



Kernbohrungen in der Trias Unterfrankens



geologie



Kernbohrungen in der Trias Unterfrankens

Bearbeiter:

Walter Freudenberger, Volker Friedlein,
Marcellus Schulze und Sebastian Specht

123 Seiten, 23 Abbildungen, 15 Tabellen, Augsburg 2016

Geologica Bavarica 114

Impressum

Kernbohrungen in der Trias Unterfrankens

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

Konzept/Text:

LfU: Referat 102, Dr. W. Freudenberger, Dr. S. Specht
Referat 104, Dr. V. Friedlein, M. Schulze

Redaktion:

LfU, Referat 102, Dr. Walter Freudenberger

Bildnachweis:

LfU

Stand:

August 2016

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Publikation wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt.

Der Inhalt wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

I	Die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 bei Stadtprozelten/Unterfranken (Walter Freudenberger, Volker Friedlein und Marcellus Schulze)	9
1	Konzeption	11
1.1	Lage und Zweck der Bohrungen	11
1.2	Ausführung der Bohrarbeiten	12
2	Schichtenfolge und stratigraphische Ergebnisse	13
2.1	Buntsandstein	15
2.1.1	Mittlerer Buntsandstein	15
2.1.2	Unterer Buntsandstein	16
2.2	Zechstein	18
2.3	Rotliegend	27
3	Bohrkernbeschreibung	29
4	Hydrogeologie, Ergebnisse der Bohrlochmessungen	34
5	Dank	37
6	Literatur	38
II	Kleinzyklengliederung und Formationsgrenzen der Forschungsbohrung Neuenbuch 1 (Volker Friedlein)	41
1	Einleitung	43
2	Gliederung des Unteren Buntsandstein und Zechstein	45
3	Kleinzyklengliederung im Unteren Buntsandstein	46
3.1	Kleinzyklengliederung im Buntsandstein der Bohrung Neuenbuch 1	46
3.2	Vergleich der Kleinzyklen der Bohrung Neuenbuch 1 mit den Kleinzyklen der Beckenfazies	47
4	Formationsvorschlag für den Unteren Buntsandstein in Nordwestbayern	51

5	Korrelation der Langenthal-Formation mit der Beckengliederung des Zechstein	52
6	Dank	54
7	Literatur	55
III	Der Obere Buntsandstein in Kernbohrungen im südöstlichen Rhönvorland (Walter Freudenberger)	59
1	Konzeption und Durchführung der Bohrungen	61
1.1	Lage und Zweck der Bohrungen	61
1.1.1	Forschungsbohrungen	61
1.1.2	Prospektionsbohrungen	63
1.2	Ausführung der Bohrarbeiten	64
2	Schichtenfolge	65
2.1	Unterer Muschelkalk 1/Jena-Formation	65
2.2	Oberer Buntsandstein/Röt-Formation	65
2.2.1	Oberer Buntsandstein 4	68
2.2.2	Oberer Buntsandstein 3	71
2.2.3	Oberer Buntsandstein 2	71
2.2.4	Oberer Buntsandstein 1	72
2.3	Mittlerer Buntsandstein	72
2.3.1	Solling-Formation (smS)	72
2.3.2	Hardegsen-Formation (smH) mit Karneol-Dolomit-Horizont (K-D-Horizont)	72
3	Bohrkernbeschreibung	74
4	Dank	85
5	Literatur	86

IV	Die Forschungsbohrung Stadtlauringen 1 in Unterfranken (Sebastian Specht)	91
1	Konzeption und Durchführung der Bohrung	93
2	Schichtenfolge	94
2.1	Keuper	94
2.1.1	Mittlerer Keuper	94
2.1.2	Unterer Keuper	96
2.2	Muschelkalk	98
3	Bohrkernbeschreibung	105
4	Dank	115
5	Literatur	116
	Nachruf	119
	Verzeichnis der Abbildungen	123
	Verzeichnis der Tabellen	124

I Die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 bei Stadtprozelten/Unterfranken

(Walter Freudenberger, Volker Friedlein und Marcellus Schulze)

1	Konzeption	11
1.1	Lage und Zweck der Bohrungen	11
1.2	Ausführung der Bohrarbeiten	12
2	Schichtenfolge und stratigraphische Ergebnisse	13
2.1	Buntsandstein	15
2.1.1	Mittlerer Buntsandstein	15
2.1.2	Unterer Buntsandstein	16
2.2	Zechstein	18
2.3	Rotliegend	27
3	Bohrkernbeschreibung	29
4	Hydrogeologie, Ergebnisse der Bohrlochmessungen	34
5	Dank	37
6	Literatur	38

Kurzfassung

Schlüsselwörter: Bayern, Unterfranken, Stadtprozelten, Kernbohrung, Buntsandstein, Zechstein, Lithostratigraphie, Geologie, Rohstoffe, Geothermie

Die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 (2014) wurde im südlichen Spessart nördlich Stadtprozelten/Unterfranken niedergebracht. Die Kernbohrung durchteufte etwa 43 m Mittleren Buntsandstein, 231 m Unteren Buntsandstein, 108 m Zechstein und wurde bei einer Endteufe von 395,70 m im Oberrotliegend eingestellt. Als Besonderheiten gelten die relativ hohe Mächtigkeit des Heigenbrücken-Sandsteins sowie das Zechsteinprofil, das durch die Verbreitung der Langenthal-Formation auf eine Werra- bis Friesland-zeitliche Schwellenrand-Lage schließen lässt. Die Schichtenfolge wird beschrieben, und die Ergebnisse der stratigraphischen Auswertung werden dargestellt.

Abstract

Keywords: Bavaria, Lower Franconia, Stadtprozelten, Core drilling, Buntsandstein, Zechstein, Upper Permian, Stratigraphy, Geology, Natural Resources, Geothermal energy

The scientific drilling Neuenbuch 1 (2014) is situated at the southern Spessart hills in Lower Franconia north of the village Stadtprozelten. The cored section includes 43 meters Middle Buntsandstein, 231 meters Lower Buntsandstein, 108 meters Zechstein and was finished at the depth of 395.7 meters in sediments of the Oberrotliegend (Upper Permian). As specific features a thick sequence of Heigenbrücken-Sandstein and marginal Upper Permian strata, which is correlated to the Langenthal formation, were cored. The sediments are described and the results are presented.

1 Konzeption

Im südlichen Spessart stand für Aussagen über den tieferen Untergrund bisher keine tiefreichende Bohrung zur Verfügung. Die Kenntnis über den Aufbau und die Gesamtmächtigkeit der Schichtenfolge des Buntsandsteins und des Zechsteins ist aber von ausschlaggebender Bedeutung für die stratigraphische Interpretation sowie angewandte Fragen der Nutzbarkeit. Mit der Forschungsbohrung bei Neuenbuch, N Stadtprozelten, sollte dieser spezielle geologische Aufbau erkundet und ein Standardprofil für den südlichen Spessart und den nördlichen Odenwald geschaffen werden. Weitere Ziele der Forschungsbohrung waren mittels Auswertung von bohrlochgeophysikalischen Daten der durchteuften Gesteinsabfolge (Bohrlochmessungen) Kennwerte zur Hydrogeologie, Geothermie und Wärmeleitfähigkeit zu verdichten.

Die weitreichende Bedeutung der Bohrung Neuenbuch 1 (2014) war Anlass, die Arbeitsgruppe Buntsandstein sowie Vertreter der Arbeitsgruppen Zechstein und Rotliegend der Perm/Trias-Subkommission 2015 zu einer außerordentlichen Sitzung ins Bohrprobenarchiv des Bayerischen Landesamtes für Umwelt in Hof einzuladen. Dort wurde die Kernbohrung besichtigt und deren lithostratigraphische Einstufung diskutiert.

1.1 Lage und Zweck der Bohrungen

Zur Unterstützung der geologischen und hydrogeologischen Landesaufnahme wurde im Auftrag der Abteilung 10 Geologischer Dienst des Bayerischen Landesamtes für Umwelt eine Forschungsbohrung auf dem Blattgebiet 6122 Bischbrunn (Unterfranken) niedergebracht. Angaben zur Lage und Endteufe der Kernbohrung Neuenbuch 1 (2014) sind der Tab. I-1 und der Abb. I-1 zu entnehmen.

Tab. I-1: Lage der Forschungsbohrung Neuenbuch 1 (2014).

Forschungsbohrung	Lage			Endteufe	Bohrdatum
	Blatt-Nr./-Name	Koordinaten	Ansatzhöhe		
FB Neuenbuch 1	6122/Bischbrunn	R 3528962,2; H 5518618,3	+ 318,40 m ü. NN	395,70 m	2014

Die Forschungsbohrung sollte die stratigraphischen Verhältnisse des basalen Mittleren Buntsandsteins, des Unteren Buntsandsteins, des Zechsteins und des obersten Rotliegend klären. Ferner sollte festgestellt werden, ob im Zechstein Salz und/oder Anhydrit-/Gipsstein oder deren Residuen in größerer Mächtigkeit auftreten. Neben den Erkenntnissen für die geologische Landesaufnahme ist diese Bohrung auch für die Rohstoffgeologie von großer Wichtigkeit, denn der Untere Buntsandstein enthält zahlreiche abbauwürdige Bereiche (bekannt unter den Handelsnamen: „Heigenbrückener Sandstein“, „Miltener Sandstein“, „Roter Mainsandstein“, „Dorfprozelten Sandstein“, „Bürgstädter Sandstein“), wovon viele, teils aufgelassene Steinbrüche entlang des Mains zeugen. Ferner gelten Salz, Anhydrit-/Gipsstein, die Ton- und Schluffsteine des Zechsteins sowie mögliche Vererzungen und Metallgehalte des Kupferschiefers als begehrte Rohstoffe.

