcromerzeitlichen Biegetektonik zuordnete und in deren Folge es stellenweise auch zu Zerbrechungen kam (vgl. KIRCHNER 1934). SCHWARZMEIER (1983) deutet diese Vorgänge allerdings mehr im Zusammenhang mit der Salzablaugung im Mittleren Muschelkalk. Nach der Zusammenfassung aller geologischen und paläontologischen Beobachtungen fixieren RUTTE & WILCZEWSKI (1995) das Anlagealter der Mehrheit der tektonischen Erscheinungen in Mainfranken und in der Rhön auf das Ende Altpliozän. Aufgrund morphotektonischer Untersuchungen am Nordrand der Süddeutschen Scholle postuliert SCHRÖDER (1993), dass die post-basaltische bis präpliozäne Formung die Grundzüge der heutigen Schichtstufenlandschaft diktierte. Das heutige strukturgeologische Bild ist im Wesentlichen auf die tektonischen Vorgänge im Zeitraum vom Oberjura bis zum Tertiär (Miozän) zurückzuführen (VOSSMERBÄUMER 1985, ZIEGLER 1987a, 1987b, 1990).

5 Geologische Aufschlüsse, Geotope

5.1 Geologische Aufschlüsse

A 1: Ehemaliger Steinbruch am Hohen Roth (NNE Schwanfeld)

Lage: R 35 82 220, H 55 33 880

Schichteinfallen: 52° S

Geologisches Profil (nach DEDE 1959: 10ff.):

Oberer Muschelkalk 3 (mo3)

- 0,80 m Kalkstein, mikritisch, teils knauerig, mit Mergelsteinlagen, grau
- 0,08–0,12 m Kalkstein, sparitisch, bräunlich, blaugrau
- 0,45 m Kalkstein, knauerig, mit Mergelsteinlagen
- 0,17 m Kalkstein, teils mikritisch, teils sparitisch, mittig porös, Brauneisen-Gehalt
- 0,91 m Tonmergelstein, oliv bis grau-bräunlich, mit Kalksteinlagen, mikritisch, knauerig
- 0,05–0,07 m Kalkstein, sparitisch, bräunlich, blaugrau
- 1,05 m Tonmergelstein, grau, oliv, bräunlich
- 0,21 m Kalkstein, sparitisch, mit Schalenrümmern, an Mergelsteinlage aufspaltend
- 0,20 m Tonmergelstein, graubraun
- 0,14–0,18 m Kalkstein, sparitisch, rötlich, blaugrau
- 0,55 m Kalkstein, mikritisch, knauerig, mit Mergelsteinlagen, grau
- 0,07–0,10 m Kalkstein, sparitisch, bräunlich, blaugrau
- 0,13 m Tonmergelstein, dunkelgrau, mit Kalksteinlagen, mikritisch, grau
- 0,02–0,08 m Kalkstein, sparitisch, bräunlich, blaugrau
- 0,20 m Tonmergelstein, graubraun
- 0,15 m Kalkstein, sparitisch, blaugrau, mit Schalenrümmern
- 0,18 m Kalkstein, mikritisch, knauerig, mit Tonmergelsteinlagen, grau
- 0,07–0,10 m Kalkstein, sparitisch, blaugrau, mit Schalenrümmern
- 0,65 m Kalkstein, mikritisch, knauerig, mit Tonmergelsteinlagen, grau
- 0,74 m Tonmergelstein, dunkeloliv, rötlichbraun, mit Kalksteinlagen, mikritisch, grau
- 0,08 m Kalkstein, teils mikritisch, teils sparitisch, Drusen mit Brauneisen-Gehalt
- 1,77 m Kalkstein, mikritisch, knauerig, dünnbankig, mit Tonmergelsteinlagen, grau
- 0,96 m Tonmergelstein, rötlichbraun, mit 3 Kalksteinlagen, mikritisch, grau

- 0,10–0,15 m Kalkstein, sparitisch, sehr hart, Drusen mit Brauneisen-Gehalt
- 0,47 m Kalkstein, mikritisch, knauerig, mit Tonmergelsteinlagen, grau
- 0,86 m Tonmergelstein, rötlichbraun, mit 3 Kalksteinlagen, mikritisch, grau
- 0,40 m Kalkstein, mikritisch, knauerig, mit Tonmergelsteinlagen, grau
- 0,20 m Kalkstein, teils mikritisch, teils sparitisch, dünnbankig
- 0,40 m Kalkstein, mikritisch, knauerig, dünnbankig,
mit Tonmergelsteinlagen, grau
- 0,30 m Tonmergelstein, bräunlich,olivgrau
- 1,25 m Tonmergelstein, mit Kalksteinlagen, mikritisch, grau
- 0,62 m Kalkstein, sparitisch, blaugrau, unregelmäßig gebankt
- ca. 5,00 m Aufschlusslücke
- 1,50 m Kalkstein, mikritisch, knauerig, dünnbankig,
mit Tonmergelsteinlagen, grau
- 1,22 m Tonmergelstein, bräunlich, grau, mit Kalksteinlagen, mikritisch, grau
- 0,08–0,10 m Kalkstein, mikritisch, bräunlich, grau
- 1,80 m Tonmergelstein, bräunlich, grau, mit Kalksteinlagen, mikritisch, grau

Oberer Muschelkalk 2 (mo2)

- 0,35–0,40 m Kalkstein, bräunlich, grau, mit viel Terebrateln (Cycloidesbank)
- 1,25 m Tonmergelstein, bräunlich, grau
- 1,55 m Tonmergelstein, grau, mit 19 Kalksteinlagen, mikritisch, knauerig, grau
- 0,90 m Kalkstein, sparitisch, bräunlich, grau, mittig mit reich an Schalen-
trümmern, mit Kalksteinlagen, mikritisch, teils knauerig, grau,
mit dünnen Tonmergelsteinlagen
- 0,30 m Kalkstein, mikritisch, knauerig, knollig, dickschichtig,
mit Tonmergelsteinlagen, grau, mit zahlreichen Lebensspuren
- 0,12 m Kalkstein, oben sparitisch, unten mikritisch, knauerig
- 0,80–0,85 m Tonmergelstein, grau, mit 6 Kalksteinlagen, mikritisch, knauerig, grau
- 0,22–0,26 m Kalkstein, sparitisch, blaugrau, oben mit Brauneisenäderchen
- 0,27 m Tonmergelstein, grau, gelblich, mit 4 Kalksteinlagen, mikritisch, grau
- 0,22 m Kalkstein, sparitisch, blaugrau, mittig porös
- 5,78 m Kalkstein, mikritisch, im oberen Drittel 3 sparitische Bänke, dünnbankig,
teilweise fossilführend (Terebrateln, Myophorien, Gervillien, Limen);
mit Tonmergelsteinlagen, grau
- 0,18 m Kalkstein, sparitisch, blaugrau, oberseitig mit Gervillia und Myophoria
- 0,70 m Kalkstein, mikritisch, dünnbankig, teilweise fossilführend;
mit Tonmergelsteinlagen, grau
- 0,12 m Kalkstein, mikritisch, grau, oben schillhaltig, basal mit Drusen
- 0,70 m Kalkstein, mikritisch, dünnbankig, teilweise fossilführend;
mit Tonmergelsteinlagen, grau

A 2: Ehemaliger Steinbruch Fa. WECKLEIN (WNW Mühlhausen)

Lage: R 35 74 300, H 55 36 900

Geologisches Profil (nach schriftl. Mitt. R. ERNST & O. SCHMID 2009):

- 1,00 m Kalk-/Mergelstein, verstürzt
- 1,30 m Kalk-/Mergelstein, unterste 50 cm mit mind. 3 Grobschillkalksteinlagen, oberste 20 cm Schillkalkstein
- 0,20 m Kalk-/Mergelstein
- 0,50 m Mergelstein, hell
- 1,80 m Kalk-/Mergelstein, knollig wulstig, oben 10 cm Schillkalkstein
- 0,20 m Schillkalkstein, aufspaltend, oben in Kalk-/Mergelstein-Wechselfolge übergehend
- 0,85 m Mergelstein, mittig 20 cm hellgelber Mergelstein (Tonsteinhorizont 5)
- 0,55 m Kalk-/Mergelstein-Wechselfolge
- 0,30 m Schillkalke, Grobschill, bioturbat angebohrt
- 1,25 m Mergelstein, mit 5 bis 6 linsigen Kalksteinlagen, auch Schillkalkstein, mehrere *Ceratites Nodosus*
- 0,40 m Kalkstein, mehrfach aufspaltend, mit knauerigen Lagen
- 1,75 m Kalk-/Mergelstein, oberste 30 cm gelber Mergelstein
- 0,60 m Quaderkalkstein, dreigeteilt
- 0,80 m Kalk-/Mergelstein, mittig 15 cm Schillkalkstein, oben 15 cm Mergelstein, unten 10 cm Mergelstein
- 0,15 m Schillkalkstein, 2-lagig
- 1,00 m Kalkstein, mikritisch, übergehend in Mergelstein, oberste 30 cm reiner Mergelstein
- 0,75 m Kalkstein, in Mergelstein übergehend, oberste 30 cm reiner Mergelstein
- 0,15 m Kalkstein, knauerig
- 0,25 m Schillkalkstein, kompakt, übergehend in Kalkstein, knauerig
- 1,25 m Kalk-/Mergelstein, unten knollig, Schillkalkstein bis 5 cm mächtig, oberste 30 cm mergelig
- 0,15 m Schillkalkstein, wellige Oberfläche
- 1,15 m Kalk-/Mergelstein, unterste 60 cm vorwiegend kalkig, in reinen Mergelstein übergehend (oberste 20 cm), 40 cm über Basis: *Ceratites praenodosus*
- 0,30 m Schillkalkstein, 2- bis 3-lagig, unten wellig abspaltend
- 1,20 m Mergel-/Kalkstein, unten Kalkknollen vorherrschend, oben mikritische Lagen (Oberer Tonsteinhorizont 4), 10 cm über Basis: *Nautilus suevicus*
- 0,20 m Kalkstein, knauerig, aufspaltend
- 0,75 m Mergel-/Kalkstein, oberste 40 cm nur Mergelstein (Mittlerer Tonsteinhorizont 4)
- 0,20 m Schillkalkstein, mit wulstiger Oberfläche, Schichtung

- 0,85 m Mergel-/Kalkstein, oberste 30 cm nur Mergelstein (Unterer Tonsteinhorizont 4)
- 0,15 m Kalkstein, knauerig
- 0,20 m Schillkalkstein, rötlich rostig (Cycloidesbank)
- 1,30 m Tonmergelstein, unterste 30 cm mit Mikritlagen (Tonsteinhorizont 3)
- 0,45 m 40–50 cm schwankend: Kalkbankbereich, coarsening upward, z. T. 10 cm Schillkalkstein-Abschluss (Schellroda-Bank)
- 0,80 m Kalk-/Mergelstein, relativ mergelig, Top: *Ceratites posseckeri*
- 0,55 m Kalkstein, aufspaltend, Schillkalkstein bis 10 cm mächtig, knauerig in der Mitte, oberster Schillkalkstein, wellige Oberfläche, (Gänheimer-Bank)
- 0,55 m Kalkstein, knauerig, gelblich verwitternd
- 0,60 m Kalk-/Mergelstein, oberste 20 cm knauerig (Tonsteinhorizont 2)
- 0,20 m Schillkalkstein, aufspaltend
- 0,25 m Kalk-/Mergelstein
- 0,35 m Schillkalkstein, aufspaltend
- 1,10 m Kalk-/Mergelstein, relativ kalkig, mit vielen Schillkalksteinlagen, im unteren Drittel dicke, teils auskeilende Schillkalksteinlage
- 0,25 m Schillkalkstein, dreifach aufspaltend
- 0,10 m Schillkalkstein (bei 5–15 cm), mit welliger Oberfläche
- 1,40 m Kalk-/Mergelstein, mergeliger als darüber, mittig mit 5 cm mächtigem Schillkalkstein, 80 cm über Basis: *Ceratites spinosus*
- 0,14 m Schillkalkstein (10–18 cm mächtig), untere 3 cm abspaltend
- 1,10 m Kalk-/Mergelstein, z. T. mit Schillkalkstein bis 8 cm dick, Basis mit *Pleuronectites laevigatus*
- 0,20 m Schillkalkstein, mikritischer Saum (3 cm), *Ceratites spinosus*
- 1,70 m Kalk-/Mergelstein, vorwiegend Mergelstein, dünne Schillkalksteinbänke, 40 cm unter Top: *Ceratites spinosus*, *Myophoris laevigatus*
- 0,12 m Schillkalkstein (10–15 cm mächtig), rostig, wellige Oberfläche, Wellenrippe NNW–SSE streichend (Reticulata-Bank), *Praechlamys reticulata*, *Enantiostrongylus spondyloides*, *Plagiostoma striatum*
- 2,98 m Kalk-/Mergelstein, mittig 40 cm kalkiger kompakterer Bereich, am Top auskeilender Schillkalkstein; 60 cm unter Top 15–20 cm Schillkalkstein, aufspaltend, schräggeschichtet, am Top: *Ceratites spinosus*, 30 cm über Basis: *Germanonutilus bidorsatus*, 1,35 m über Basis: mehrere Exemplare von *Ceratites evolutus*
- 0,05 m Schillkalkstein, mit Rinnenbildung
- 0,12 m Kalk-/Mergelstein, *Ceratites evolutus*
- 0,14 m Schillkalkstein (12–18 cm mächtig), zweigeteilt, Zwischenlage z.T. wulstig, insgesamt wellig
- 0,65 m Kalk-/Mergelstein, mit Rinnenbildungen bis 25 cm, feinkristalline Bänke bis 7 cm mächtig, schräggeschichtet
- 0,12 m Schillkalkstein (10–15 cm mächtig), rostig, gelb