Die FB Neuenbuch 1 (2014) wurde auf der SE-Abdachung der Spessart-Schwelle angesetzt (vergleiche SCHWARZMEIER 1984). Sie durchsank unter 1,90 m Quartär, 42,95 m Mittleren Buntsandstein, 230,85 m Unteren Buntsandstein, 107,80 m Zechstein, 12,20 m Rotliegend und wurde bei einer Endteufe von 395,70 m im Oberrotliegend eingestellt. Tektonische Störungen sowie intensive Klüftung wurden nicht festgestellt. Es gelang eine Untergliederung des Profils anhand charakteristischer Faziesmerkmale und des Gamma-Ray-Logs (GR-Logs). Gips- bzw. Anhydritstein wurden nicht angetroffen. Der Kerngewinn betrug nahezu 100 %.

An der Bohrung wurden umfangreiche geophysikalische Bohrlochmessungen (Gamma-Ray-Log, Bohrlochscanner, Leitfähigkeit, Temperatur) durchgeführt. Zur weiteren Bearbeitung wurde das Kernmaterial ins Bohrprobenarchiv des Bayerischen Landesamtes für Umwelt nach Hof gebracht. Die Forschungsbohrung wird fortan als Eichprofil für zahlreiche Flachbohrungen, die den Unteren Buntsandstein sowie den Zechstein im südlichen Spessart und Odenwald nur in Teilbereichen erschließen, Verwendung finden. Auch für die Nachbarregionen sind die Ergebnisse maßgeblich und tragen zu einer besseren Korrelation der Schichtenfolge nach Baden-Württemberg und Hessen bei.

1.2 Ausführung der Bohrarbeiten

Zur Niederbringung der FB Neuenbuch 1 (2014) wurde vom Bayerischen Landesamt für Umwelt die Fa. Keller & Hahn aus Insingen beauftragt. Die bohrloch-geophysikalischen Messungen geschahen durch die Firma BLM Gesellschaft für Bohrlochmessungen mbH aus Poing. Die Finanzierung erfolgte aus Mitteln des LfU-Projektes 0414 „Informationsoffensive Oberflächennahe Geothermie 2012 bis 2015“, kofinanziert aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE-Programm Bayern).



Abb. I-1: Lageskizze der Bohrung.

2 Schichtenfolge und stratigraphische Ergebnisse

In der folgenden Beschreibung der Schichtenfolge wird nur auf Wesentliches und Besonderheiten hingewiesen. Die detaillierte Kernbeschreibung der Bohrung ist Kapitel 3 zu entnehmen. Die stratigraphischen Ergebnisse sind in Tab. I-2 zusammengefasst. Tab. I-3 gibt einen Überblick zur Gliederung des Buntsandsteins in Nord-Bayern, dem nördlichen Baden-Württemberg und Süd-Thüringen.

Tab. I-2: Gliederung und Mächtigkeiten der Schichtenfolge der FB Neuenbuch 1 (2014).

Gliederung				Teufe [m]		Mächtigkeit [m]				
				Top	Basis	Kartier-einheit	Formation	Gruppe		
sm	Vopriehausen-Fm.	Volpriehausen-Wechselfolge		smVW	1,9	24,0	22,1	>43		
		Volpriehausen-Geröllsandstein		smVS	24,0	44,85	20,85			
su	Bernburg-Fm.	Tonlagensandstein		suBT	44,85	77,6	32,75	49	231	
		Basissandstein		suBB	77,6	93,4	15,8			
	Calvörde-Fm.	Dickbanksandstein		suCD	93,4	181,2	87,8	182		
		Eckscher Geröllsandstein		suCE	181,2	210,85	29,65			
		Heigenbrücken-Sandstein		suCH	210,85	275,7	64,85			
z	Fulda-Fm.	Obere und Untere Fulda-Subformation		Bayerische Bröckelschiefer-Folge	z7	275,7	290,5	14,8	15	108
		Langenthal-Fm.	Äquivalente Werra/Staßfurt-bis Friesland-Fm.		z6 z1/2	290,5	336,1	45,6	46	
	Zechsteindolomit-Fm. und Werra-Fm.		Zechsteinton		z1	336,1	338,8	2,7	47	
		Zechsteindolomit/Werrakarbonat		338,8		382,95	44,15			
		Kupferschiefer		382,95		383,5	0,55			
		Zechstein-Konglomerat		383,5		384,2	0,7	1		
r		Oberrotliegend			384,2	395,7	11,5	>12		

Tab. I-3: Gliederung des Buntsandsteins in Nord-Bayern, Nord-Baden-Württemberg und Süd-Thüringen (leicht verändert nach FREUDENBERGER & FRIEDLEIN 2011: 32).

Gliederung		Kraichgau – Odenwald (LEIBER 1995, unveröff.)	Spessart – Rhön/Franken (LEPPER 1970, SCHWARZMEIER 1981, FREUDENBERGER 1996 b)	Süd-Thüringen (SCHNEIDER 1967, PUFF 2000)	
Oberer Buntsandstein	Röt-Fm.	so4	Oberer Rötton Myophorienbank Unterer Rötton	(Myophorienschichten) Obere Röttonsteine	Myophorienschichten Obere Bunte Schichten Obere Rotbraune Röttonsteine
		so3	Fränk. Chirotheriensandst. Plattensandstein	Rötquarzit	Fränk. Chirotheriensandstein
				Untere Röttonsteine Grenzquarzit	Unt. Rotbraune Röttonsteine Grenzquarzit
				Plattensandstein	Untere Bunte Schichten mit Plattensandstein
				Chirotherienschiefer	Graue Untere Tonsteine Chirotherienschiefer
so2					
so1					
Mittlerer Buntsandstein	Solling-Fm.		Thüring. Chirotheriensandstein Solling-Sandstein	Thüring. Chirotheriensandstein Grenzkarneol-Horizont Solling-Sandstein	
	Hardeggen-Fm.	Karneol-Dolomit-Horizont Felssandstein	Karneol-Dolomit-Schichten Felssandstein Hardeggen-Wechselfolge Hardeggen-Grobsandstein	Obere Tonsteine Felssandstein Tief. Hardeggen-Abfolgen Basis-Geröllsandstein	
		Hauptgeröllhorizont			
	Detfurth-Fm.	Mittlerer Geröllsandstein	Detfurth-Wechselfolge Detfurth-Grobsandstein	Detfurth-Wechselschichten Detfurth-Geröllsandstein	
	Volprie-hausen-Fm.	Unterer Geröllsandstein	Volpriehausen-Wechselfolge	Ob. Volprie.-Wechselfolge Oberer Geröllsandstein Unt. Volprie.-Wechselfolge	
Volpriehausen-Geröllsandstein			Volprie.-Basis-Geröllsandst.		
Unterer Buntsandstein	Bernburg-Fm.	Oberer Bausandstein	Tonlagensandstein Basissandstein	Bernburg-W.-Schichten Bernburger Sandstein Geröllsandstein	
		Mittlerer Bausandstein	Dickbanksandstein	Sandige Tonsteine	
	Unterer Bausandstein				
	Calvörde-Fm.	Oberer Eckscher Horizont Unterer Eckscher Horizont	Eckscher Geröllsandstein Heigenbrücken-Sandstein	Calvörde-Geröllsandstein Eisfelder Sandstein	

2.1 Buntsandstein

2.1.1 Mittlerer Buntsandstein

Für den Mittleren Buntsandstein existierte im Spessart bis in die 1970er Jahre eine eigenständige Gliederung in Rohrbrunn-, Geiersberg-, Spessart-Folge und Felssandstein anstelle der Volpriehausen-, Detfurth- und Hardegsen-Formation. Den Beschlüssen der Deutschen Stratigraphischen Kommission folgend wurde die stratigraphische Gliederung auch für den Spessart konsequent umgesetzt (SCHWARZMEIER 1985, 2014 a bis d, in Druckvorb. a bis b; LEPPER et al. 2013) und zumindest bis auf den nordöstlichsten Teil des Odenwaldes (Baden-Württemberg) übertragen (FREUDENBERGER 1990, 1992; BOCK et al. 2005), ebenso auf die südliche Rhön (HOFFMANN 2005 a bis c; FREUDENBERGER & FRIEDLEIN 2011) und den Raum Coburg in Oberfranken (FREUDENBERGER et al. 1998).

Die einzelnen Formationen beginnen im Idealfall jeweils mit geröllführenden, relativen Grobschüttungen, die als Geröllsandsteine jeweils die Basis eines Fining-upward-Zyklusses dokumentieren. Die einzelnen Sedimentationszyklen umfassen klastische, fluviatil-alluviale Abfolgen, deren Mächtigkeiten Tab. I-2 zu entnehmen sind.

Volpriehausen-Formation

Die Bohrung erschließt vom Mittleren Buntsandstein mit circa 43 m nur den unteren Bereich, der Volpriehausen-Formation. Die Liegendgrenze der Volpriehausen-Formation wird im GR-Log bei etwa 44,5 m durch eine markante Abnahme der Strahlungsintensität gezogen. Damit deckt sich diese Grenze mit den Beobachtungen im Bohrkern.

Volpriehausen-Wechselfolge

Die mit 22,10 m Restmächtigkeit erbohrte Wechselfolge besteht aus mittel- bis fein-, lagenweise schwach grobkörnigem Sandstein, in den sich zahlreiche siltige, feinsandige Tonsteinlagen einschalten. Die Abgrenzung zum liegenden Geröllsandstein erfolgt, wo die Tonsteineinschaltungen deutlich weniger werden und Tonsteinklasten führende Sandsteine eine erhöhte Erosionsenergie anzeigen.

Volpriehausen-Geröllsandstein

Der 20,85 m messende Volpriehausen-Geröllsandstein besteht aus mittel- bis grob-, lagenweise feinkörnigem Sandstein mit Ton/Siltsteinklasten, in den sich nur wenige siltige, feinsandige Tonsteinlagen einschalten. Auffällig sind zahlreiche grobporige, teils löcherige, möglicherweise Fe-/Mn-haltige Abschnitte. Zum unterlagernden Unteren Buntsandstein erfolgt die Abgrenzung durch einen etwa 40 cm mächtigen, stark Tonsteinklasten führenden Basissandstein. Die bei Kartierungen (SCHWARZMEIER 1984, 2014 a bis b) stets zu beobachtenden mm-großen Quarzgerölle wurden in der Bohrung nur sehr selten angetroffen.

2.1.2 Unterer Buntsandstein

Der Untere Buntsandstein wurde komplett durchörtert. Er besteht aus einer Abfolge von rotbraunen, grau gestreiften Sandsteinen, in die sich geringmächtige siltige Tonsteinlagen einschalten. Mit einer Mächtigkeit von 231 m übertrifft er die bisher in der Region kartierte Mächtigkeit von 190 bis 210 m deutlich. Die Hauptsumme dieser unerwartet hohen Mächtigkeitszunahme wird dem Heigenbrücken-Sandstein zugerechnet. Die Sedimente des Unteren Buntsandsteins wurden in verflochtenen Flusssystemen (Braided-River-Systemen) abgelagert (BACKHAUS & BÄHR 1987, GEYER 2002, FREUDENBERGER et al. 2013).

Bernburg-Formation

Die ehemals „Salmünster-Folge“ genannte Formation misst in der Bohrung 48,55 m. Nach klassischer Definition ist die Abfolge durch 9 bis 10 Kleinzyklen im GR-Log zu untergliedern. Eine Anwendung auf das GR-Log der Bohrung erscheint hier jedoch spekulativ (vergleiche FRIEDLEIN 2016). Die Liegendgrenze des Basissandstein ist im GR-Log über einem markanten positiven Strahlungspeak markiert, welcher auch im Bohrkern einen Tonsteinhorizont repräsentiert.

Tonlagensandstein (ehemals „Miltenerger Wechselfolge“)

Der 32,75 m mächtige, mittel- bis feinkörnige Sandstein beinhaltet untergeordnet Lagen von schwach grobkörnigem Sandstein. Charakteristisch ist der hohe Anteil von Tongallen. Namengebend sind gehäuft auftretende siltige bis feinsandige Tonsteinlagen. Auffällig sind einige grobporige, teils löcherige, Fe-/Mn-haltige Abschnitte. Die Abgrenzung zum hangenden Volpriehausen-Geröllsandstein des Mittleren Buntsandsteins erfolgt dort, wo die Tonsteineinschaltungen enden und die Sandkorngröße zunimmt.

Basissandstein (ehemals „Oberer Miltenerger Sandstein“)

Der 15,80 m mächtige, mittel- bis feinkörnige, selten lagenweise schwach grobkörnige Sandstein ist mittel- bis dickbankig. Er enthält deutlich weniger Tonsteinlagen als die hangende Abfolge. Die Abgrenzung zum Hangenden und Liegenden ist unscharf. Auffallend sind Schrägschichtungswinkel von 20° bis 30° an der Basis.

Calvörde-Formation

Die ehemals „Gelnhausen-Folge“ genannte Formation misst in der Bohrung 182,3 m. Im GR-Log wird die Basis über einen markanten Strahlungsrückgang von 180 API auf 120 API gelegt. Auch innerhalb der Formation wird bei nur sehr seltenen Abweichungen eine Strahlung von 120 API nicht überschritten. Die Abgrenzung zum Zechstein ist damit jedoch sehr deutlich. Analog zur Bernburg-Formation ist die Calvörde-Formation in 10 GR-Log-Kleinzyklen unterteilbar (vergleiche FRIEDLEIN 2016).

Dickbanksandstein (ehemals „Unterer Miltenerger Sandstein“)

Der 87,80 m mächtige, fein- bis mittelkörnige Sandstein ist dick- bis mittelbankig. Die Korngröße ist insgesamt etwas feiner als die des hangenden Basissandsteins. Charakteristisch ist die überwiegend dicke Bankung. Auffällig sind zudem zahlreiche grobporige, teils löcherige, Fe-/Mn-haltige Abschnitte.

Eckscher Geröllsandstein

Innerhalb der Schichtenfolge des Unteren Buntsandsteins ist der Ecksche Geröllsandstein am besten identifizierbar. Der fein- bis grobkörnige, schlecht sortierte Sandstein beinhaltet zahlreiche, bis zu 1 cm-große Quarzgerölle (Abb. I-2). Seine Mächtigkeit beträgt in der Bohrung 29,65 m. Er ist aufgrund seiner Geröllführung gut nach oben und unten abgrenzbar.



Abb. I-2: Kernstrecke 186 bis 190 m im Eckschen Geröllsandstein. Es wechseln bankige Abschnitte mit schräg geschichtetem Fein- bis Mittelsandstein, die durch siltige Tonsteinlagen getrennt werden. Innerhalb der rotbraunen Sandsteine sind deutlich vereinzelte Quarzgerölle eingeregelt.

Heigenbrücken-Sandstein

Der fein- bis mittelkörnige, schräggeschichtete, mittel- bis dünnbankige Sandstein ist mit 64,50 m relativ mächtig. Das überrascht, denn bisherigen Beschreibungen zufolge wurden im Spessart Mächtigkeiten von lediglich 30 bis 40 (50) m angetroffen. Die Abgrenzung zum liegenden Zechstein ist deutlich. Im Bohrkern ist ein rinnenförmiges Einschneiden in das Liegende erkennbar (Abb. I-3). Knapp oberhalb der Grenze zum Zechstein befindet sich ein braun und schwarz gepunkteter 10 cm messender Feinsandstein. Der stark Fe-/Mn-haltige Sandstein wurde bereits früher als Eisensandsteinbank am Top des Bröckelschiefers (z. B. WEINELT 1962) beschrieben (Abb. I-3), wird hier jedoch zum Unteren Buntsandstein gestellt. Mit dem Heigenbrücken-Sandstein ändert sich das Ablagerungsgeschehen vom Sabkha-Fazies geprägten höheren Zechstein zum fluviatil geprägten Buntsandstein.

2.2 Zechstein

Die Forschungsbohrung wurde – den Zechstein betreffend – in den Übergangsbereich zwischen der südöstlichen Randfazies der Spessart-Schwelle und der Beckenfazies der Fränkischen Senke (vergleiche KÄDING 1978, KOWALCZYK et al. 1978, KOWALCZYK & PRÜFERT 1978, FREUDENBERGER 1996 a: 61; GEYER 2002: 90, 2010; OKRUSCH et al. 2011: 61) abgeteuft. Das 108 m messende Zechsteinprofil erschließt eine Schichtenfolge, die die Verzahnung der Becken- und Schwellenfazies beinhaltet (Abb. I-4). Es wurden keine vollständigen Ablagerungszyklen (vereinfacht: Ton → Karbonat → Gips → Salz), sondern lediglich die basale Ton- und Karbonatfazies der Werra-Formation sowie evaporitische Residualsedimente angetroffen. Darüber folgt eine brakisch-limnisch bis pedogene Abfolge mit mehreren turbierten Schichtabschnitten. Das Fehlen von Salinarablagerungen im Bohrkern lässt auf eine Beckenrand-Lage des Bohrstandortes schließen.



Abb. I-3: Kernstrecke 275 bis 280 m mit der Grenze Buntsandstein/Zechstein bei 275,7 m. Der hangende Heigenbrücken-Sandstein überlagert diskordant mit fluviatilen Feinsandsteinen siltig-tonige Stillwasserablagerungen der Oberen Bröckelschiefer-Folge (Fulda-Formation).

Etwa die Hälfte der erschlossenen Zechstein-Schichtenfolge nimmt die Werra- und Zechsteindolomit-Formation ein. Darüber folgt eine siltige bis feinsandige Abfolge, die in Bayern bisher als Bröckelschiefer bezeichnet wurde und nach neuer Nomenklatur der Langenthal-Formation im Sinne von HUG & VERO (2008) zugeordnet wird. Die klassische Bröckelschiefer-Folge der Fulda-Formation ist davon nur durch das GR-Log abzugrenzen. Deutlich wird jedoch, dass die Sedimente der Beckenfazies von der Staßfurt- bis Friesland-Formation in geringmächtiger, nichtmariner Sabkha-Fazies vorliegen und nur im GR-Log mit der Beckenfazies korreliert werden kann (vergleiche FRIEDLEIN 2016).