- 0,85 m Mergelstein, unterer Bereich überwiegend tonig, Mikritlagen,
20 cm unter Top Schillkalkstein, rostig, auskeilend (Tonsteinhorizont 1)
50 und 75 cm über Basis: *Ceratites evolutus*
- 0,50 m Kalkstein, mikritische Lagen (bis 10 cm dick), unterste 15 cm Tonstein
- 0,15 m Schillkalkstein, deutlicher Schill
- 0,58 m Kalk-/Mergelstein, Basis: *Ceratites evolutus*
- 0,11 m Schillkalkstein (7–15 cm mächtig)
- 0,75 m Kalk-/Mergelstein, mit linsigen Lagen und Mikriten, oberste 30 cm
überwiegend Mergelstein, 30 cm, 50 cm, 60 cm und 70 cm über Basis:
Ceratites evolutus
- 0,35 m Schillkalkstein (30–40 cm mächtig), wellige Oberfläche,
im 50 cm-Bereich: Spiriferabank
- 0,35 m Schillkalkstein, mehrphasig, wenig Mergelstriefugen, Grobschill
- 0,70 m Mergel-/Kalkstein
- 0,12 m Schillkalkstein, massig

A 3: Steinbruch ENE Gänheim

Lage: R 35 73 500, H 55 37 500

Geologisches Profil (BÜTTNER & STÜRMER 1997):

Untere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku1)

- >0,70 m Tonstein, blättrig, mit Gelbkalksteineinlagerungen, graugrün
- 0,06–0,20 m Gelbkalkstein, grau
- 1,00 m Tonstein, blättrig, graugrün
- 0,40 m Tonschiefer, sandig, blättrig, grau (Wagners Plattenhorizont)
- 0,35 m Tonstein, mergelig, blättrig, graugrün
- 0,45–0,50 m Gelbkalkstein mit wenigen Ton- bzw. Mergelsteinzwischenlagen;
Gelbkalkstein, gelb bis bräunlich; Tonstein, grünlich

Oberer Muschelkalk 3 (mo3)

- 0,20–0,25 m Kalkstein, sparitisch, im oberen Abschnitt schillführend, bereichsweise
wellige Unterfläche, grau, zuoberst grünlich (Grenzglaukonitkalkstein)
- 0,20 m Mergelstein mit Gelbkalksteineinschaltungen, grau
- 1,60 m Kalksteinen, mikritisch, mit Ton- bzw. Mergelsteineneinschaltungen, grau
(Grenzglaukonitkalkstein)
- 2,20 m Ton- und Mergelstein mit Gelbkalksteineinschaltungen und sehr wenigen
Kalksteinlinsen, wechselnd grünlich und bräunlich (Ostracodenton)
- 2,00 m Kalkstein, dünnbankig, mikritisch, im Wechsel mit Tonstein,
1,20 m unter Top: 0,15 m mächtige Kalksteinbank mit welliger
Unterfläche, grau (Obere Terebratelbank)

- 0,55 m Kalkstein, überwiegend mikritisch, mit wenigen tonigen Zwischenlagen, grau (Äquivalent des Gelben Kippers)
- 0,07 m Kalkstein, mikritisch, wulstig, grau; Funde von *Ceratites semipartitus*
- 0,10–0,17 m Kalkstein, überwiegend mikritisch, grau
 - 0,85 m Kalkstein, teils bankig, teils wulstig, grau (Knaurige Bank)
 - 0,80 m Ton- und Mergelstein, hellgrau, grau (Kiesbank)
- 0,32–0,35 m Kalkstein, sparitisch, aufspaltend, grau; reichlich Brachiopoden (*Coenothyris*) (Hauptterebatelbank)
 - 0,25 m Mergelstein, gelbbraun (Mergelleitschicht)
- 0,15–0,17 m Kalkstein, teils sparitisch, teils mikritisch, aufspaltend, grau
 - 0,55 m Ton- und Kalkstein im Wechsel, bankig, plattig, z. T. linsig, grau
- 0,17–0,20 m Kalkstein, vorwiegend sparitisch, grau
 - 0,60 m Mergelstein mit mikritischen Kalksteinbänkchen, z. T. linsig, gelb
 - 0,50 m Kalkstein, teils mikritisch, teils sparitisch, grau; mit Mergelsteinlagen, gelb
- 0,70 m Ton- und Mergelstein mit wenig mikritischem Kalksteinlagen, bräunlich, grünlich
- 0,20–0,23 m Kalkstein, mikritisch, grau; mit Mergelsteinzwischenlage, ca. 5 cm mächtig
 - 0,80 m Ton- bzw. Mergelstein mit knauerig, wulstigen, mikritischen Kalksteinlagen, gelb bis ockerfarben
 - 1,10 m Kalkstein, mikritisch, bankig mit wenig Ton- und Mergelsteinzwischenlagen, grau
 - 0,50 m Ton- und Mergelstein, grau bis ockerfarben
 - 0,50 m Kalkstein, mikritisch, bankig mit wenigen Ton- und Mergelsteinzwischenlagen, grau
- 0,35–0,40 m Kalkstein, vorwiegend sparitisch, aufspaltend, grau
- 0,50–0,70 m Ton- und Mergelstein, grau
 - 0,55 m Kalkstein, vorwiegend mikritisch, bankig; mit Ton- und Mergelsteinlagen, oben mehr Ton- bzw. Mergelstein, unten mehr Kalkstein, grau
 - 0,35 m Kalkstein, teils sparitisch, teils mikritisch, dickbankig, aufspaltend, auf Schichtunterseite zahlreiche Muscheln, grau
- 0,25–0,30 m Ton- und Mergelstein, meist grau-grün, z. T. gelblich bzw. ockerfarben
 - 0,30 m Ton- und Mergelstein mit Kalksteinlagen, mikritisch, graugelb
 - 1,55 m Kalkstein, mikritisch, bankig, mit Ton- und Mergelstein im Wechsel, grau
- 0,55–0,60 m Kalkstein, sparitisch, aufspaltend, grau
 - 0,50 m Kalkstein, überwiegend mikritisch, bankig, mit Ton- und Mergelsteinlagen, grau
- 0,35–0,40 m Kalkstein, teils sparitisch, teils mikritisch, dickbankig, grau
 - 1,20 m Kalkstein, überwiegend mikritisch, bankig, mit Ton- und Mergelsteinlagen, grau

- 0,10–0,15 m Kalkstein, sparitisch, grau
- 1,15 m Kalkstein, vorwiegend mikritisch, bankig, grau; teils Laibsteine; mit Ton- und Mergelsteinlagen, v. a. zuoberst
- 0,20 m Kalkstein, überwiegend sparitisch, grau
- >0,30 m Ton- und Mergelstein mit mikritischen Kalksteineinschaltungen, graubraun

A 6: Ehemaliger Steinbruch am Hühnerberg (NE Gänheim)

Lage: R 35 73 800, H 55 37 830

Geologisches Profil (nach HEGENBERGER 1969: 99;

vgl. HOFMANN 1952: 25, HOFFMANN 1964: 42ff.):

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)

- 0,80 m Sandstein, dünnbankig, mit tonig schieferigen Lagen („Sandschiefer“)
- 0,85 m Sandstein, tonig, schieferig („Sandschiefer“), mit Tonsteinlagen, schieferig, grünlich, grau, mit einzelnen Sandsteinbänken
- 0,10–0,40 m Kalkstein, braun, mulmig verwittert
- 0,30 m Sandstein, tonig, schieferig („Sandschiefer“), mit Sandsteinplatten
- 0,90 m Tonstein, schieferig, mit Sandsteinlagen, tonig, schieferig („Sandschiefer“) oben mit dünnen Sandsteinbänken, bräunlich
- 0,70 m Tonstein, schieferig, dunkelgrau, graublau, teils bräunlich
- 0,15 m Kalkstein, braun (Anthrakonitbank)
- 0,30 m Siltstein, kieselig gebunden, schieferig („Quarzitschiefer“), mit Tonstein, schieferig, grau
- 0,10 m Mergelstein, mit Tonstein, schieferig, braun, grünlich
- 0,30 m Kalkstein, braun, hart
- 0,20 m Tonstein, schieferig, grünlich, grau
- 0,50 m Tonstein, grün, wenig feinsandig, bröckelig
- 0,40 m Tonstein, schieferig, wenig feinsandig, bröckelig, grünlich, wenig rötliche „Ockergallen“
- 0,20 m Tonstein, schieferig, kieselig gebunden
- 0,25 m Tonstein, blaugrau, schlierig bräunlich
- 0,60 m Tonstein, schieferig, wenig feinsandig, bröckelig, grünlich, wenig rötliche „Ockergallen“
- 1,20–1,50 m Tonstein, schieferig, grau bis schwarz, teils bräunlich
- 0,70 m Kalkstein, braun verwittert, teils mit Tonsteinlagen, schieferig, teils mulmig zerfallend (Albertibank)
- 0,60 m Tonstein, schieferig, grau, bräunlich, mit einzelnen Mergel- und Kalksteinlagen, mulmig verwitternd

Werksandstein-Bereich (kuW)

- 0,03 m Sandstein, stark karbonatisch gebunden, braun verwittert („5-cm-Sandsteinbank“)
- 0,65 m Tonstein, schieferig, (dunkel)grau
- 0,30 m Sandstein, schieferig, teils tonig („Sandschiefer“)
- 0,60 m Aufschlusslücke
- 1,50 m Sandstein (Werksandstein)

A 7: Ehemaliger Steinbruch hinter Haus-Nr. 100 (N Schraudenbach)

Lage: ca. R 35 75 220, H 55 40 700

Geologisches Profil (nach HEGENBERGER 1969: 100, Abb. 7a;
vgl. HOFMANN 1952):

a) Nordöstlich der Störung

Untere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku1)

- ca. 0,50 m Siltstein, kieselig gebunden, schieferig („Quarzitschiefer“), mit Tonstein, schieferig, grau
- 1,00 m Tonstein, schieferig, dunkel
- 0,40 m Siltstein, kieselig gebunden, schieferig („Quarzitschiefer“)
- 0,40 m Tonstein, schieferig, mit einzelnen Kalksteinlagen, bräunlich, schwärzlich
- 0,05 m Kalkstein, dunkel
- 0,12 m Mergeltonstein, bräunlich

Oberer Muschelkalk 3 (mo3)

Grenzglaukonitkalkstein

- 0,45 m Kalkstein, sparitisch, stark glaukonithaltig (außer den obersten 7 cm)
- 0,60 m Tonmergelstein, mit Tonstein, schieferig, gelblich bis bräunlich, mit einzelnen Kalksteinbänken
- 1,00 m Tonmergelstein, mit Tonstein, schieferig, gelblich bis bräunlich, mit vielen Kalksteinbänken, mikritisch
- 1,00 m Tonstein, schieferig, dunkelgrau
- 0,10 m Kalkstein, sparitisch
- 0,30 m Tonstein, schieferig

b) Südwestlich der Störung (ca. 10–20 m von a) entfernt

Hangendes: Grenzglaukonitkalkstein, verrutscht

Oberer Muschelkalk 3 (mo3)

- ca. 1,70 m Mergelstein, schieferig, gelblich, braun, mit Kalksteinlagen, zuunterst Kalkstein (10 cm), sparitisch

- 2,20 m Tonstein, schieferig, im unteren Drittel mit einzelnen Kalksteinlagen
- 0,30 m Kalkstein, mikritisch, dunkel, mit Tonsteinlagen, schieferig
- 0,50 m Tonstein, schieferig

A 9: Ehemaliger Steinbruch im Mühlgrund (E Schwanfeld)

Lage: ca. R 35 82 680, H 55 32 180

Geologisches Profil (nach DEDE 1959: 18):

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)

- 1,00 m Tonstein, schieferig, dunkelgrau, braun

Werksandstein-Bereich (kuW)

- 0,50 m Sandstein, teils schieferig, mit Pflanzenresten, stark verwittert
- 1,00 m Tonstein, schieferig, dunkelgrau, braun, basale 10 cm mit viel Pflanzenresten
- 0,65 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, grünlichgelb bis ocker, Glimmer auf Schichtflächen, Pflanzenreste
- 1,70 m Tonstein, schieferig, dunkelgrau, braun
- 0,40 m Sandstein, teils kieselig gebunden, mit Tonsteinlagen, schieferig
- 1,00 m Tonstein, schieferig, dunkelgrau, braun, mit viel Pflanzenresten, basal stark kohlig
- 4,00 m Sandstein, ungeschichtet, gelblich bis bräunlichrot, schwach glimmerhaltig, vereinzelt mit Pflanzenresten

A 11: Ehemaliger Steinbruch östlich des Bahndamms (NW Waigolshausen)

Lage: R 35 80 070, H 55 37 250

Geologisches Profil (nach HOFMANN 1952: 31):

Quartär

- 0,50 m Löß mit Kalkkonkretionen
- 1,50 m Ton, hellgrau bis gelb, ohne Schichtung, verstimmt, verwittert (umgelagerte Myophorienschichten des Mittleren Keupers?)