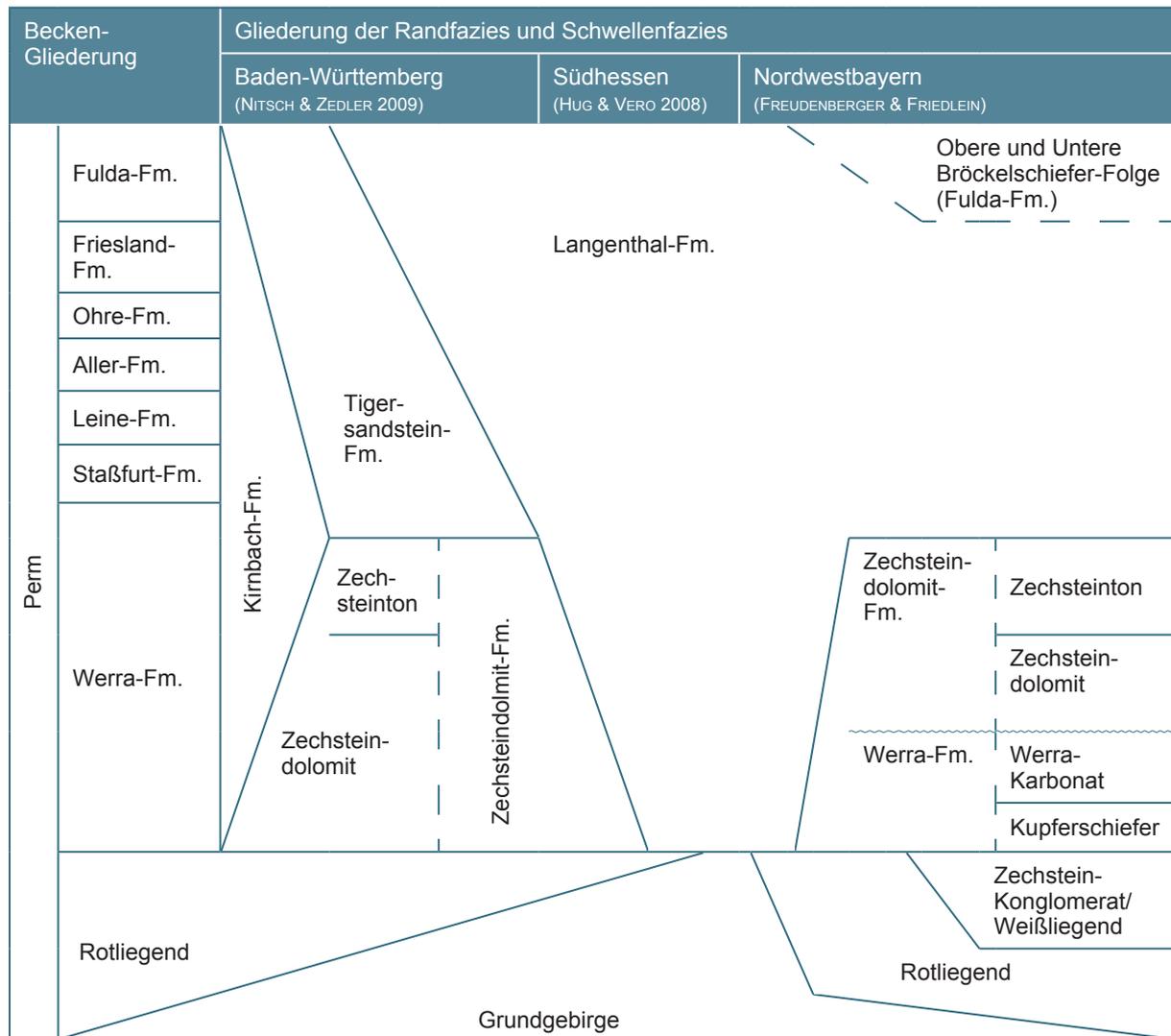


Abb. I-4: Vereinfachte Gliederung des Zechsteins in Nord-Baden-Württemberg, Süd-Hessen und Nordwest-Bayern.

Fulda-Formation (z7)

In Bayern galt die Bröckelschiefer-Folge im Sinne von WEINELT (1962) als traditionelle lithostratigraphische Basis des Buntsandsteins. Der Subkommission Perm-Trias (2011) folgend rechnet man diese stratigraphische Einheit heute als Fulda-Formation zum Zechstein.

Die zur Fulda-Formation gestellte Kernstrecke zeichnet sich im GR-Log durch Strahlungswerte von 150 bis 210 API aus. Lediglich ein Sandsteinhorizont unter den am Top typischen Bröckelschiefern und eine Sand-/Siltstein-Wechselagerung an der Basis der Formation sind durch Strahlungswerte unter 130 API markant und werden auch im Bohrkern als Abgrenzungskriterien genutzt. Kartistisch ist die Abtrennung der Fulda-Formation von der Langenthal-Formation in Übertageaufschlüssen jedoch nur selten möglich.

Die 14,80 m mächtige Abfolge aus tonigem Feinsandstein und tonigem, teils feinsandigem Siltstein unterscheidet sich deutlich vom hangenden Unteren Buntsandstein. Die typische horizontal feinschichtige Stillwasserfazies der Oberen Bröckelschiefer-Folge mit einer Wechsellaagerung aus Ton-, Silt- und Feinsandstein ist in den obersten 5,60 m deutlich (Abb. I-5). Auffallend sind in diesem Schichtenabschnitt vertikale Entwässerungsstrukturen, die die Feinschichtung durchbrechen. Nach neuer Nomenklatur entspricht dieser Schichtenabschnitt der Oberen Fulda-Subformation. Mit scharfer Grenze unterlagern rotbraune, abschnittsweise feinschichtige, teils homogene (ohne erkennbare Schichtung) Silt- und Tonsteine, welche schwach karbonatisch gebunden sind. Diese beinhalten zudem karbonatische Einschlüsse, welche lokal die sekundäre Verdrängung von Sulfat anzeigen könnten (Abb. I-5). Aufgrund seiner lithologischen Beschaffenheit wird dieser 9,2 m mächtige Schichtenabschnitt der Unteren Fulda-Subformation zugeordnet.

Die Grenze zu den liegenden Schichten der Langenthal-Formation wurde dort gezogen, wo eine feinschichtige Wechselfolge aus Feinsand-, Silt- und Tonstein mit grünlich grauer Basis unscharf schwach karbonatisch gebundene, entschichtete, rotbraune Siltsteine der Langenthal-Formation überlagert.



Abb. I-5: Kernstrecke 280 bis 285 m mit der Oberen Bröckelschiefer-Folge, die an der Basis aus einer Wechselfolge von Sand-, Silt- und Tonstein besteht. Bei 281,3 m unterlagert die feinstschichtige bis massive Untere Bröckelschiefer-Folge mit Evaporitpünktchen und Karbonateinlagerungen.

Langenthal-Formation

(Randfazies der höheren Werra/Staßfurt- bis Friesland/Fulda-Formation)

Die Abgrenzung zu den hangenden und liegenden Schichten ist durch die markanten Sedimentationswechsel deutlich. Innerhalb des Schichtenpaketes sind mehrere Fining-upward-Zyklen identifizierbar, die sich auch im GR-Log durch allmähliche Zunahme der Strahlung von 80 bis 220 API abzeichnen. Eine magnetostratigraphische und feinstratigraphische Untersuchung könnte hier in Verbindung mit GR-Log-Vergleichen aus benachbarten Bohrungen eine Feingliederung und überregionale Korrelation mit der Beckenfazies ermöglichen. Die Abgrenzung der Formation ist im Liegenden durch einen Strahlungssprung von etwa 120 API auf 170 API deutlich.

Die 45,60 m mächtige Langenthal-Formation wird durch eine Wechselfolge von, teils karbonatischen Feinsandsteinen und feinsandigen Siltsteinen gebildet. Analog zur Bohrung Langenthal BK2/05 (HUG & VERO 2008) und dem Vorschlag von N. Hug-Diegel, kann auch hier ein oberer, mittlerer und unterer Bereich abgegrenzt werden, wobei hier aufgrund der höheren Mächtigkeit der einzelnen Abschnitte der Vergleich mit der Beckenfazies vielversprechend sein könnte (vergleiche FRIEDLEIN 2016).

Der obere 8,7 m mächtige Bereich ist wenig bioturbiert und beinhaltet Lagen mit Trockenrissen. Die zyklische Abfolge besteht im unteren Teil vorwiegend aus planar feinschichtigen, tonigen Feinsand- bis Siltsteinen mit Entwässerungsstrukturen und Abschnitten mit Trockenrissen. Nach oben folgt mit scharfer Grenze ein pedogener, stark karbonatisch gebundener Horizont (Abb. I-6). Darüber, in den obersten Metern unter der Fulda-Formation, ist die Schichtung weitgehend aufgelöst oder massig. Eingelagert sind dort Karbonatpünktchen und Evaporitknollen.



Abb. I-6: Kernstrecke 296 bis 300 m. Der obere Abschnitt der Langenthal-Fm. besteht basal aus einer Wechselagerung von Sand- bis Tonsteinen, in der Paläoböden mit Wurzelhorizonten (296,9 m) und Trockenrisse (298,2 m) vorkommen. Die Grenze zum mittleren Abschnitt der Langenthal-Fm. beginnt abrupt unter 299,3 m mit stark turbirten feinsandigen Siltsteinen.

Im mittleren stark turbierten etwa 29 m mächtigen Bereich wechseln Abschnitte mit flaseriger bis plattiger Feinschichtung und Kleinrippelschichtung. Auch hier treten Entwässerungsstrukturen auf. Durch Bioturbation und pedogene Bildungen ist diese Schichtung jedoch häufig verwischt oder auch völlig aufgelöst (Abb. I-7). Auffällig ist etwa mittig ein 30 cm mächtiger, grau reduzierter Ton-Siltsteinhorizont mit eben planarer Feinschichtung, der palynologisch noch untersucht werden soll (Abb. I-7).



Abb. I-7: Kernstrecke 300 bis 305 m. Mittlerer Abschnitt der Langenthal-Formation mit wechselnden Bereichen mit starker Turbation und weniger turbierten Schichten. Auffällig sind zwei graue, feinschichtige, siltige Tonsteinhorizonte bei 302 m und 303,7 bis 304,0 m.

Der untere Bereich ist 6,9 m mächtig. Er ist – wie der obere Bereich – nur wenig bioturbiert, jedoch in ein energetisch etwas stärker beeinflusstes Milieu zu stellen. Auch hier sind Entwässerungsstrukturen verbreitet. Deutlicher wie der mittlere Bereich ist dieser durch mehrere fining upward-Zyklen mit feinsandiger Kleinrippelschichtung an der Basis und Silt-Tonstein am Top gliederbar (Abb. I-8). Auch hier treten abschnittsweise Entwässerungsstrukturen auf. Lediglich der Basissandstein dieses Bereichs mit Rippelschichtung ist durch einen bioturbaten Horizont zweigeteilt.



Abb. I-8: Kernstrecke 325 bis 330 m. Der Basisbereich des mittleren Abschnittes der Langenthal-Fm. wird bei 329,1 m durch vermutlich haloturbierte, karbonatische, feinsandige Siltsteine gebildet, welche unscharf feinschichtige bis massige Tonsteine des unteren Abschnittes überlagern. Bei 326,15 bis 326,45 m sind hellgraue Feinsandsteine flaser- bis rippelgeschichtet und beinhalten eine Zwischenlage aus Siltstein mit Tonsteinklasten. Bei 325,1 bis 325,35 m ist ein Bereich mit Schrägschichtung gut abzugrenzen.

Werra-Formation (z1)

Mit insgesamt 47,40 m wurde die hier Salinar-freie Werra-Formation relativ mächtig angetroffen. Sie lässt sich in einen 11,50 m messenden Werra-Subzyklus 2 (Zechsteindolomit-Formation), einen 35,35 m messenden Werra-Subzyklus 1 (Zechsteinkalk) und den basalen, 0,55 m mächtigen Kupferschiefer gliedern. Die drei Sedimentationseinheiten sind im GR-Log deutlich voneinander abzugrenzen. Der Werra-Subzyklus 2 fällt dabei durch die niedrigsten Strahlungswerte mit unter 55 API auf, die durch markante Sprünge bis auf 180 API ansteigen können. Somit ist die Wechsellagerung von teils dolomitischem Kalkstein bis Tonmergelstein auch im GR-Log deutlich belegt. Innerhalb vom Werra-Subzyklus 1 sind die erhöhten Karbonatgehalte der Wechsellagerung noch von 347 m bis 357 m durch Werte von weniger als 120 API markant. Darunter dominieren Werte mit wenigen nur unwesentlichen Schwankungen um 150 API. Lediglich an der Basis des Werra-Subzyklus 1, unterhalb von 377 m, steigt die Strahlung erneut an. Eine positive Strahlungsanomalie von 360 API bei etwa 382 m ist im Kernmaterial nicht dokumentiert, wodurch nicht eindeutig geklärt werden kann, ob die Fazies des Kupferschiefers nicht bereits dort einsetzt. Dessen Basis ist jedoch durch den sprunghaften Strahlungsanstieg von 105 API am Top des Zechsteinkonglomerats auf über 400 API an der Basis der Werra-Formation auch im GR-Log deutlich.



Abb. I-9: Kernstrecke 335 bis 350 m mit der Hangend- und Liegendgrenze des Werra-Subzyklus 2 (336,1 bis 347,6 m)

Werra-Subzyklus 2 (Zechsteindolomit-Formation)

Der hier 11,50 m mächtige Werra-Subzyklus 2 wurde bis in die 1980er Jahre kartistisch der Leine-Folge zugeordnet. Nach MÖLLER (1985) und PAUL (1985) erreichte das marine Sedimentationsgebiet der Leine-Formation jedoch nicht mehr das Gebiet des heutigen südlichen Spessarts. Der Abschnitt aus einer Abfolge von grauen dolomitischen Kalk-, Kalkmergel-, Tonmergel- und dunkelrotbraunen bis grauen Tonsteinen ist deutlich von den Hangend- und Liegendsschichten abzugrenzen. Nach klassischer Gliederung wird am Top des Werra-Subzyklus 2 ein hier 2,70 m mächtiger, vorwiegend pelitischer Abschnitt als Zechsteinton abgegrenzt.

Faziell beinhaltet der Werra-Subzyklus 2 mit geringmächtigen Wechsellagen flachmarinen bis lakustrischen Ursprunges ein abwechslungsreiches Schichtenpaket, welches einer anderswo genaueren Beschreibung bedarf. Der Wechsel von Oospariten und rotbraunen Siltsteinen deutet auf einen extrem niedrigen Wasserspiegel hin, der auch zur zeitweiligen Verlandung führen konnte. Innerhalb dieses Abschnittes liegt somit ein Regressionshorizont, der nach PAUL (2014) beckenweit korrelierbar ist. Ein etwa 1,50 m mächtiger Abschnitt mit feinschichtigen Anhydritbestegen und einem Residualsediment bei Teufe 342,10 bis 342,40 m könnte einen Rest des abgelaugten Werrasulfats darstellen (Abb. I-9)

Werra-Subzyklus 1 (Zechsteinkalk)

Den 35,35 m messenden unteren Zyklus baut eine monotone Wechselfolge aus Kalkmergel- und Tonmergelstein auf (Abb. I-10). Innerhalb des Schichtenpaketes nehmen die Karbonat-reicheren Lagen nach oben hin zu. In der welligen, teils feinschichtigen Abfolge sind mehrere dünne Schilllagen eingeregelt. Vorwiegend im unteren Drittel sind cone in cone-Strukturen (Tutenmergel) auffällig (mdl. Mitt. Prof. J. PAUL). Zudem treten auch hier, wie im nordwestlichen Spessart, rotbraune oxidierte Bereiche innerhalb der Mergelsedimentation auf.



Abb. I-10: Kernstrecke 375 bis 380 m mit braunroten oxidierten Mergelsteinen unten und grauen Mergelsteinen oben. Eingelagert sind knollig, wolkig, schichtig oder diffus hellgraue Kalk- bis Kalkmergelsteine, an deren Umrandung cone in cone-Strukturen (Tutenmergel) auftreten.

Kupferschiefer

Die Zechsteinbasis wird durch einen 0,55 m messenden, dunkel- bis schwarzgrauen, feinstschichtigen Mergelton- bis Tonstein gebildet. Schichtparallel angereichert führt dieser insbesondere in den untersten 15 cm Schillagen von Doppelklappern. Die Ermittlung von organischen Bestandteilen und Metallgehalten, die im Topbereich unmittelbar unter der Hangendgrenze zum Zechsteinkalk zu vermuten sind, steht noch aus. Die Abgrenzung der Einheit zum Hangenden erfolgt durch die abrupte Zunahme des Karbonatgehaltes. Auch die Abgrenzung zum Liegenden ist durch eine basale Rippellage mit Fossilführung, Farbwechsel und Korngrößenwechsel deutlich (Abb. I-11).



Abb. I-11: Kernstrecke 380 bis 385 m. Feinstschichtige dunkelgraue, schwach karbonatische Tonsteine des Kupferschiefers bilden von 382,95 bis 383,50 m die Basis des Zechsteins. Der Abschnitt darunter bis 384,2 m wird durch Sandsteine gebildet, die sich durch erhöhten Karbonatgehalt, geringere Korngrößen und Graufärbung von den unterlagernden Oberrotliegend-Fanglomeraten absetzen.

2.3 Rotliegend

Das im Vorspessart über dem Grundgebirge oder geringmächtigem Rotliegend vorkommende Zechstein-Konglomerat (unter anderen WEINELT 1962) wurde in der Bohrung nur in geringer Mächtigkeit angetroffen. Innerhalb der Oberrotliegend-Ablagerungen ist eine Feingliederung durch das GR-Log hier nicht praktikabel.

Zechstein-Konglomerat

Das Top des Rotliegend wird von 0,70 m mächtigen hellgrauen Arkose-Sandsteinen gebildet (Abb. I-10). Die ungleichkörnigen schlecht sortierten Sandsteine weisen Korngrößen von Feinsand bis Feinkies auf. Der Karbonatgehalt ist deutlich. Die angerundeten bis gerundeten Feldspatklasen deuten trotz geringer Transportweite auf eine, im Vergleich zum Hangenden und Liegenden, erhöhte Umlagerungsenergie hin. Ob es sich hier um marin aufgearbeitete Oberrotliegendensedimente handelt oder fluviatiler Transport vorliegt, ist noch nicht abschließend geklärt. Der hier primär zum Weißliegend gestellte Abschnitt wird nach mündlicher Mitteilung von Prof. G. KOWALCZYK zum Zechstein-Konglomerat gestellt.

Oberrotliegend

Der mit 11,55 m erbohrte Arkose-Sandstein ist fein- bis grobkörnig, kiesig, mit eckigen, bis 2 cm großen Einsprenglingen und Einschlüssen aus Feldspat (Plagioklas und Kalifeldspat). Das brecciöse, teils fanglomeratische Sedimentgestein mit „porphyrischem“ Aussehen ist dunkelrotbraun, teils grüngrau (Abb. I-11). Die Arkose entstand vermutlich aus Schlammströmen oder Schichtfluten in stark reliefierter Landschaft nach Starkregen, wenn Schlamm- und Wassermassen lawinenartig anschwellen und ihre Fracht rasch und unsortiert als Fanglomerat ablagern. Sie ähnelt der Erzhäuser Arkose in Ostbayern, die auch als Pingarter „Porphyr“ bekannt wurde (mdl. Mitt. Dr. E. LINHARDT 2014). Die wenig bis ungerundeten Feldspatleisen deuten auf einen geringen Transportweg hin. Auffällig ist das Fehlen von Quarzgeröllen (mdl. Mitt. Prof. G. KOWALCZYK).

3 Bohrkernbeschreibung

Bohrprofil (2014): FB Neuenbuch 1

Blatt 6122 Bischbrunn

Lage: R 35 28 962,2; H 55 18 618,3

Ansatzhöhe: 318,40 m ü. NN (Einmessung)

Bohrfirma: Keller & Hahn, Insingen

Geologisches Profil (W. FREUDENBERGER & V. FRIEDLEIN):

Quartär

- 0,20 m Bodenbildung
- 1,90 m Lößlehm, braun

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Volpriehausen-Wechselfolge (smVW)

- 5,50 m Sandstein, mittel- bis feinkörnig; einzelne, wenige cm-dicke Lagen schwach grobkörnig; tonig gebunden, mäßig hart bis hart; rotbraun, sekundär grau gebleicht bei 2,50–3,80 m; bröckelig zerbohrt (Sand, Kies)
- 24,00 m Sandstein, mittelkörnig bis feinkörnig; einzelne wenige cm-dicke Lagen schwach grobkörnig; tonig gebunden, mäßig hart bis hart; rotbraun, selten grau gestreift, schräggeschichtet, dünnbankig; Tonstein, siltig, teils feinsandig, rotbraun bei 4,70–4,90 m; 8,50–8,60 m; 9,40–9,50 m; 9,90–10,20 m; 11,10–11,50 m; 13,0–13,50 m; 15,0–15,10 m; 16,90–17,00 m; 19,80–19,90 m; 20,20–20,30 m; steile Kluft, Fe-/Mn-belegt bei 6,10–6,50 m

Volpriehausen-Geröllsandstein (smVS)

- 44,85 m Sandstein, mittel- bis grob-, lagenweise feinkörnig; tonig gebunden, mäßig hart bis hart; rotbraun, grau gestreift, schräggeschichtet, mittel- bis dünnbankig; grobporig, teils löcherig, Fe-/Mn-haltig, besonders bei 24,10–24,40 m; 26,00–27,10 m; 27,5–28,10 m; 34,20–34,30 m; 35,10–35,60 m; 36,10–36,20 m; 37,00–37,70 m; 44,50–44,80 m; Tonstein, siltig, teils feinsandig, rotbraun bei 23,60–24,00 m; 27,10–27,30 m; 33,90–34,00 m; 36,40–37,00 m; 39,60–39,70 m; 44,00–44,05 m