Grenzdolomit (kuD)

- 0,40 m Dolomitstein, hellgelb bis grau, verstimmt
- 0,40–0,80 m Dolomitstein, hellgrau, teils schieferig, teils knollig, verstimmt
- 0,86 m Dolomitstein, hellgelb, bankig, wellige Oberfläche, verwittert, mit einzelnen Drusenhorizonten, mit *Costatoria goldfussi*; einzelne Schichten von Calcitkriställchen durchsetzt, dadurch sandiges Aussehen

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)

Obere Drusengelbkalksteine

- 2,50–2,60 m Tonstein, schieferig, grün, gelb, mit Mergelsteinlagen, sehr viel Calcitäderchen
- 0,05–0,10 m Tonstein, schieferig
- 1,12 m Mergelstein, gelb, knollig, nach oben schieferig
- 0,10 m Tonstein, schieferig, grünlich
- 0,51 m Mergelstein, tonig, knollig, hellgelb, grünlich, teils glimmerhaltig, mit Calcitäderchen und linsenförmigen Calcit-erfüllten Drusen durchsetzt
- 0,08 m Dolomitstein, hellbraun, wellig, mittig teils tonig

Rote und grüne Lettenmergel

- 0,06 m Tonstein, schieferig, grün, glimmerhaltig
- 0,05 m Tonstein, graugrünlich, kohlig
- 0,58 m Tonstein, kohlig, nach unten sandig, mit Glimmer

Oberer Sandstein

- 5,00–6,00 m Sandstein, graugelblich angewittert, sehr klüftig, dünnbankig, plattig, glimmerhaltig, teils kohlige Einlagerungen

A 13: Ehemaliger Steinbruch an der Stängleinhöhe (NW Binsbach)

Lage: R 35 72 000, H 55 36 180

Geologisches Profil (nach HOFMANN 1952: 24):

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)

- ca. 2,00 m Tonstein, grau, lagenweise sandig und tonig
- 0,10 m Mergelkalkstein, braun, verwittert (Anthrakonitbank)
- 0,07 m Tonstein, schieferig, grau, wellig
- 0,08 m Mergelkalkstein, hellbraun, verwittert
- 0,10 m Kalkstein, gelb, dunkelbraun, verwittert
- 0,50 m Mergelstein, gelb, oben Kalkstein, verwittert

Werksandstein-Bereich (kuW)

- 0,02 m Tonstein, schieferig, grau
- 0,08 m Sandstein, grobkörnig, nach unten kieselig gebunden, nach oben kalkhaltig
- 0,90 m Tonstein, grau, etwas kohlig, mit Glimmer, oben etwas sandiger mit senkrechten, „wurzelartigen“ Fe-Konkretionen
- 0,10–0,15 m Sandstein, tonig, schieferig („Sandschiefer“)
- 5,00–6,00 m Sandstein, oben bankig; mit Linse aus Sandmulm, etwa 1 m über Basis,
- 4,00–5,00 m lang, 0,45 m mächtig (Werksandstein)

A 16: Ehemalige Gipsbrüche bei Opferbaum und Bergtheim

Lage: ohne Koordinaten, nahe der Bahnlinie Schweinfurt–Würzburg

Geologisches Profil (nach THÜRACH 1888: 86f.):

Untere Myophorienschichten (kmMU)

Grundgips

- 1,00 m Mergelstein, blaugrau
- 0,00–0,08 m Quarzbreccie, in mehr oder weniger zusammenhängenden, bankartig gelagerten Knollen
- 0,60 m Mergelstein, grünlichgrau
- 0,01 m Sandsteinbänkchen, dolomitisch, grünlichgrau
- 1,0 –1,20 m Mergelstein, schiefrig, grau, mit weißen und gelbbraunen, umgeänderten, dolomitischen Mergellappen
- 0,40 m Mergelstein, dolomitisch, düster violett gefärbt
- 0,01–0,03 m Bänkchen, dolomitisch, drusig, auf der Unterseite mit Steinsalz-Kristallmarken; hinterlässt beim Auflösen in Säure neben etwas Ton sehr viel mikroskopisch kleine Quarzkristalle (besonders schön in dem benachbarten Bahneinschnitt)
- 0,15 m Mergelstein, zerfallen, hellgrau
- 2,50 m Mergelstein, dolomitisch, grau und grünlichgrau, oben auch violett
- 0,02–0,04 m Bänkchen, kalkig, hart, braun, enthält sehr viel mikroskopisch kleine Quarzkriställchen
- 0,50 m Mergelstein, dolomitisch, schiefrig, dunkelgrau
- 0,00–0,02 m Sandstein, dolomitisch, ziemlich grobkörnig, grünlichgrau, mit vielen zerbrochenen Fischschuppen und Knochenresten
- 1,05 m Mergelstein, dolomitisch, fest, wenig schiefrig, hellgrünlichgrau
- 0,50 m Mergelstein, schiefrig, grau, mit dünnen Dolomitbänkchen, gelbbraun
- 4,70 m Gipsmergelstein, hellgrau und dunkelgrau, mit bis 1 m dicken Bänken von dichtem Gips und vielen Fasergipsschnüren, reich an ausblühenden „Magnesiasalzen und Chlornatrium“
- 1,60–1,90 m Gips, fest, graugebändert, weiß
- 0,15–0,20 m Mergelstein, dolomitisch, schiefrig, grau
- 0,06–0,10 m Dolomitbank, schwach mergelig, zum Teil oolithisch, hellbräunlichgrau, mit *Costatoria goldfussi*, *Sinoglottidia tenuissima* und Schuppen von „*Amblypterus decipiens*“
- 0,00–0,25 m Flasergips, mit kleinen, in Brauneisen umgewandelten Pyritkriställchen
- 0,95 m Gips, weiß und grau gebändert
- 0,10–0,18 m Steinmergel, dolomitisch, hellgrau, von Gipsadern durchzogen
- 1,30–1,35 m Gips, weiß und grau gebändert

- 0,35 m Gips, etwas mergelig, schiefrig, grau
- 1,35 m Gips, dicht, vorwiegend weiß, mit Linsen von zum Teil strahlrig geordneten Gippsspatkristallen, welche häufig einen kleinen Kern von in Brauneisen umgewandeltem Pyrit enthalten

A 19: zwischen Binsbach und Gänheim

Lage: ohne Koordinaten

Geologisches Profil (nach BADER 1936: 24):

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)

Anthrakonit-Bank

- ca. 0,20 m Dolomitstein, hervorstehend, ockerig verwitternd

Sandige Pflanzenschiefer

- 0,50–0,60 m Mergelstein, schieferig, stark verschüttet, gelbbraun, z. T. auch blaugrau
- 0,05–0,06 m Sandstein, grobkörnig, glimmerig, grau
- 0,70–0,80 m Mergelstein, schieferig, sandig, glimmerführend blättrig, graublau

Werksandstein-Bereich (kuW)

- 5,00–6,00 m Sandstein, feinkörnig, nach oben plattig brechend („Hauptsandstein“)

A 20: N Sulzwiesen

Lage: ohne Koordinaten

Geologisches Profil (nach SCHUSTER & NATHAN 1937: 47f.):

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)

Obere Drusengelbkalksteine

- 1,00 m „Braunkalk“, mit großen mit schneeweißem Calcit ausgekleideten Drusen
- 2,00 m Mergelstein, gelb

Rote und Grüne Lettenmergel

- 0,60 m Tonstein, schiefrig, blau, auskeilend

Oberer Sandstein (Flutfazies)

- 2,30–2,80 m Sandstein, dünngeschichtet
- 1,60 m „Bausandstein“, massig
- 1,20 m Sandstein, dünngeschichtet
- 2,50 m „Bausandstein“, massig

Anm.: Im Bruch E Sulzwiesen sind die drei Sandsteinbänke zu einem 7 m mächtigen Sandstein ohne dünnplattige Lagen ausgebildet. Eine 8 m tiefe Bohrung hat hier unter der Steinbruchsohle angeblich keinen Sandstein mehr angetroffen (SCHUSTER & NATHAN 1937).

A 21: S Schwanfeld, am „Juden-Leichenacker“

Lage: ohne Koordinaten

Stratigraphische Deutung: W. FREUDENBERGER

Geologisches Profil (nach ZELGER 1867: 89f.):

Grenzdolomit (kuD)

2,10 m Dolomitstein, kavernös, oben: unter Ackerkrume zu Geröll verwittert

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)

Obere Drusengelbkalksteine

2,70 m Mergelstein, ungeschichtet, blassgelb, abfärbend, nach allen Richtungen mit „Kalkspatfadern durchschwärmt“, mit Aragonit und Calcit ausgekleideten Drusenräumen

Oberer Sandstein (Flutfazies?)

0,75 m Sandstein, plattig, lichtgrau, oben grau, „als Abraum zu Nichts verwendbar“

1,20 m Sandstein, weißlich gelb, mit außerordentlich vielen Wurzeln von Calamiten, senkrecht auf der Lagerfläche stehend, sich teils fortsetzend in den liegenden, bauwürdigen „Lettenkohlsandstein“

Anm.: Die Mächtigkeitsangaben wurden umgerechnet: 1 Fuß = 0,3 m.

Tab. 4: Auflistung historischer Aufschlüsse. Genauere Informationen zu den in Kurzform beschriebenen Aufschlüssen sind den zitierten Arbeiten zu entnehmen.

Aufschluss- Nummer	Aufschlussname Aufschlussart	R-Wert H-Wert	Geologie	Literatur
A 2	Fa. Wecklein, WNW Mühlhausen, Steinbruch	35 74 300 55 36 900	mo2, mo1	HOFFMANN (1964), BÜTTNER (1984), PÖPPELREITER (1999), BÜTTNER & STÖRMER (2006)
A 4	N Mühlhausen, Ehem. Steinbruch	35 75 580 55 37 100	q, mo3	WOINACK (1982)
A 5	NNE Mühlhausen, kombiniertes Profil, ehem. Steinbrüche	35 75 620 55 37 140	mo3	HOFFMANN (1952), HEGENBERGER (1969)
		35 75 500 55 35 550		
A 8	SE Schwanfeld, E Gehringsmühle, ehem. Steinbruch	35 83 200 55 31 800	q, ku1, mo3	DEDE (1959)
A 10	SW Waigolshausen, am Neuberg, ehem. Steinbruch	35 79 320 55 36 430	q, ku2	HOFFMANN (1952)
A 12	NW Waigolshausen, W Bahndamm, ehem. Steinbruch	35 79 930 55 37 280	ku2	HOFFMANN (1952)
A 14	E Binsbach, Straßenanschnitt	35 72 820 55 35 520	ku1	HOFFMANN (1952)
A 15	S Etleben, ehem. Hohlweg zwischen Etleben und Waigolshausen	35 80 500 55 38 700	kmMU, kuD, ku2	HOFFMANN (1952)
A 17	NW Waigolshausen, E Eisenbahnstation	– –	kuD, ku2	V. SANDBERGER (1867)
A 18	Zwischen Etleben und Mühlhausen	– –	ku1	NATHAN IN BADER (1936)

5.2 Geotope

Die in eckigen Klammern [...] angegebene Zahlenkombination ist der Identifikationscode der im Geotopkataster Bayern dokumentierten Geotope. Weitere Informationen zum Geotopkataster Bayern und zu Bayerns wichtigsten Geotopen findet man im Internet unter www.geotope.bayern.de.

[678A007] Aufschluss an der Autobahn A 7 bei Ruppertzaint
Lage: R 35 75 050, H 55 39 000

Ein Geländeeinschnitt an der Autobahntrasse erschließt den Werksandstein des Unteren Keupers und wenige Meter der hangenden Schichten. (Heute weitgehend verwachsen und nicht zugänglich.) Im Werksandstein sind autochthone „Wurzelhorizonte“ zu beobachten.