Unterer Buntsandstein (su)

Tonlagensandstein (suBT)

- 77,60 m Sandstein, mittel- bis fein-, gelegentlich lagenweise schwach grobkörnig; tonig gebunden, hart bis mäßig hart; rotbraun, grau gestreift, schräggeschichtet, mittel- bis dickbankig; viele Tongallen; porig, Fe-/Mn-haltig, besonders bei 48,90–50,10 m; 54,80–55,10 m; 58,80–59,30 m; 63,00–63,70 m; Tonstein, siltig, teils feinsandig, rotbraun bei 46,90–46,95 m; 47,10–47,20 m; 55,10–55,30 m; 56,90–57,00 m; 57,10–57,15 m; 67,20–67,30 m; 67,60–67,70 m; 70,70–70,80 m; 71,00–71,30 m; 75,30–75,60 m; 77,00–77,60 m

Basissandstein (suBB)

- 93,40 m Sandstein, mittel- bis fein-, selten lagenweise schwach grobkörnig; tonig gebunden, hart; rotbraun, grau gestreift, schräggeschichtet, mittel- bis dickbankig; viele Tongallen; teils porig, Fe-/Mn-haltig; Tonstein, siltig, teils feinsandig, rotbraun bei 79,60–79,70 m; 86,10–86,20 m; 87,70–87,80 m; 87,90–88,10 m;

Dickbanksandstein (suCD)

- 181,20 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig; tonig gebunden, hart; rotbraun, grau gestreift, schräggeschichtet, dick- bis mittelbankig; grobporig, Fe-/Mn-haltig bei 99,30–110,20 m; 103,30–103,90 m; 110,90–111,20 m; 116,00–116,40 m; 116,90–117,20 m; 117,50–117,90 m; 123,00–123,50 m; 126,70–126,80 m; 129,20–130,20 m; 145,70–146,00 m; 147,10–148,10 m; 156,00–156,80 m; 159,00–160,30 m; 162,30–162,70 m; 166,90–168,20 m; 173,40–173,60 m; 174,90–176,60 m; 180,80–181,10 m; vereinzelt Tongallen; Tonstein, siltig, teils feinsandig, rotbraun bei 93,50–93,70 m; 97,90–98,00 m; 105,80–105,90 m; 111,30–111,35 m; 124,10–124,30 m; 126,90–127,10 m; 127,90–129,20 m; 136,05–136,70 m; 138,40–138,50 m; 143,10–143,20 m; 156,30–156,40 m; 172,20–172,30 m

Eckscher Geröllsandstein (suCE)

- 210 ,85 m Sandstein, fein- bis grobkörnig; schlecht sortiert, zahlreiche gerundete bis gut gerundete Qz-Gerölle (bis 2 cm lang), tonig gebunden, hart; rotbraun, grau gestreift, schräggeschichtet, mittel- bis dünnbankig; grobporig, Fe-/Mn-haltig, besonders bei 185,50–185,60 m; 192,50–193,40 m; 204,50–204,70 m; 209,30–210,60 m; Tongallen; Tonstein, siltig, teils feinsandig, rotbraun bei 187,80–188,00 m

Heigenbrücken-Sandstein (suCH)

- 275,40 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, tonig gebunden, hart; rotbraun, grau gestreift, rosa, schräggeschichtet, mittel- bis dünnbankig; grobporig, Fe-/Mn-haltig, bei 222,60–222,80 m; 225,50–225,70 m; 227,30–227,80 m; einzelne Tongallen; Tonstein, siltig, teils feinsandig, rotbraun bei 210,90–211,00 m; 211,10–211,20 m; 220,20–220,30 m; 221,40–221,45 m; 223,90–223,95 m; 236,80–236,90 m; 246,30–246,40 m
- 275,50 m Sandstein, feinkörnig, tonig gebunden, hart, braun, schwarz gesprenkelt, stark Fe-/Mn-haltig („Eisensandsteinbank“-Äquivalent)
- 275,70 m Sandstein, feinkörnig, schwach verkieselt, grau, mit kleinen Tonsteinklasten, rotbraun (Erosionsdiskordanz)

Zechstein (z)

Fulda-Formation (z7) „Bröckelschiefer“

- 277,70 m Sandstein, feinkörnig, tonig gebunden, hart; feinschichtig, teils flaserig, ebenschichtig, rotbraun, grau gestreift; wechsellagernd mit Siltstein, rotbraun
- 279,70 m Siltstein, feinsandig, tonig gebunden, mäßig hart, rotbraun, homogen, ohne Schichtung, mittel- bis dünnbankig, mit grauen Karbonatpünktchen
- 281,30 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, tonig gebunden, hart, rotbraun, mit grau gestreiften Karbonatsandlagen
- 286,00 m Siltstein, feinsandig, tonig gebunden, mäßig hart, rotbraun, homogen, ohne Schichtung, kleine karbonatisch gefüllte Hohlräume und Karbonatsandlagen
- 289,30 m Tonstein, siltig, rotbraun, schwach karbonatisch auf den Schichtfugen, mit brecciösem Horizont bei 286,10 m
- 290,50 m Tonstein, siltig, feinsandig, rotbraun, schwach karbonatisch, mit Sandstein, fein- bis mittelkörnig, karbonatisch gebunden, grünlich grau

Langenthal-Formation (Randfazies der Staßfurt- bis Friesland-Formation z1/2–z6)

- 293,10 m Siltstein, lagenweise feinsandig, tonig bis schwach karbonatisch gebunden, mäßig hart, rotbraun, mit Karbonateinschlüssen bei 292,70–293,10 m; Tonstein, siltig, rotbraun, weich, mit brecciösen Bereichen und Siltsteinlagen, deformiert, grüngrau
- 297,35 m Siltstein, schwach karbonatisch, rotbraun, grüngrau, teilweise brecciös
- 299,30 m Siltstein, schwach karbonatisch, rotbraun, wechsellagernd mit Sandstein, karbonatisch, feinkörnig, grau, ebenschichtig mit Siltsteinklasten, rotbraun
- 317,20 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig gebunden; mit Siltsteinlagen, feinsandig, tonig gebunden, rotbraun, dunkelgrau bei 303,70–304,00 m; teils ebenschichtig, teils flaserig, Schichtung durch Turbation teilweise aufgelöst; karbonatische Einschlüsse bei 306,20–307,80 m; häufig mit Karbonatpünktchen, grau
- 326,40 m Feinsand- bis Siltstein, tonig gebunden, rotbraun, grau, vorwiegend eben feinschichtig bis flaserschichtig, lokal turbiert, Karbonatlage bei 326,10 m
- 330,20 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig gebunden, turbiert, hart; mit Siltsteinlagen, feinsandig, tonig gebunden, rotbraun, teils grau; ebenschichtig bis flaserig, mittelbankig
- 336,10 m Siltstein, lagenweise feinsandig, tonig gebunden, rotbraun, eben feinschichtig bis flaserschichtig, untergeordnet bioturbirt, grau (Rippelschichtung) bei 335,80–336,10 m

Zechsteindolomit-Formation (zD) Zyklus 2

„Zechsteinton“

- 338,15 m Siltstein, lagenweise feinsandig, tonig gebunden, braun, grau, eben feinschichtig bis flaserschichtig
- 338,30 m Mergelsteinknolle, graubraun
- 338,80 m Tonstein, siltig, mergelig, braun, grau, ebenschichtig

„Zechsteindolomit“

- 339,20 m Kalkmergelstein, bankig, grau
- 340,60 m Tonmergelstein, inhomogen, ohne Schichtung, braun, grau, Mollusken in Schalenerhaltung
- 341,60 m Tonstein, dunkelgrau, teils mergelig, mit Kalksteinlagen bei 340,70–340,72 m; 341,20–341,25 m
- 341,80 m Kalkstein, grau; mit Tonsteinlagen, dunkelrotbraun bei 341,45–341,50 m; 341,60–341,65 m
- 342,10 m Tonstein, siltig, olivgrau, basal dunkelrotbraun
- 342,40 m Tonmergelstein, inhomogen, ohne Schichtung, braungrau (?Residualsediment)
- 343,00 m Kalkmergel- bis Mergelkalkstein, grau, mit Peloiden/Ooiden; mit Tonsteinlagen, dunkelrotbraun bei 342,60–342,65 m; 342,70–342,90 m
- 343,70 m Tonstein, siltig, karbonatisch, dunkelrotbraun; mit Mergelkalksteinlage, grau, mit Peloiden/Ooiden bei 343,30–343,40 m
- 345,20 m Kalkstein, grau, ebenschichtig, mit Peloiden/Ooiden; sowie *Horridonia* sp. nach Mitteilung G. GEYER; mit Horizontalstylolithen
- 345,80 m Tonstein, siltig, karbonatisch, ebenschichtig, dunkelrotbraun
- 346,70 m Kalkstein, grau, mit Peloiden/Ooiden; mit Tonsteinlagen, karbonatisch, dunkelrotbraun, olivgrau bei 345,90–346,10 m; 346,30–346,40 m
- 347,30 m Tonstein, karbonatisch, siltig, feinschichtig, dunkelrotbraun, olivgrau
- 347,60 m Kalkstein, grau, mit Peloiden/Ooiden

Werra-Formation (z1)

Zyklus 1 (Zechsteinkarbonat)

- 357,00 m Kalkmergelstein, im Wechsel mit Tonmergelstein und Kalkstein, grau, dunkelgrau wellig bis unterbrochen wellig wechsellagernd; mit Schilllagen
- 361,00 m Tonmergelstein, dunkelgrau; mit dünnen Kalkmergelsteinlagen, grau, eben feinschichtig, mit Schilllagen
- 362,00 m Kalkmergelstein, grau; im Wechsel mit Tonmergelstein dunkelgrau, grau, wellig bis unterbrochen wellig wechsellagernd; mit Schilllagen
- 372,10 m Tonmergelstein, dunkelgrau, feinschichtig; mit einzelnen dünnen Kalkmergelsteinlagen, grau, mit Schilllagen und Basiskarbonat bei 372,00–372,10 m (z. B. bei 365,60 m Tutenmergelknolle)
- 382,95 m Tonmergelstein, dunkelgrau, dunkelrotbraun bei 376,00–380,00 m; mit 1–3 cm dicken Kalkmergelsteineinschlüssen und Tutenmergelknollen

Kupferschiefer

- 383,40 m Mergeltonstein, feinstschichtig, dunkelgrau, schwarzgrau, mit Schilllagen
- 383,50 m Kalksandstein, grau und Mergelstein, dunkelgrau, wechsellagernd mit welliger Schichtung, Basis Schill führend

Rotliegend (r)

Zechstein-Konglomerat

- 384,20 m Arkose-Sandstein, grau (gebleicht?), schlecht sortiert, mit Kalifeldspat und Plagioklas, schwach gerundet in fein- bis mittelsandiger Matrix

Oberrotliegend (ro)

- 395,70 m Arkose-Sandstein, fein- bis grobkörnig, kiesig, mit eckigen, bis 2 cm großen Einsprenglingen und Einschlüssen aus Feldspat (weiß), brecciös, teils fanglomeratisch, „porphyrisches“ Aussehen, Grundmasse dunkelrotbraun teils grüngrau

4 Hydrogeologie, Ergebnisse der Bohrlochmessungen

Die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 liegt im hydrogeologischen Teilraum „Spessart, Rhönvorland und Buntsandstein des Odenwalds“ und erschließt die hydrogeologischen Einheiten des Mittleren und Unteren Buntsandsteins, Zechsteins und Rotliegend.

Die Abfolgen des Mittleren und Unteren Buntsandsteins bilden nach den Erläuterungen zur Hydrogeologischen Karte von Bayern 1 : 500 000 (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009) einen zusammenhängenden überregional bedeutenden Kluft-(Poren)-Grundwasserleiter. Die lithologische Ausprägung der Gesteine mit mittel- und feinkörnigen Sandsteinen und untergeordnet gering mächtigen Tonsteinlagen lässt eine Grundwasserführung entlang von tektonischen Klüften und Schichtflächen sowie geringfügig im Porenraum zu. Die Gebirgsdurchlässigkeit und Ergiebigkeit ist gering bis mäßig, in Auflockerungszonen mittel.

Der unterlagernde Zechstein beginnt basal mit Kalkmergelsteinen, Tonmergelsteinen und Tonsteinen der Werra-Formation. Darüber stehen Ablagerungen der Staßfurt- bis Friesland Formation, bestehend aus Feinsandsteinen, Siltsteinen und feinkörnigen Sandsteinen, an. Das Top des Zechstein bilden die Siltsteine, Tonsteine und tonig gebundenen Sandsteine des Bröckelschiefers. Hydraulisch sind die Gesteinsabfolgen des Zechsteins als sehr gering Grundwasser leitend zu charakterisieren. An der Basis der Bohrung wurden 12 m Rotliegend, bestehend aus Arkose-Sandsteinen, erbohrt, die in dieser Bohrung hydraulisch nicht wirksam sind.

Der wesentliche erschlossene Grundwasserleiter in der FB Neuenbuch 1 ist der 231 m mächtige Untere Buntsandstein. In der Bohrung wurde bei circa 80 m unter Gelände Grundwasser angetroffen. Damit ist der Mittlere Buntsandstein grundwasserfrei. Nach weiterem Abteufen der Bohrung sackte der Grundwasserstand auf circa 95 m unter Gelände ab. Zu Beginn des geplanten Pumpversuches bei 219 m Bohrlochtiefe lag der Ruhewasserspiegel bei 95,63 m unter Gelände. Der Pumpversuch musste mangels Ergiebigkeit der Bohrung nach 2 Stunden abgebrochen werden. Im Verlauf des anschließenden Schockpumpens wurden circa 6 m³ Grundwasser in 14 Intervallen gefördert und der Wasserspiegel jeweils um 160 m bis zur Einbautiefe der Pumpe abgesenkt. Aus den vorliegenden Daten kann überschlägig ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von 5×10^{-8} m/s ermittelt werden. Die spezifische Ergiebigkeit ist mit 0,003 l/(s*m) sehr gering.

Im Vergleich zu den im Wasserwirtschaftlichen Rahmenplan Main (Bayerisches Geologisches Landesamt 1993) genannten Durchlässigkeitsbeiwerten k_f von 10^{-6} bis 10^{-9} m/s und den im Projekt „Informationsoffensive Oberflächennahe Geothermie“ im LfU aus 156 ausgewerteten Pumpversuchen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten k_f von $5,7 \times 10^{-2}$ bis $4,0 \times 10^{-9}$ m/s mit einem Median von $1,5 \times 10^{-5}$ m/s ist der Durchlässigkeitsbeiwert k_f des Unteren Buntsandsteins in der FB Neuenbuch 1 deutlich geringer. Dies ist mit dem Ansatzpunkt der Forschungsbohrung auf der Anhöhe bei Neuenbuch abseits von potentiell hydraulisch wirksamen tektonischen Lineamenten zu begründen. Erhöhte Gebirgsdurchlässigkeiten wurden überwiegend in Grundwasseraufschlüssen im Maintal und seinen Nebentälern beobachtet. Diese Bohrungen liegen im Bereich von tektonischen Schwächezonen.

Die hydrochemische Beschaffenheit des Grundwassers der Bohrung, entnommen aus dem Unteren Buntsandstein, weist typische Werte für diese hydrogeologische Einheit auf. Zum Vergleich wurden 54 Grundwasseranalysen aus Grundwasseraufschlüssen des Unteren Buntsandsteins im weiteren Umfeld der Bohrung herangezogen (Tab. I-4, Abb. I-12). Der pH-Wert ist mit 7,60 und die elektrische Leitfähigkeit mit 237 μ S/cm (bei 25°C) etwas erhöht. Die Gesamtmineralisation mit 192 mg/l sowie die meisten Anionen und Kationen liegen unterhalb der Medianwerte aus den 54 Grundwasseranalysen.

Tab. I-4: Hydrochemische Beschaffenheit des Grundwassers.

Parameter	Ergebnis der Grundwasseranalyse FB Neuenbuch 1	Medianwerte aus 54 Grundwasseranalysen des Unteren Buntsandsteins		Einheit
		Median	10%/90% Quantil	
Wassertemperatur	13,8	11,2	8,2/12,8	°C
pH-Wert	7,60	6,87	5,83/7,36	
Elektrische Leitfähigkeit	237	339	61,3/592	µS/cm
Gelöster Sauerstoff	6,8	7,8	5,9/11,0	mg/l
Gesamtmineralisation	192	283	44,4/481	mg/l
Gesamthärte	6,0	9,1	1,0/15,9	°dH
Calcium (Ca)	27	48	5,4/78	mg/l
Magnesium (Mg)	9,8	11	1,3/21	mg/l
Natrium (Na)	3,7	5,0	2,0/13	mg/l
Kalium (K)	3,1	2,2	1,6/3,7	mg/l
Hydrogenkarbonat (HCO ₃)	114	162	13,9/258	mg/l
Chlorid (Cl)	8,0	12	3,0/32	mg/l
Sulfat (SO ₄)	13	18	< 7/52	mg/l
Nitrat (NO ₃)	7,9	12	< 10/30	mg/l
Silizium	4,9	5,2	3,3/6,7	mg/l
Barium (Ba)	625	131	49,8/374	µg/l
Strontium (Sr)	61,9	150	33,4/609	µg/l

Nach der Klassifikation von FURTAK & LANGGUTH (1967) ist das Grundwasser aus der FB Neuenbuch 1 als normal erdalkalisches Wasser überwiegend hydrogenkarbonatisch einzustufen.