[679A005] Ehemaliger Gipsbruch Bergtheim
Lage: 35 78 852, H 55 31 536

Anstehend sind die Grundgipsschichten der Myophorienschichten in Form von geschichtetem, teilweise gelaugtem, weißem Gips, in den dünne Ton- und Mergelsteine zwischengeschaltet sind. In den weitgehend verwachsenen Abbauen sind nur noch geringe Anteile der ehemaligen Steinbruchwände aufgeschlossen. Erkennbar sind Karsterscheinungen mit einer Höhle.

6 Bohrungen

Nachfolgend werden die im Text genannten Bohrungen aufgelistet (Tab. 5). Die nachstehenden Schichtenverzeichnisse stellen nur eine Auswahl aus der geowissenschaftlichen Dokumentation des LfU dar. Die Lage der Bohrungen ist in der geologischen Karte ersichtlich. Die in eckiger Klammer angegebene Nummer ist die Identifikationsnummer des Bodeninformationssystems Bayern (BIS). Unter Beachtung des Datenschutzes können mit ihr vom LfU weitere Informationen eingeholt werden.

B 1 [6026BG000031]: Forschungsbohrung Werneck 1

Lage: R 35 78 440, H 55 40 250

Ansatzhöhe: 239 m ü. NN (TK 25 entnommen)

Ausführung: Fa. J. Schützeichel (1999, Seilkernbohrung)

Geologische Aufnahme und Deutung (FREUDENBERGER 2003c: 122ff.):

- 1,10 m Quartär (q)
- 16,60 m Mittlerer Keuper (km)
 - 16,60 m Untere Myophorienschichten (kmMU)
- 67,40 m Unterer Keuper (ku)
 - 17,60 m Grenzdolomit (kuD)
 - 41,25 m Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)
 - 18,80 m Obere Drusengelbkalksteine
 - 20,90 m Rote und Grüne Lettenmergel
 - 22,25 m Oberer Sandstein
 - 27,50 m Gelbkalkstein-Gelbmergel-Horizont
 - 31,10 m Bunte Lettenmergel
 - 38,85 m Anoplophorahorizont
 - 39,00 m Anthrakitbank (?)
 - 40,60 m Sandige Pflanzenschiefer
 - 41,25 m Albertibank
 - 49,55 m Werksandstein-Bereich (kuW)
 - 67,40 m Untere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku1)
 - 50,85 m Obere Estherienschiefer
 - 51,00 m Zellige Mergelkalksteine
 - 52,25 m Mittlere Estherienschiefer
 - 53,10 m Hauptquarzitschieferplatten
 - 59,00 m Untere Estherienschiefer mit Unterem Sandstein

- 59,55 m Untere Dolomitsteine
- 60,60 m Dolomitische Mergelschiefer
- 61,70 m Blaubank-Bereich
- 67,40 m Vitriolschiefer mit Wagners Plattenhorizont

- 151,10 m **Oberer Muschelkalk (mo)**
 - 96,60 m **Oberer Muschelkalk 3 (mo3)**
 - 69,50 m Grenzglaukonitkalkstein mit Grenzbonebed
 - 72,20 m Ostracodenton
 - 73,30 m Obere Terebratelbank
 - 75,00 m Knauerige Bank
 - 76,60 m Kiesbank
 - 77,05 m Hauptterebratelbank
 - 83,60 m Plattenkalksteinfolge 6
 - 85,95 m Tonsteinhorizont 5
 - 93,20 m Dickbankzone
 - 96,60 m Tonsteinhorizont 4
 - 115,35 m **Oberer Muschelkalk 2 (mo2)**
 - 96,90 m Cycloidesbank
 - 97,90 m Tonsteinhorizont 3
 - 100,50 m Plattenkalksteinfolge 5
 - 100,85 m Tonsteinhorizont 2
 - 113,25 m Plattenkalksteinfolge 4
 - 113,45 m Tonsteinhorizont 1
 - 115,35 m Plattenkalksteinfolge 3
 - 151,10 m **Oberer Muschelkalk 1 (mo1)**
 - 115,80 m Spiriferinabank
 - 135,50 m Plattenkalksteinfolge 2
 - 136,70 m Obere Hauptencrinitenbank
 - 138,50 m Plattenkalksteinfolge 1
 - 139,65 m Terebrateldickbank
 - 146,70 m Zeller Tonsteinhorizont
mit Unterer Hauptencrinitenbank
 - 151,10 m Wulstkalkstein

- 224,70 m **Mittlerer Muschelkalk (mm)**
 - 162,90 m **Mittlerer Muschelkalk 3 (mm3)**
 - 162,90 m Oberer Dolomit
 - 200,90 m **Mittlerer Muschelkalk 2 (mm2)**
 - 194,10 m Oberes Sulfat (mit Residualton)
 - 200,90 m Mittlerer Dolomit

- 224,70 m Mittlerer Muschelkalk 1 (mm1)
 - 206,70 m Strat. Äquivalent des Oberen Steinsalzlagers (Residualton, Gips-/Anhydritstein)
 - 215,20 m Unteres Sulfat
 - 217,20 m Strat. Äquivalent des Unteren Steinsalzlagers (Residualton)
 - 219,65 m Basissulfat
 - 224,70 m Unterer Dolomit

- 234,20 m **Unterer Muschelkalk (mu)**
 - 234,20 m Unterer Muschelkalk 3 (mu3)
 - 227,20 m Orbicularisschichten
 - 227,25 m 3. Schaumkalkbank
 - 230,65 m Wellenkalkfolge 9
 - 231,35 m 2. Schaumkalkbank
 - 234,20 m Wellenkalkfolge 8

B 2 [6026BG000030]: Forschungsbohrung Waigolshausen 1

Lage: R 35 79 520, H 55 36 440

Ansatzhöhe: 256 m ü. NN (TK 25 entnommen)

Ausführung: Fa. J. Schützeichel (1999, Seilkernbohrung)

Geologische Aufnahme und Deutung (FREUDENBERGER 2003c: 122ff.):

- 0,30 m **Quartär (q)**

- 49,80 m **Unterer Keuper (ku)**
 - 0,80 m Grenzdolomit (kuD)
 - 23,30 m Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)
 - 2,80 m Obere Drusengelbkalksteine
 - 3,90 m Rote und Grüne Lettenmergel
 - 12,20 m Oberer Sandstein
 - 14,30 m Bunte Lettenmergel
 - 20,20 m Anoplophorahorizont
 - 20,30 m Anthrakonitbank (?)
 - 22,80 m Sandige Pflanzenschiefer
 - 23,30 m Albertibank
 - 33,20 m Werksandstein-Bereich (kuW)
 - 49,80 m Untere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku1)
 - 34,50 m Obere Estherienschiefer
 - 34,90 m Zellige Mergelkalksteine

- 35,90 m Mittlere Estherienschiefer
 - 36,40 m Hauptquarzitschieferplatten
 - 42,15 m Untere Estherienschiefer mit Unterem Sandstein
 - 42,25 m Untere Dolomitsteine
 - 43,10 m Dolomitische Mergelschiefer
 - 43,70 m Blaubank-Bereich
 - 49,80 m Vitriolschiefer mit Wagners Plattenhorizont
- 50,30 m **Oberer Muschelkalk (mo)**
 - 50,30 m Oberer Muschelkalk 3 (mo3)
 - 50,30 m Grenzglaukonitkalkstein mit Grenzbonebed

B 7 [6026BG000005]: Baugrundbohrung S Werneck (1977)

Lage: R 35 78 730, H 55 38 730

Ansatzhöhe: ca. 217 m ü. NN (TK 25 entnommen)

Geologisches Profil (nach Bohrmeisterangaben):

Quartär

- 2,50 m Ziegelsteine, Sand (künstliche Auffüllung)
- 3,30 m Schluff, feinsandig, dunkelbraun
- 4,40 m Schluff, fein- bis mittelkiesig, feinsandig, braun
- 5,60 m Schluff, fein- bis mittelkiesig, dunkelbraun
- 6,20 m Schluff, feinsandig bis feinkiesig, grünlichgrau

Unterer Keuper

- 6,70 m Schluff, teils Schluffstein, feinsandig, dunkelgrau
- 10,00 m Tonstein, plattig, teils bröckelig, hart, dunkel- bis schwarzgrau

Deutung: 6,20 m q, 10,00 m ku1 (Obere Estheriensichten)

B 19 [6026BG000017]: Wasserbohrung Ettleben GW5, SE Ettleben (1997)

Lage: R 35 81 670, H 55 38 940

Ansatzhöhe: 216 m ü. NN (TK entnommen)

Geologisches Profil (nach Bohrmeisterangaben):

Quartär

- 1,00 m Bodenbildung, braun
- 2,00 m Ton, schluffig, braun
- 3,00 m Mittelkies, tonig

Unterer Keuper

- 11,00 m Tonstein, schluffig, graugrün, oben zuoberst blaugrau
- 11,50 m Tonstein mit Schluffsteinlagen
- 14,00 m Tonstein, schluffig, graugrün
- 15,00 m Mergelstein, gelb
- 16,00 m Tonstein, kohlig, schwarz
- 17,00 m Tonstein, mit Schluffsteinlagen, blaugrau
- 18,00 m Sandstein, schwarzgrün
- 26,00 m Mergelstein, tonig, schwach sandig, graugrün
- 30,00 m Tonstein, mit wenig Sandsteinlagen, grauschwarz

Deutung: -3,00 m q (Talauffüllung), -30,00 m ku

B 24 [6026BG000023]: Kernbohrung,
Wasserbohrung GWM 3, NE Bergtheim (1999)
Lage: R 35 78 200, H 55 30 200
Ansatzhöhe: +267 m NN (TK entnommen)
Geologisches Profil:

Quartär

- 0,70 m Auffüllung

Untere Myophorienschichten (kmMU)

- 7,95 m Tonstein, schluffig, graugrün
- 8,00 m Lösungsbreccie, sandsteinartig, Calcit- und Quarzkörner, sehr karbonatisch, rötlich, bräunlich
- 10,30 m Tonstein, schluffig, graugrün, bröckelig
- 13,50 m Tonstein, graugrün, teils violettbraun
- 16,00 m Tonstein, graugrün
- 16,50 m Tonstein-Breccie, graugrün, sehr karbonatisch, (Versturzmasse)
- 7,30 m Tonstein, graugrün
- 17,50 m Kalkstein, teils dolomitisch, zellig
- 18,90 m Tonstein, graugrün

Grenzdolomit

- 20,60 m Dolomitstein, sehr hart, schaumig porös, teils zellig porös, kavernös, teils Kernverlust

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten

- 21,60 m Kalkstein, ockergelb, mit vielen Calcitdrusen und -leisten

(Obere Drusengelbkalksteine)

- 22,00 m Tonstein, dolomitisch, hart, dunkelgrau

B 26 [6026BG000025]: Baugrundbohrung B2, SW Werneck
(Kernbohrung, 1997)

Lage: R 35 78 380, H 55 38 050

Ansatzhöhe: 246,5 m ü. NN

Geologisches Profil (nach Unterlagen IfG Türk):

Quartär

- 0,10 m Mutterboden, dunkelbraun
- 2,95 m Schluff, tonig, schwach sandig, braun (Lößlehm)
- 3,40 m Ton, schwach sandig, schluffig, kiesig, grau, braun
(verwitterte Myophorienschichten und Hangschuttanteile)

Grenzdolomit

- 5,00 m Kalkstein, hart, grau; Mergelstein, graugrün;
mit Calcitadern und -drusen

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten

- 6,60 m Tonstein, mürbe, grau, braun
- 7,30 m Tonstein, mürbe, dunkelgrau, schwarz
- 8,70 m Kalkstein, dolomitisch, hart, gelb; mit Calcitader
- 10,00 m Tonstein, mürbe, blättrig bis plattig, grau

Deutung: –3,40 m q, –5,00 m kuD; –10,00 m ku2

Tab. 5: Auflistung der Bohrungen mit den Identifikationsnummern des Bodeninformationssystems (BIS). Genauere Informationen zu den in Kurzform beschriebenen Bohrungen können vom LfU unter Beachtung des Datenschutzes abgegeben werden.

Bohrungs-Nr. BIS-ID	Bohrungsname Ort	R-Wert H-Wert	Ansatzhöhe Endteufe	Geologie
B 3 6026BG000001	Wasserbohrung 1947, SE Gänheim	35 73 050 55 37 070	210 m NN 25,00 m	q, mo
B 4 6026BG000002	Wasserbohrung 1957, W Erbshausen	35 72 160 55 31 150	304 m 115,70 m	q, ku, mo
B 5 6026BG000003	Wasserbohrung 1961, Hausen	35 73 380 55 33 010	285 m NN 149,00 m	q, ku, mo, mm

B 6 6026BG000004	Baugrundbohrung 1973, NE Ettleben	35 82 970 55 40 430	230 m NN 13,80 m	q, kmM
B 8 6026BG000006	Wasserbohrung 1962, Br. 1, N Schwanfeld	35 81 570 55 33 030	256 m NN 25,00 m	q, ku2, kuW, ku1
B 9 6026BG000007	Wasserbohrung 1995, Br. 2, N Schwanfeld	35 81 620 55 33 040	253 m NN 106,00 m	q, ku, mo
B 10 6026BG000008	Wasserbohrung Ettleben I 1951, SSE Ettleben	35 81 210 55 38 760	220 m NN 50,00 m	q, ku, mo3
B 11 6026BG000009	Wasserbohrung Ettleben II 1951, SE Ettleben	35 81 270 55 38 880	218 m NN 60,00 m	q, ku, mo3
B 12 6026BG000010	Wasserbohrung Ettleben III 1951, SE Ettleben	35 81 300 55 38 780	220 m NN 25,00 m	q, ku
B13 6026BG000011	Wasserbohrung Ettleben IV 1997, SE Ettleben	35 81 250 55 38 750	218 m NN 53,00 m	q, kuD, ku2, kuW, ku1, mo3
B 14 6026BG000012	Wasserbohrung Ettleben V 1997, SE Ettleben	35 81 040 55 38 700	226 m NN 58,00 m	q, kmMU, kuD, ku2, kuW, ku1, mo3
B 15 6026BG000013	Wasserbohrung Ettleben GW1 (=VB III) 1997, SE Ettleben	35 81 300 55 38 820	219 m NN 80,00 m	q, ku, mo
B 16 6026BG000014	Wasserbohrung Ettleben GW2 1997, SE Ettleben	35 80 720 55 38 900	222 m NN 20,00 m	q, ku
B 17 6026BG000015	Wasserbohrung Ettleben GW3 1997, SE Ettleben	35 80 080 55 39 000	216 m NN 9,00 m	q, ku
B 18 6026BG000016	Wasserbohrung Ettleben GW4 1997, SE Ettleben	35 80 080 55 38 980	216 m NN 20,00 m	q, ku
B 20 6026BG000018	Wasserbohrung 1962, SW Ettleben	35 77 280 55 34 460	253 m NN 20,00 m	q, kuD, ku2
B 21 6026BG000019	Wasserbohrung Hausen/Fährb., VB 1 1996, SE Fahrbrück	35 75 500 55 31 210	283 m NN 149,00 m	q, ku2, kuW, ku1, mo3, mo2, mo1, mm3, mm2
B 22 6026BG000020	1995, W Werneck	35 78 270 55 38 800	230 m NN 50,00 m	q, ku2, kuW, ku1, mo3
B 23 6026BG000021	Wasserbohrung Fa. Gerhard 1999, NW Bergtheim	35 75 570 55 29 980	277 m NN 51,00 m	q, kuD, ku2, kuW, ku1
B 25 6026BG000024	Baugrundbohrung B1 (Kernbohrung 1997), SW Werneck	35 78 450 55 37 860	247 m NN 10,00 m	q, ku2
B 27 6026BG000026	Baugrundbohrung B8 (Kernbohrung 1997), NW Werneck	35 78 190 55 39 220	259 m NN 15,00 m	q, kmMU
B 28 6026BG000027	Baugrundbohrung B9 (Kernbohrung 1997), NW Werneck	35 78 280 55 39 460	250 m NN 15,00 m	q, kmMU
B 29 6026BG000028	Baugrundbohrung B10 (Kernbrg. 1997), NNW Werneck	35 78 450 55 39 600	237 m NN 6,00 m	q, kmMU
B 30 6026BG000029	Baugrundbohrung B11 (Kernbohrung, 1997), N Werneck	35 78 700 55 39 700	235 m NN 10,00 m	q, kmMU
B 31 6026BG000022	Wasserbohrung Fa. Strauß 1999, NW Bergtheim	35 76 980 55 31 000	272 m NN 147,20 m	q, kmMU, ku, mo, mm3

7 Literatur

- AIGNER, T. (1984): Dynamic stratigraphy of epicontinental carbonates, Upper Muschelkalk (M.-Triassic), South German Basin. – N. Jb. Geol. Pläont., Abh., **169**: 127–159, Stuttgart.
- AIGNER, T. (1985): Storm Depositional Systems. Dynamic Stratigraphy in Modern and Ancient Shallow Marine Sequences. – 174 S., Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo (Springer).
- AIGNER, T. (1999): Dynamische Stratigraphie des Oberen Muschelkalks am Beispiel Süddeutschlands. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. [Hrsg.]: Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter: 115–128, München (Pfeil).
- AIGNER, T. & BACHMANN, G. H. (1993): Sequence Stratigraphy of the German Muschelkalk. – In: HAGDORN, H. & SEILACHER, A. [Hrsg.]: Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991 (Sonderbände Ges. Naturkde. in Württemberg), **2**: 15–18, Korb, Stuttgart (Goldschneck).
- AIGNER, T., BACHMANN, G. H. & HAGDORN, H. (1990): Zyklische Stratigraphie und Ablagerungsbedingungen von Hauptmuschelkalk, Lettenkeuper und Gipskeuper in Nordost-Württemberg. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **72**: 125–143, Stuttgart.
- AUST, H. (1969): Lithologie, Geochemie und Paläontologie des Grenzbereiches Muschelkalk-Keuper in Franken. – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg, **10**: 3–155, Würzburg.
- BACHMANN, G. H. (1979): Bioherme der Muschel *Placunopsis ostracina* v. Schlotheim und ihre Diagenese. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **158**: 381–407, Stuttgart.
- BACHMANN, G., BEUTLER, G., HAGDORN, H. & HAUSCHKE, N. (1999): Stratigraphie der Germanischen Trias. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. [Hrsg.]: Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter: 81–104, München (Pfeil).
- BADER, E. (1936): Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des Unteren Keupers zwischen Ostwürttemberg und Unterfranken. – Abh. geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, **24**: 72 S., München.
- BAYERISCHES OBERBERGAMT (1936): Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns: II. Bd.: Franken, Oberpfalz und Schwaben nördlich der Donau. – 512 S., München (Oldenbourg, Piloty & Loehle).

- BECKENKAMP, J. (1925): Geologisch-hypsometrische Karte von Würzburg und Umgebung 1 : 25000. – Würzburg (Stürz).
- BEUTLER, G., HAUSCHKE, N. & NITSCH, E. (1999): Faziesentwicklung des Keupers im Germanischen Becken. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. [Hrsg.]: Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter: 129–174, München (Pfeil).
- BRAUN, B. (1996): Erläuterungen zur geologischen Karte der Region bei Bergtheim und Opferbaum 1: 10000. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 34 S., Würzburg.
- BRAUN, J. von (1924): Die geologischen Verhältnisse der Umgebung Würzburgs zwischen Estenfeld und Sulzwiesen, bzw. Burggrumbach und Maidbronn und die Höhe 309 südwestlich von Mühlhausen und ihre Beziehung zum Rimparer- und Rothkreuzsattel. – Diss. Univ. Würzburg: 89 S., Würzburg.
- BREITNER, M. (1986): Erläuterungen zu einer geologischen Kartierung auf dem NW-Quadranten des Blattes 6026 Werneck der topographischen Karte 1 : 25000. – Dipl.-Arbeit Univ. Würzburg: 141 S., Würzburg.
- BRUNNACKER, K. (1957): Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. – *Geologica Bavarica*, **34**: 95 S., München.
- BRUNNER, H. (1973): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen am Unteren Keuper (Lettenkeuper, Trias) im nördlichen Baden-Württemberg. – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N. F. **70**: 1–85, Stuttgart.
- BRUNNER, H. & KELBER, K.-P. (1988): Eisenerzkongregationen im württembergisch-fränkischen Unterkeuper – Bemerkungen zum fossilen Environment. – In: HAGDORN, H. [Hrsg.]: Neue Forschungen zur Erdgeschichte von Crailsheim (Sonderbände Ges. Naturkde. in Württemberg), **1**: 185–205, Korb, Stuttgart (Goldschneck).
- BÜDEL, J. (1957): Grundzüge der klimamorphologischen Entwicklung Frankens. – Würzburger Geogr. Arb., **4–5**: 5–46, Würzburg.
- BÜTTNER, G. (1984): Geologische Karte von Bayern 1 : 25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 5928 Obertheres und zur Hydrogeologie im Maintalbereich sowie der Schweinfurter Rhön. – Diss. Univ. Würzburg: 216 S., Würzburg.
- BÜTTNER, G. (1989): Geologische Karte von Bayern 1 : 25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 5928 Obertheres. – 164 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

- BÜTTNER, G. & FREUDENBERGER, W. (1994): Tektonische Strukturen im Landschaftsraum Bad Kissingen–Schweinfurt–Haßfurt (Exkursion E am 7. und 8. April 1994). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **76**: 147–170, Stuttgart.
- BÜTTNER, G. & PÜRNER, T. (1998): Die Forschungsbohrung Gädheim GLA 1994/1. – Geol. Bl. NO-Bayern, **48**(4): 221–244, Erlangen.
- BÜTTNER, G. & STÜRMER, G. (1997): Der Obere Muschelkalk im nördlichen Unterfranken; Leithorizonte und ihre Bedeutung für die Korrelation von Schichtprofilen und für die Lesesteinkartierung. – Naturwiss. Jb. Schweinfurt, **15**: 1–46, Schweinfurt.
- BÜTTNER, G. & STÜRMER, G. (2006): Geologische Profilaufnahmen im Oberen Muschelkalk entlang des Autobahn-Neubaus A 71 von Schweinfurt bis zur bayerischen Landesgrenze im Vergleich mit den Profilaufnahmen BÜTTNER und STÜRMER (1984, 1994 und 2006) und der Forschungsbohrung Ebenhausen HOFFMANN (2000). – Naturwiss. Jb. Schweinfurt, **21/22/23**: 399–464, Schweinfurt.
- CARLÉ, W. (1955): Bau und Entwicklung der Südwestdeutschen Großscholle. – Beih. Geol. Jb., **16**: 272 S., Hannover.
- CRAMER, P. (1964): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6227 Iphofen. – 132 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- DEDE, E. (1959): Der Bau des Muschelkalks und Keupers im Bereich der Volkacher Störungszone auf der Westseite des Maintales / Ufr. – Dipl.-Arb. TU München: 57 S., München.
- DENNINGER, K. (1977): Erläuterungen zur geologischen Kartierung auf dem Nordwestteil des Kartenblattes Nr. 6226 Kitzingen im Maßstab 1 : 25 000. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 71 S., Würzburg.
- DSK [DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION] [Hrsg.] (2005): Stratigraphie von Deutschland IV – Keuper. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg, **253**: 296 S., Frankfurt a. M.
- DIETZ, K. R. (1981): Zur Reliefentwicklung im Main-Tauber-Bereich. – Rhein-Mainische Forsch., **93**: 241 S., Frankfurt a. M.
- DOBNER, A. (1980): Hydrogeologie des Maintales. – In: BAYER. GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Donau und Main (Hydrogeologie): 27–41, München.

- DOBNER, A. (1984): Tone und Mergel des Mesozoikums. – In: WEINIG, H., DOBNER, A., LAGALLY, U., STEPHAN, W., STREIT, R. & WEINELT, W.: Oberflächennahe Mineralische Rohstoffe von Bayern. – *Geologica Bavarica*, **86**: 447–462, München.
- DOBNER, A. (1986): Ablagerungen des Mains. Alt- und Mittelpleistozän. – In: HAUNSCHILD, H.: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6326 Ochsenfurt. – 72–75, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- DRUCKENBROD, P. (1986): Erläuterungen zu einer geologischen Kartierung des SW-Quadranten von Blatt 6026 Werneck der topographischen Karte 1 : 25 000 mit Detailuntersuchungen im Grenzbereich Unterer Muschelkalk/Mittlerer Muschelkalk. – Dipl.-Arbeit Univ. Würzburg: 121 S., Würzburg.
- EMMERT, U. (1964): Muschelkalk. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000, 2. Aufl.: 81–90, München.
- EMMERT, U. (1965): Ist der Schilfsandstein des Mittleren Keupers eine Flußablagerung? – *Geologica Bavarica*, **55**: 141–168, München.
- EMMERT, U. (1975): Zur Landschaftsgeschichte der Bucht von Neustadt a. d. Aisch (Mittelfranken). – *Geologica Bavarica*, **74**: 131–149, München.
- EMMERT, U. (1981): Muschelkalk. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte 1 : 500 000, 3. Aufl.: 46–49, München.
- EMMERT, U. (1987): „Geköpfte“ Täler, Wanderschutt und Flugsand mit Dünen am Rand des Steigerwaldes (Franken), Zeugen der plio-pleistozänen Landschaftsentwicklung. – *Naturwiss. Jb. Schweinfurt*, **5**: 1–16, Schweinfurt.
- FISCHER, G. (1925): Zur Kenntnis der Entstehung der Steinmergel im fränkischen bunten Keuper. – *Neues Jb. f. Mineral., Geol. und Paläont., Beil.-Bd.* **51**: 413–476, Stuttgart.
- FREUDENBERGER, W. (1991): Die Kernbohrungen Westheim 1 und Kaltensondheim 1 westlich Kitzingen-Unterfranken. – *Naturwiss. Jb. Schweinfurt*, **9**: 67–81, Schweinfurt.
- FREUDENBERGER, W. (1994): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000, CC 6326 Bamberg. – Hannover (B.-Anst. Geowiss. Rohst.).

- FREUDENBERGER, W. (1996): Perm. Trias. Tektonik. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Geologische Karte von Bayern 1 : 500 000, Erläuterungen. 4. Aufl.: 55–89, 259–265, München.
- FREUDENBERGER, W. (1999): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 7434 Dettelbach. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- FREUDENBERGER, W. (2000): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6226 Kitzingen. – 210 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- FREUDENBERGER, W. (2003a): Das fränkische Schichtstufenland auf dem SAR-interferometrischen Höhenmodell. – *Geologica Bavarica*, **107**: 249–260, München.
- FREUDENBERGER, W. (2003b): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Beiträge zum Blatt Nr. 6126 Dettelbach. – 148 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- FREUDENBERGER, W. (2003c): Bohrkernbeschreibung. Schichtenfolge. – In: FREUDENBERGER, W., LINHARDT, E., WAGNER, S., WEINIG, H. & ZARBOK, P.: Die Kernbohrungen Waigolshausen 1 und Werneck 1 südwestlich Schweinfurt/Unterfranken. – *Geologica Bavarica*, **108**: 133–140, München.
- FREUDENBERGER, W. (2005): Der Keuper in Franken und der Oberpfalz (Bayern). – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.]: Stratigraphie von Deutschland IV – Keuper. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg, **253**: 203–213, Frankfurt a. M.
- FREUDENBERGER, W. (2010): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6026 Werneck. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- FREUDENBERGER, W. (in Druckvorbereitung): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6025 Arnstein. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- FREUDENBERGER, W., LINHARDT, E., WAGNER, S., WEINIG, H. & ZARBOK, P. (2003): Die Kernbohrungen Waigolshausen 1 und Werneck 1 südwestlich Schweinfurt/Unterfranken. – *Geologica Bavarica*, **108**: 119–158, München.
- FRIEDEL, G. & SCHWEIZER, V. (1989): Zur Stratigraphie der Sulfatfazies im Mittleren Muschelkalk von Baden-Württemberg (Süddeutschland). – *Jh. geol. L.-Amt Baden-Württemberg*, **31**: 69–88, Freiburg i. Br.
- FURTAK, H. & LANGGUTH, H. R. (1967): Zur Hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen. – *Mem. Jah.-Congress*, **VII** (1965): 89–96, Hannover.

- GEISLER, R. (1938): Zur Stratigraphie des Hauptmuschelkalks in der Umgebung von Würzburg mit besonderer Berücksichtigung der Ceratiten. – Jb. preuß. geol. L.-Amt., **59**: 197–248, Berlin.
- GEISLER, H. (1967): Erläuterungen zur geologischen Kartierung auf der Süd-Hälfte des Gradabteilungsblattes Kitzingen der topographischen Karte 1 : 25 000. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 85 S., Würzburg.
- GEYER, G. (1980): Geologische Bestandsaufnahme des SW-Quadranten von Blatt 5928 Obertheres der Topographischen Karte von Bayern 1 : 25 000. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 124 S., Würzburg.
- GEYER, G. (2002): Geologie von Unterfranken und angrenzenden Regionen. – 588 S., Stuttgart (Klett-Perthes).
- GEYER, G., HAGDORN, H. & KELBER, K.-P. (2002): Trias-Exkursion II. Muschelkalk und Keuper in Nord-Württemberg und Unterfranken. – In: NIEBUHR, B. (Hrsg.): Geo 2002 – Planet Erde: Vergangenheit, Entwicklung, Zukunft. 1.–5. Oktober 2002 in Würzburg, Exkursionsführer. Schriftenr. Dt. Geol. Ges., **22**: 45–87, Hannover.
- GEYER, G. & KELBER, K.-P. (1987): Flügelreste und Lebensspuren von Insekten aus dem Unteren Keuper Mainfrankens. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **174**: 331–355, Stuttgart.
- GEYER, G. & SCHMIDT-KALER, H. (2009): Den Main entlang durch das Fränkische Schichtstufenland. – Wanderungen in die Erdgeschichte, **23**: 208 S., München (Pfeil).
- GHOLAMI, A. (1984): Geologische Kartierung auf dem NE-Quadranten des Kartenblattes Nr. 6026 Werneck mit Erläuterungen. – Dipl.-Arbeit Univ. Würzburg: 89 S., Würzburg.
- GUDDEN, H. (1981): Der Untere Keuper in Bohrungen zwischen Eltmann und Rodach. – Geol. Bl. NO-Bayern, **31**: 448–462, Erlangen.
- HACK, P. (1980): Geologische Kartierung auf dem Südstreifen des Kartenblattes Nr. 6426 Aub der topographischen Karte 1 : 25 000 mit Erläuterungen und mit speziellen Untersuchungen des Grenzbonebeds im Arbeitsgebiet. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 135 S., Würzburg.
- HAGDORN, H. [Hrsg.] (1991): Muschelkalk. A Field Guide. – 80 S., Korb, Stuttgart (Goldschneck).

- HAGDORN, H. & HICKETHIER, H., HORN, M. & SIMON, T. (1987): Profile durch den hessischen, unterfränkischen und baden-württembergischen Muschelkalk. – Geol. Jb. Hessen, **115**: 131–160, Wiesbaden.
- HAGDORN, H. & SEILACHER, A. (1993): Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991. – Sonderbände Ges. Naturkde. in Württemberg, **2**: 288 S., Korb, Stuttgart (Goldschneck).
- HAGDORN, H. & SIMON, T. (1985): Geologie und Landschaft des Hohenloher Landes. – 186 S., Sigmaringen (Thorbecke).
- HAGDORN, H. & SIMON, T. (1993): Ökostratigraphische Leitbänke im Oberen Muschelkalk. – In: HAGDORN, H. & SEILACHER, A. [Hrsg.]: Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991 (Sonderbände Ges. Naturk. in Württemberg), **2**: 193–208, Korb, Stuttgart (Goldschneck).
- HAGDORN, H., HORN, M. & SIMON, T. (1998): Muschelkalk. – Hallesches Jb., B, **6**: 35–44, Halle.
- HAHN, P. (1986): Biogeochemische, geochemische und sedimentpetrographische Untersuchungen an Gesteinen des Unteren Keupers (Trias) in Franken, S-Deutschland. – Diss. Univ. Würzburg: 192 S., Würzburg.
- HALTENHOF, M. (1962): Lithologische Untersuchungen im Unteren Muschelkalk von Unterfranken (Stratinomie und Geochemie). – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg, **3**(1): 1–124, Würzburg.
- HAUNSCHILD, H. (1976): Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6327 Markt Einersheim und zum Blatt Nr. 6427 Uffenheim. – 139 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HAUNSCHILD, H. (1981): Ein Beitrag zur Lithologie und zur Stratigraphie des Unteren Gipskeupers im südlichen Franken sowie zur Mächtigkeitentwicklung des gesamten Gipskeupers. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **63**: 293–313, Stuttgart.
- HAUNSCHILD, H. (1986): Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6326 Ochsenfurt. – 152 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HAUNSCHILD, H. (1993): Die Trias auf Blatt Wackersdorf. – In: MEYER, R. K. F. & MIELKE, H.: Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6639 Wackersdorf. – 36–47, München (Bayer. Geol. L.-Amt).

- HAUNSCHILD, H. (1997): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6426 Aub. – 137 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HAUNSCHILD, H. (2000): Die Trias. – In: GROISS, J., HAUNSCHILD, H. & ZEISS, A.: Das Ries und sein Vorland. – Slg. geol. Führer, **92**: 18–54, Berlin (Borntraeger).
- HAUSCHKE, N. (1985): Beitrag zur Genese des Unteren Gipskeupers (km1). – Diss. Univ. Münster: 258 S., Münster.
- HAUSCHKE, N. & WILDE, V. [Hrsg.] (1999): Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter. – 647 S., München (Pfeil).
- HEGENBERGER, W. (1969): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 5926 Geldersheim. – 127 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HEIMBACH, W. (1962): Gravitative Deformation im Muschelkalk Unterfrankens. – Geol. Jb., **79**: 527–536, Hannover.
- HEROLD, B. (1981): Erläuterungen zu geologischen Kartierung auf dem NE-Quadranten des Kartenblattes Nr. 6126 Dettelbach. – Dipl.-Arbeit Univ. Würzburg: 162 S., Würzburg.
- HEUNISCH, C. (1980): Geologische Kartierung des NE-Quadranten des Blattes Nr. 6426 Aub i. M. 1 : 25 000 mit Erläuterungen und mit speziellen Überlegungen zur Paläogeographie von Chalcedonrelikten, sowie Untersuchung der Sporae dispersae des Unteren Keupers. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 112 S., Würzburg.
- HEUNISCH, C. (1984): Zur Palynologie des Unteren Keupers in Franken, S-Deutschland. – Diss. Univ. Würzburg: 162 S., Würzburg.
- HEUNISCH, C. (1986): Gliederung und Milieuinterpretation des fränkischen Unteren Keupers aus palynologischer Sicht. – *Geologica Bavarica*, **89**: 151–159, München.
- HEUNISCH, C. (1999): Die Bedeutung der Palynologie für Biostratigraphie und Fazies in der Germanischen Trias. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. [Hrsg.]: Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter: 207–220, München (Pfeil).
- HOFFMANN, U. (1964): Die Geologie des Blattes Würzburg-Süd 1 : 25 000 (Stratigraphie der Trias und Tektonik im südlichen Unterfranken). – Diss. Univ. Würzburg: 107 S., Würzburg.

- HOFFMANN, U. (1967a): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25000, Blatt Nr. 6225 Würzburg Süd. – 134 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HOFFMANN, U. (1967b): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25000, Blatt Nr. 6125 Würzburg Nord. – 94 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HOFFMANN, K. (1981): Detailgliederung und -kartierung der Unteren Myophorienschichten in der Hellmitzheimer Bucht (Krs. Kitzingen/Ufr.). – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 117 S., Würzburg.
- HOFFMANN, K. (1986): Die lithostratigraphische Gliederung der Myophorienschichten des Mittleren Keupers in der tonigen Beckenfazies des nördlichen Süddeutschlands. – *Geologica Bavarica*, **89**: 179–188, München.
- HOFFMANN, R. (1952): Erläuterung zur geologischen Karte von Bayern 1 : 25000, Nordhälfte von Blatt Werneck (6026). – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 67 S., Würzburg.
- HOFFMANN, R. (1955): Geologische Untersuchungen auf Blatt Werneck in Unterfranken. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F.* **37**: 1–11, Stuttgart.
- HUFNAGEL, H. (1963): Erläuterungen zur geologischen Kartierung auf der Nordhälfte des Gradabteilungsblattes Dettelbach (6126) im Maßstab 1 : 25 000. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 57 S., Würzburg.
- JERZ, H. (1986): Ablagerungen des Mains. Ältestpleistozän. – In: HAUNSCHILD, H.: Geologische Karte von Bayern 1 : 25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6326 Ochsenfurt: 70–72, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- JERZ, H. (1988): Zum Quartär in der Umgebung von Ochsenfurt. – *Führer zur Exkursion E.-Deuqua* 24. Tagung, 14 S., Hannover.
- JERZ, H. (1993): Das Eiszeitalter in Bayern. – 243 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- JERZ, H. & SCHWARZMEIER, J. (1981): Periglazialer Bereich. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000, 3. Aufl.: 142–149, München.
- KATZUNG, G. & G. EHMKE (1993): Das Prätertiär in Ostdeutschland. Strukturstockwerke und ihre regionale Gliederung. – 139 S., Köln (Loga).
- KELBER, K.-P. (1983): *Schizoneura paradoxa* SCHIMP. & MOUG. aus dem Unteren Keuper Frankens. – *Naturwiss. Jb. Schweinfurt*, **1**: 19–33, Schweinfurt.

- KELBER, K.-P. (1990): Die versunkene Pflanzenwelt aus den Deltasümpfen Mainfrankens vor 230 Millionen Jahren. Makrofloren aus dem Germanischen Unterkeuper. – *Beringeria*, Sonderheft **1**: 67 S., Würzburg.
- KELBER, K.-P. & GEYER, G. (1989): Lebensspuren von Insekten an Pflanzen des Unteren Keupers. – *Courier Forsch.-Inst. Senckenberg*, **109**: 165–174, Frankfurt a. M.
- KIRCHNER, A. (1934): Die saxonische Tektonik Unterfrankens und ihre Einwirkung auf die Morphologie und Flußgeschichte des Mains. – *Abh. Geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt*, **12**: 48 S., München.
- KLEIN, D. (1985): Sedimentationszyklen im oberen Hauptmuschelkalk (Trias) von Südwestdeutschland. – *Arb. Inst. Geol. Pal. Univ. Stuttgart*, N. F. **81**: 115–150, Stuttgart.
- KÖRBER, H. (1962): Die Entwicklung des Maintales. – *Würzburger Geogr. Arb.*, **10**: 170 S., Würzburg.
- KÖSTER, H. & SCHNITZER, W. A. (1984): Lithologische und geochemische Untersuchungen im Unteren Keuper bei Ochsenfurt (Unterfranken). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N. F., **66**: 273–292, Stuttgart.
- KREBS, N. (1919): Morphologische Probleme in Unterfranken. – *Z. Ges. Erdkunde*, **1919**: 307–335, Berlin.
- MENNING, M. (2000): Stratigraphische Nomenklatur für die Germanische Trias (von Alberti 1834) und Dyas (Marcou 1859, Geinitz 1861). – *Z. geol. Wiss.*, **28** (1/2): 281–290, Berlin.
- MERTEN, P. (1978): Erläuterungen zur geologischen Kartierung auf dem SE-Quadranten des Blattes Nr. 6126 Dettelbach der Topographischen Karte 1: 25 000. – *Dipl.-Arb. Univ. Würzburg*: 69 S., Würzburg.
- MÜLLER, J. (1996): Grundzüge der Naturgeographie von Unterfranken. Landschaftsökologie – Landschaftsgenese – Landschaftsräumlicher Vergleich. – *Fränkische Landschaft*, **1**: 324 S., Gotha (Justus Perthes).
- NATHAN, H. (1935): Quarz mit Anhydriteinschlüssen im unterfränkischen Keuper. – *Abh. Geol. L.-Unters. Bayer. Oberbergamt*, **18**: 41–51, München.
- NIES, F. (1868): Beiträge zur Kenntnis des Keupers im Steigerwald. – 79 S., Würzburg (A. Stuber's Buchhandlung).

- NITSCH, E. (1996): Fazies, Diagenese und Stratigraphie der Grabfeld-Gruppe Süddeutschlands (Keuper, Trias). – Diss. Univ. Köln: 304 S., Köln.
- NITSCH, E. (2005): Sequenzstratigraphie. – In: DSK [DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION] [Hrsg.]: Stratigraphie von Deutschland IV – Keuper. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg, **253**: 127–133, Frankfurt a. M.
- NOLTE, J. (1989): Die Stratigraphie und Palökologie des Unteren Hauptmuschelkalks (mo1, Mittl. Trias) von Unterfranken. – Berliner geowiss. Abh. (A), **106**: 303–341, Berlin.
- PATZELT, W. J. (1964): Lithologische und paläogeographische Untersuchungen im Unteren Keuper Süddeutschlands. – Erlanger geol. Abh., **52**: 30 S., Erlangen.
- PAUL, J. (1982): Der Untere Buntsandstein des Germanischen Beckens. – Geol. Rdsch., **71**(3): 795–812, Stuttgart.
- PESCHECK, C. (1974): Vor- und Frühgeschichte unserer Heimat. 1200 Jahre Bergtheim. – 189 S., Bergtheim (Selbstverl.).
- PÖPPELREITER, M. (1999): Controls on epeiric successions exemplified with the mixed siliciclastic-carbonate Lower Keuper (Ladinian, German Basin). – TGA, **51**: 1-126.
- PRIEBE, H. (1980): Geologische Kartierung auf dem Nordost-Quadranten des Kartenblattes Nr. 6226 Kitzingen der Topographischen Karte 1 : 25 000 mit Erläuterungen. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 128 S., Würzburg.
- RABUS, B. & KNÖPFLE, W. (2003): Erstellung von Höhenmodellen und Bewegungskarten der Erdoberfläche durch Satelliten-Radarinterferometrie. – Geologica Bavarica, **107**: 235–247, München.
- REIMANN, M. (1984): Die unterschiedliche Vergipsungsbereitschaft permischer und triadischer Sulfatvorkommen – dargestellt an ausgewählten Beispielen mit neuen Hinweisen auf die Lagerstättenprospektion. – Z. dt. geol. Ges., **135**: 437–460, Hannover.
- REIN, S. & OCKERT, W. (2000): Die enodis-/posseckeri-Zone im Oberen Muschelkalk Thüringens – Ausbildung und Fossilführung. – Veröff. Naturkundemuseum Erfurt, **19**: 43–67, Erfurt.

- REINECK, H. E. & SINGH, J. B. (1980): Depositional Sedimentary Environments. With Reference to Terigenous Clastics. – 2. Aufl.: 549 S., Berlin–Heidelberg–New York (Springer).
- RICHTER, D. K. (1985): Die Dolomite der Evaporit- und Playasequenz im mittleren Keuper bei Coburg (NE Bayern). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **170**: 87–128, Stuttgart.
- RÖHL, U. (1990): Parallelisierung des norddeutschen oberen Muschelkalks mit dem süddeutschen Hauptmuschelkalk anhand von Sedimentationszyklen. – Geol. Rdsch., **79**(1): 13–26, Stuttgart.
- RÖHL, U. (1993): Sequenzstratigraphie im zyklisch gegliederten Oberen Muschelkalk Norddeutschlands. – In: HAGDORN, H. & SEILACHER, A. [Hrsg.]: Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991.– Sonderbde. Ges. Naturkde. Würt., **2**: 29–36, Korb, Stuttgart (Goldschneck).
- RÖSNER, U. (1990): Die Mainfränkische Lößprovinz. – Erlanger Geogr. Arb., **51**: 306 S., Erlangen.
- RODA, B. VON (1984): Geologische Kartierung auf dem NW-Quadranten des Blattes 6126 Dettelbach der Topographischen Karte 1: 25 000 mit Erläuterungen nebst speziellen Untersuchungen an Glaukoniten aus dem Werksandstein. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 150 S., Würzburg.
- RUTTE, E. (1962): Der Hauptmuschelkalk am Maintalhang von Köhler. – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg, **3**(2): 181–195, Würzburg.
- RUTTE, E. (1971): Pliopleistozäne Daten zur Änderung der Hauptabdachung im Maingebiet, Süddeutschland. – Z. Geomorph., N. F., Suppl., **12**: 51–72, Berlin.
- RUTTE, E. (1957): Einführung in die Geologie von Unterfranken. – 168 S., Würzburg (Laborarzt-Verlag).
- RUTTE, E. (1980/81): Bemerkungen zu einer geologischen Karte des Landkreises Würzburg. – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg, **21/22**: 25–41, Würzburg.
- RUTTE, E. (1981): Bayerns Erdgeschichte. – 266 S., München (Ehrenwirth).
- RUTTE, E. (1987): Rhein, Main, Donau. Wie – wann – warum sie wurden. Eine geologische Geschichte. – 226 S., Sigmaringen (Thorbecke).

- RUTTE, E. (1990): Die Fossilfundstellen des Mittelmaincromer im stratigraphischen Vergleich mit den benachbarten Fundstellen. – Quartärpaläont., **8**: 233–236, Berlin.
- RUTTE, E. & WILCZEWSKI, N. (1995): Mainfranken und Rhön. – Slg. geol. Führer, 3. Aufl., **74**: 232 S., Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- SALGER, M. (1973): Untersuchungen zur Tonmineralogie des Gipskeupers im Raum Frankenhöhe–Steigerwald. – *Geologica Bavarica*, **67**: 145–154, München.
- SANDBERGER, F. von (1867): Die Gliederung der Würzburger Trias und ihrer Äquivalente. – *Würzburger Naturwiss. Z.*, **6**: 131–208, Würzburg.
- SCHNEIPFLUG, R. (1984): Wirbeltierfunde im mainfränkischen Hauptmuschelkalk. – *Aufschluß*, **35**(1): 21–36, Heidelberg.
- SCHMIDT, M. (1928): Die Lebewelt unserer Trias. – 461 S., Öhringen (Rau).
- SCHMIDT, M. (1938): Die Lebewelt unserer Trias – Nachtrag. – 143 S., Öhringen (Rau).
- SCHMIDT-THOMÉ, M. (1964): Geologische Kartierung und Erläuterung NW-Quadrant Blatt Volkach. – *Dipl.-Arb. Univ. Würzburg*: 53 S., Würzburg.
- SCHNITZER, W. A. & VOSSMERBÄUMER, H. (1984): Über quartäre Flugsande in Franken. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F.*, **66**: 263–272, Stuttgart.
- SCHÖDLBAUER, S. & HOFFMANN, U. (1991): Untersuchungsgebiet Salz des Mittleren Muschelkalk in Franken, Geologische Karte 1: 100 000 (Quartär abgedeckt). – München (Bayer. Geol. L.-Amt). – [Unveröff.]
- SCHOLZ, P. (1982): Erläuterungen zur geologischen Kartierung des SW-Quadranten des Blattes 6126 Dettelbach 1: 25 000. – *Dipl.-Arb. Univ. Würzburg*: 80 S., Würzburg.
- SCHRÖDER, B. (1993): Morphotektonik am Nordrand der Süddeutschen Scholle – Rhön-Grabfeld als Beispielsgebiet. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **189** (1–3): 289–300, Stuttgart.
- SCHUSTER, M. (1925): Aufbau und Geschichte der Landschaft um den mittleren Main (Maindreieck). – *Veröff. Ges. bayer. Landeskd.*, **2**: 1–17, Nürnberg.
- SCHUSTER, M. (1926): Erläuterungen zum Blatt Windsheim (Nr. XXII) der Geognostischen Karte von Bayern 1: 100 000, Teilblatt Uffenheim. – 96 S., München.

- SCHUSTER, M. (1928): Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh.-VI. Abt.: 119 S., München (Oldenbourg u. Piloty & Loehle).
- SCHUSTER, M. (1943): Geologische Studien im Maindreieck. – Jb. R.-Amt Bodendforsch., **63**: 134–175, Berlin.
- SCHUSTER, M. & NATHAN, H. (1937): Erläuterungen zum Blatt Windsheim (Nr. XXII) der Geognostischen Karte von Bayern 1: 100 000, Teilblatt Kitzingen. – 128 S., München. –[Geol. Kt. 1934]
- SCHWARZ, H.-U. (1975): Sedimentary structures and facies analysis of shallow marine carbonates (Lower Muschelkalk, Middle Triassic, SW-Germany). – Contrib. Sed., **3**: 100 S., Stuttgart.
- SCHWARZMEIER, J. (1977): Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6024 Karlstadt und zum Blatt Nr. 6124 Remlingen. – 155 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHWARZMEIER, J. (1979): Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6123 Marktheidenfeld. – 174 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHWARZMEIER, J. (1980): Geologische Karte des Maintales 1: 200 000. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Donau und Main (Hydrogeologie): Beil. 1 u. 2 zur Arbeit Dobner, München 1980.
- SCHWARZMEIER, J. (1981): Buntsandstein. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1: 500 000, 3. Aufl.: 41–46, München.
- SCHWARZMEIER, J. (1982): Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 5927 Schweinfurt. – 139 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHWARZMEIER, J. (1983): Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6127 Volkach. – 132 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHWARZMEIER, J., ZITZMANN, A., HERGESELL, G. & HÜTTNER, R. (1985): Geologische Übersichtskarte 1: 200 000, CC 6318 Frankfurt a. M.-Ost. – Hannover (B.-Anst. Geowiss. Rohst.).
- SEEGIS, D. (1999): Die Wirbellosen-Fauna des Keupers: Zusammensetzung und ökologische Aussagemöglichkeiten. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. [Hrsg.]: Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter. – 371–382, München (Pfeil).

- SEMMELE, A. (1974): Der Stand der Eiszeitforschung im Rhein–Main-Gebiet. – Rhein-mainische Forsch., **78**: 9–56, Frankfurt a. M.
- SIEBENHÜNER, M. (1968): Zur jüngeren Tektonik Frankens. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **131**: 98–118, Stuttgart.
- STREIT, R. & WEINELT, W. (1971): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6020 Aschaffenburg. – 398 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SUCHOPAR, J. (1997): Grabungsbericht. Die Ceratiten der semipartitus-Zone von Gänheim – Fossilien, Juli/August 1997, Heft **4**: 222–224, Wiebelsheim (Quelle & Meyer).
- THORWARTH, F. (1924): Das Mairdreieck. – Landschaftskde. Franken, **1**: 136 S., Würzburg.
- THÜRACH, H. (1888): Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleiche zu den benachbarten Gegenden. Erster Theil. – Geogn. Jh., **1**: 75–162, Cassel.
- THÜRACH, H. (1901): Über die mögliche Verbreitung von Steinsalzlagerstätten im nördlichen Bayern. – Geognost. Jh., **13** (f. 1900): 107–148, München.
- TIETZE, K.-W. (1982): Zur Geometrie einiger Flüsse im Mittleren und Oberen Buntsandstein Süddeutschlands. – Geol. Rdsch., **71(3)**: 813–828, Stuttgart.
- TRUSHEIM, F. (1935): Ein Stegocephalenrest aus dem Quaderkalk von Rottenbauer bei Würzburg. – Zbl. Min. Geol. Paläont., Abt. B, **1935**: 253–255, Stuttgart.
- ULBRICH, R. (1956): Tektonik und Grundwasserführung in ihren Beziehungen zueinander auf Grund geologischer Aufnahmen in der Umgebung von Würzburg. – Geologica Bavarica, **25**: 51–89, München.
- VOSSMERBÄUMER, H. (1971): Zur bathymetrischen Entwicklung des Muschelkalkmeeres in Mainfranken. – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg, **11**: 57–75, Würzburg.
- VOSSMERBÄUMER, H. (1972/74): Versuch einer kommentierten Bibliographie zum Germanischen Muschelkalk, Trias. – Zbl. Geol. Paläont. I, **1972** (9/10): 629–692; II, **1974** (5–6): 365–386; III, **1974**(9/10): 629–742, Stuttgart.
- VOSSMERBÄUMER, H. (1973): Quartäre Flugsande in Nordbayern. – Geol. Bl. NO-Bayern, **23** (1): 1–20, Erlangen.

- VOSSMERBÄUMER, H. (1976): Allgemeine Geologie. Ein Kompendium. – 277 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- VOSSMERBÄUMER, H. (1983): Geologische Karten. – 274 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- VOSSMERBÄUMER, H. (1985): Strukturgeologische Untersuchungen in Mainfranken: Bestandsaufnahme und Versuch einer Interpretation. – Z. dt. geol. Ges., **136**: 69–92, Hannover.
- VOSSMERBÄUMER, H. (1991): Zur Geologie Rottendorfs. – In: TREIBER, A. [Hrsg.]: Rottendorf: 11–17, Rottendorf.
- WAGNER, G. (1913): Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des oberen Hauptmuschelkalks und der unteren Lettenkohle in Franken. – Geol. Paläont. Abh., N. F., **12**: 1–180 (273–452), Jena.
- WAGNER, S. & WEINIG, H. (2003): Rohstoffgeologische Aspekte. – In: FREUDENBERGER, W., WAGNER, S., WEINIG, H. ZARBOK, P.: Die Kernbohrungen Waigolshausen 1 und Werneck 1 südwestlich Schweinfurt/Unterfranken. – Geologica Bavarica, **108**: 140–149, München.
- WALTER, R. (1992): Geologie von Mitteleuropa. – 5. Aufl.: 561 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- WEGENER, W. (1986): Erläuterungen zur geologischen Kartierung des SE-Quadranten des Blattes 6126 Dettelbach 1 : 25000. – Dipl.-Arb. Univ. Würzburg: 104 S., Würzburg.
- WEINELT, W. (1955): Beiträge zur Paläogeographie und Lithogenese der Bleiglanz-Bank des Mittleren Keupers im Raume zwischen Klettgau und Coburg. – Diss. Univ. Würzburg: 121 S., Würzburg.
- WEINIG, H. (1984): Sandsteine des Keupers. – In: WEINIG, H., DOBNER, A., LAGALLY, U., STEPHAN, W., STREIT, R. & WEINELT, W.: Oberflächennahe Mineralische Rohstoffe von Bayern. – Geologica Bavarica, **86**: 249–266, München.
- WEINIG, H. (1984): Normalfazies des Oberen Muschelkalks. – In: WEINIG, H., DOBNER, A., LAGALLY, U., STEPHAN, W., STREIT, R. & WEINELT, W.: Oberflächennahe Mineralische Rohstoffe von Bayern. – Geologica Bavarica, **86**: 169–171, München.

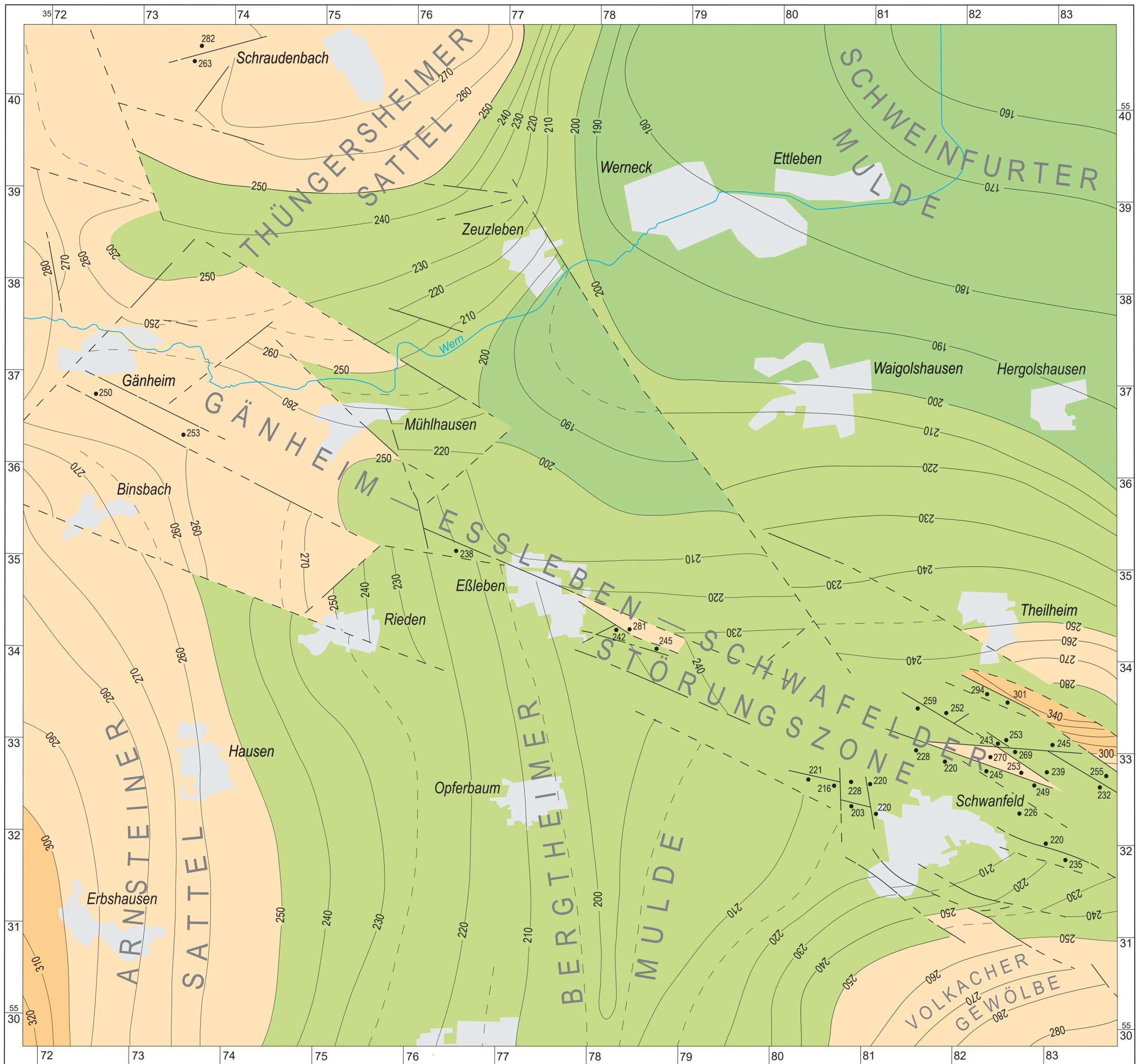
- WEINIG, H. (2000): Rohstoffe. – In: FREUDENBERGER, W.: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6226 Kitzingen: 109–126, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- WEINIG, H. (2003): Werksandsteine des Unteren Keupers. – In: FREUDENBERGER, W., LINHARDT, E., WAGNER, S., WEINIG, H. & ZARBOK, P.: Die Kernbohrungen Waigolshausen 1 und Werneck 1 südwestlich Schweinfurt/Unterfranken. – *Geologica Bavarica*, **108**: 146–149, München.
- WIERER, J. F. (1999): Megasporen, ein Teilaspekt triassischer Palynologie. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. [Hrsg.]: Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter: 207–220, München (Pfeil).
- WILCZEWSKI, N. (1967): Mikropaläontologische Untersuchungen im Muschelkalk Unterfrankens. – Diss. Univ. Würzburg: 111 S.; Würzburg.
- WITTMANN, O. (1982): Paläoböden in Nordbayern und im Tertiärhügelland. – *Geol. Jb.*, **F 14**: 45–62, Hannover.
- WITTMANN, O. (1985): Geologie und Böden der Weinberge Frankens. – *Schriftenr. Bayer. L.-Amt f. Umweltschutz*, **62**: 17–22, München.
- WITTMANN, O. (1991): Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern. Übersichtskarte 1: 100 000. – *GLA-Fachberichte*, **5**: 5–47, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- WOINACK, M. (1982): Geologische Kartierung auf dem NW-Quadranten des Kartenblattes Nr. 6026 Werneck mit Erläuterungen. – *Dipl.-Arbeit Univ. Würzburg*: 130 S., Würzburg.
- WURM, A. (1956): Beiträge zur Flußgeschichte des Mains und zur diluvialen Tektonik des Maingebietes. – *Geologica Bavarica*, **25**: 1–21, München.
- WURSTER, P. (1965): Krustenbewegungen, Meeresspiegelschwankungen und Klimaänderungen der deutschen Trias. – *Geol. Rdsch.*, **54**: 224–240, Stuttgart.
- WURSTER, P. (1968): Paläogeographie der deutschen Trias und die paläogeographische Orientierung der Lettenkohle in Südwestdeutschland. – *Eclogae geol. Helv.*, **61**(1): 157–166, Basel.

- ZELGER, C. (1867): Geognostische Wanderungen im Gebiet der Trias Frankens. – 133 S., Würzburg (J. Staudingersche Buchhandlung). – [Neudruck 1910]
- ZIEGLER, P. A. (1987a): Compressional intra-plate deformations in the Alpine foreland – an introduction. – *Tectonophysics*, **137**: 1–5, Amsterdam (Elsevier).
- ZIEGLER, P. A. (1987b): Late Cretaceous and Cenozoic intra-plate compressional deformations in the Alpine foreland – a geodynamic model. – *Tectonophysics*, **137**: 389–420, Amsterdam (Elsevier).
- ZIEGLER, P. A. (1990): Collision related intra-plate compression deformations in Western and Central Europe. – *Journal. Geodynamics*, **11**: 357–388, Amsterdam (Elsevier).

Der oberflächennahe geologische Aufbau des Gebietes von Blatt 6026 Werneck zeichnet sich vor allem durch weitverbreitete, eiszeitlich abgelagerte Lößvorkommen aus. Die tiefgründigen, nährstoffreichen Böden der Gäufläche liefern den idealen Grund für intensiven Ackerbau. Aufgrund der starken anthropogenen Beeinflussungen des oberflächennahen Grundwassers und des geringen Grundwasserangebots sind fast alle Orte und Gemeindeteile an öffentliche Wasserversorgungen angeschlossen. Diese erfolgen ausnahmslos über Brunnen, die den Unteren Keuper und/oder den Oberen Muschelkalk erschließen.

An nutzbaren Rohstoffen des Blattgebietes sind die Bau- und Werksteine des Oberen Muschelkalks zu nennen, die in mehr als zehn Steinbrüchen, v. a. im Raum Gänheim–Mühlhausen–Rieden angelegt waren. Größere Bedeutung erlangten jedoch der Werksandstein und der Obere Sandstein des Unteren Keupers. Sechs größere ehemalige Steinbrüche bzw. Steinbruchgebiete lassen sich im Bereich des Kartenblattes noch heute belegen. Von Jahrhunderte dauerndem Abbau des Oberen Sandsteins zeugt v. a. das große Abbauareal SW Waigolshausen („Waigolshäuser Sandstein“), in dem auf einer Strecke von 600 m mehrere Brüche betrieben wurden. Auch der Gips der Myophorienschichten wurde ehemals in mehreren Brüchen SE Opferbaum abgebaut. Potentiell nutzbare Rohstoffe sind ferner die Ton- und Schluffsteine der Myophorienschichten, die zusammen mit Lößlehm als weit verbreitete Ziegelrohstoffe anzusehen sind.

Schichtlagerungskarte zum Blatt Werneck, bezogen auf die Grenze Muschelkalk / Keuper



a) Störung
 a) nachgewiesen
 b) vermutet

300
 232

Schichtgrenze
 Muschelkalk / Keuper
 in m über NN