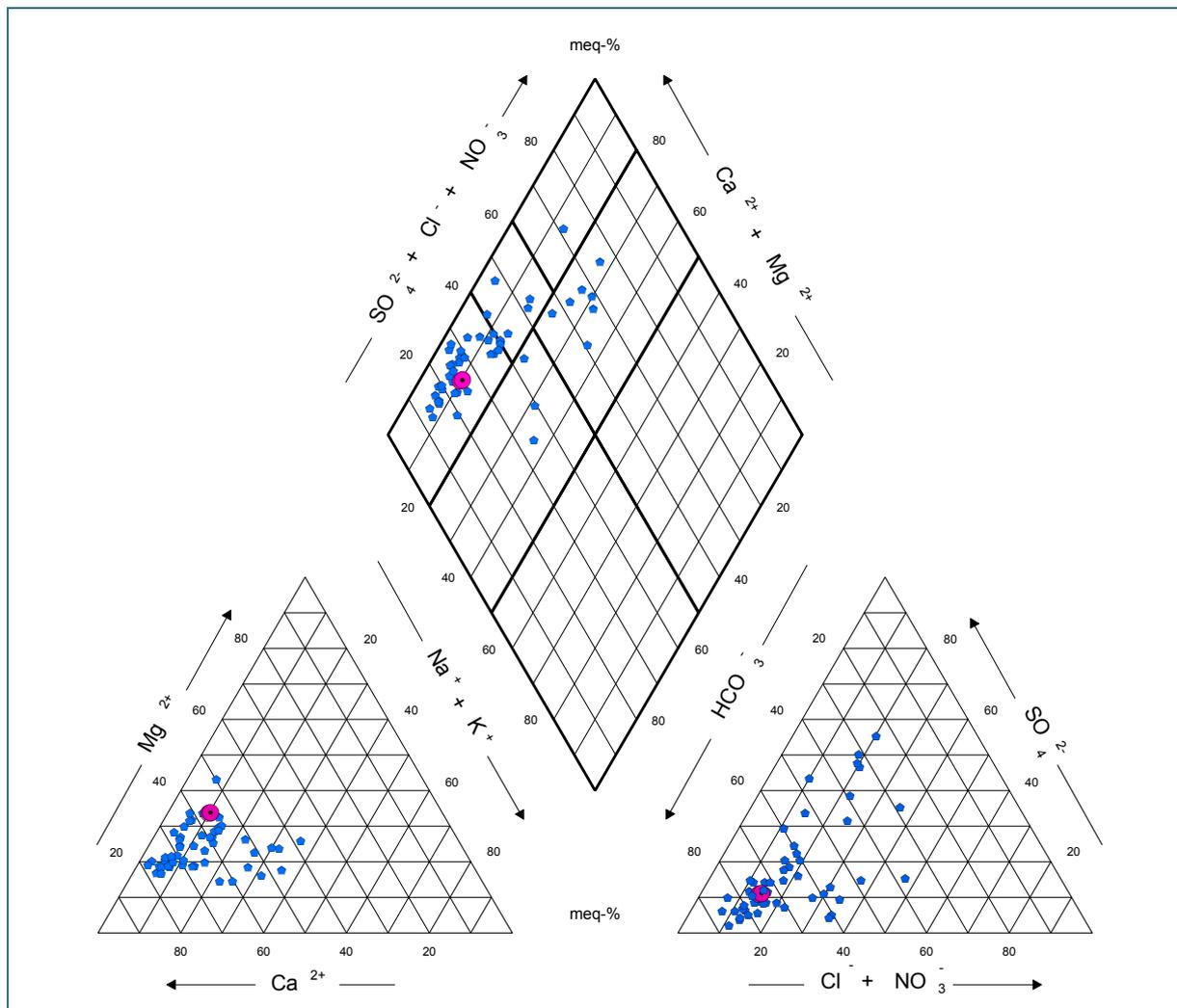


Abb. I-12: Chemische Zusammensetzung des Grundwassers aus dem Unteren Buntsandstein der FB Neuenbuch 1 im Piper-Diagramm mit der Klassifikation nach FURTAK & LANGGUTH (1967): normal erdalkalisches Wasser überwiegend hydrogencarbonatisch.

In dem 395,70 m tiefen Bohrloch wurden geophysikalische Untersuchungen durchgeführt. Auffällig ist ein steigender geothermischer Gradient. Im Intervall von 100 bis 200 m Tiefe liegt der geothermische Gradient bei 1,6 °C, von 200 bis 300 m bei 2,7 °C und zum Bohrlochtiefsten bei 3,5 °C. Die elektrische Leitfähigkeit steigt zur Tiefe von 215 auf 370 µS/cm. Der Anstieg ist auf eine Schichtung im Grundwasser und den Einfluss des Zechsteins zurückzuführen. Das Maximum im Salinitätslog fällt mit den Zechsteinkalken in der Bohrung zusammen. Vertikale Bohrlochströmungen wurden durch die Flowmetermessungen nicht festgestellt.

5 Dank

Dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz wird für die Möglichkeit der Finanzierung des Projektes, der Europäischen Union für die Kofinanzierung aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE-Programm Bayern) gedankt.

Dank gilt Frau WOLZ vom Bauamt Stadtprozelten für die vielseitige organisatorische Unterstützung sowie dem Zweckverband zur Wasserversorgung der Stadtprozeltenener Gruppe für die Zurverfügungstellung des Bohrplatzes.

Ferner wird den Teilnehmern der Kernbefahrung (insbesondere AG Buntsandstein und AG Zechstein) für die anregenden Diskussionen gedankt.

6 Literatur

- BACKHAUS, E. & BÄHR, R. (1987): Faziesmodelle für den Unteren Buntsandstein Südwestdeutschlands. – *Facies*, **17**: 1–18, Berlin (Springer).
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (1993): Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Main, Hydrogeologie. – 138 S., München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2009): Hydrogeologische Karte von Bayern 1 : 500 000 mit Erläuterungen. – 88 S., Augsburg.
- BOCK, H., FREUDENBERGER, W., LEPPER, J., SCHMITT, P. & WEBER, J. (2005): Der Buntsandstein in Main-Tauberfranken (Exkursion B am 31. März 2005). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F.* **87**: 65–96; Stuttgart.
- FREUDENBERGER, W. (1990): Geologische Karte 1 : 25 000 von Baden-Württemberg, Erläuterungen zu Blatt 6223 Wertheim. – 147 S., Stuttgart (L.-Verm.-Amt Baden-Württemberg).
- FREUDENBERGER, W. (1992): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 25 000, Blatt Nr. 6223 Wertheim. – Stuttgart (L.-Verm.-Amt Baden-Württemberg).
- FREUDENBERGER, W. (1996 a): Perm. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Geologische Karte von Bayern 1 : 500 000, Erläuterungen. – 4. Aufl.: 55–64, München.
- FREUDENBERGER, W. (1996 b): Trias. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000., 4. Aufl.: 64–89, München.
- FREUDENBERGER, W. & FRIEDLEIN, V. (2011): Die Forschungsbohrungen Windshausen 1 (2006) und Zeitlofs 1 (2008) – Ergebnisse und Bedeutung für die Gliederung des Buntsandsteins. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F.* **93**: 27–44, Stuttgart.
- FREUDENBERGER, W., FRITZER, T. & GEIGER, A. (1998): Der Mittlere und Obere Buntsandstein in Kernbohrungen bei Coburg. – *Geologica Bavarica*, **103**: 295–320, München.
- FREUDENBERGER, W., GEYER, G. & SCHRÖDER, B. (2013): Der Buntsandstein in Bayern (nordwestliches Franken, Bruchschollenland und Randfazies im Untergrund). – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: *Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein*. – *Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss.*, **69**: 547–582, Hannover (Schweizerbart).
- FRIEDLEIN, V. (2016): Kleinzyklengliederung und Formationsgrenzen der Forschungsbohrung Neuenbuch 1. – *Geologica Bavarica* **114**: 39–55, Augsburg.
- FURTAK, H. & LANGGUTH, H. R. (1967): Zur hydrogeochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen. – *Mem. IAH-Kongress, 1695*, **7**: 89–96, Hannover.
- GEYER, G. (2002): *Geologie von Unterfranken und angrenzenden Regionen*. – 588 S., Stuttgart (Klett-Perthes).

- GEYER, G. (2010): Perm (Rotliegendes, Zechstein und Bröckelschiefer). – In: LORENZ, J. (2010) [Hrsg.]: Spessartsteine. Spessartin, Spessartit und Buntsandstein – eine umfassende Geologie und Mineralogie des Spessarts. – Mitt. naturwiss. Mus. Aschaffenburg, **25** (Sonderbd.): 93–102, Aschaffenburg.
- HOFFMANN, U. (2005 a): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 5726 Bad Kissingen Nord und Blatt 5826 Bad Kissingen Süd., 64 S. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HOFFMANN, U. (2005 b): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 5726 Bad Kissingen Nord. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HOFFMANN, U. (2005 c): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 5826 Bad Kissingen Süd. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HUG, N. & VERO, G. (2008): Ein vollständiges Zechsteinprofil im südlichen Odenwald: die hydrogeologische Erkundungsbohrung Langenthal BK2/05. – Geol. Jb. Hessen, **135**: 25–46, Wiesbaden.
- KÄDING, K.-C. (1978): Die Grenzen Zechstein/Buntsandstein in Hessen, Nordbayern und Baden-Württemberg. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **60**: 233–252, Stuttgart.
- KOWALCZYK, G., MURAWSKI, H. & PRÜFERT, J. (1978): Die paläogeographische und strukturelle Entwicklung im Südtteil der Hessischen Senke und ihrer Randgebiete seit dem Perm. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **60**: 181–205, Stuttgart.
- KOWALCZYK, G. & PRÜFERT, J. (1978): Exkursion F in das Oberrotliegende und den Zechstein am Rand von Spessart und Vogelsberg am 1. April 1978. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **60**: 87–108, Stuttgart.
- LEPPER, J. (1970): Neue Ergebnisse lithostratigraphisch-fazieller Detailuntersuchungen im Grenzbereich Mittlerer/Oberer Buntsandstein zwischen Fulda und Neckar. Diss. Univ. Würzburg, 189 S., Würzburg (unveröff.).
- LEPPER, J., RAMBOW, D. & RÖHLING, H.-G. (2013): Lithostratigraphie des Buntsandstein in Deutschland. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 69–149, Hannover (Schweizerbart).
- MÖLLER, H. (1985): Petrographie und Fazies des Plattendolomits (Leine-Karbonat, Ca₃) im hessischen Zechstein-Becken. – Bochumer geol. U. geotechn. Arb., **20**: 255 S., Bochum.
- NITSCH & ZEDLER (2009): Oberkarbon und Perm in Baden-Württemberg. – Informationen L. Amt Geol. Rohstoffe Bergbau, **22**: 7–102, Freiburg i. Br. (L. Amt Geol. Rohstoffe Bergbau).
- OKRUSCH, M., GEYER, G. & LORENZ, J. (2011): Spessart. Geologische Entwicklung, und Struktur, Gesteine und Minerale. – Slg. geol. Führer, **106**: 368 S., Stuttgart (Gebr. Borntraeger).
- PAUL, J. (1985): Stratigraphie und Fazies des südwestdeutschen Zechsteins. – Geol. Jb. Hessen, **113**: 59–73, Wiesbaden.

- PAUL, J. (2014): Zechstein – Portrait einer ungewöhnlichen Formation. – Jber. Mitt. Oberrein. Geol. Ver., N. F. **96**: 407–434, Stuttgart.
- PUFF, P. (2000): Der Buntsandstein im Raum Sonneberg/Thüringen. – Beitr. Geol. Thüringen, N. F. **7**: 33–53, Jena.
- SCHNEIDER, H.-E. (1967): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Oberen Buntsandstein südlich des Thüringer Waldes. – Freiburger Forsch.-H. Geol., C **217**: 1–138, Leipzig.
- 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. (1984): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6122 Bischbrunn. – 106 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHWARZMEIER, J. (1985): Der Mittlere Buntsandstein in Kernbohrungen des Ostspessarts. – Geologica Bavarica, **87**: 61–90, München.
- SCHWARZMEIER, J. (2014 a): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Nr. 5923 Rieneck. – Augsburg (Bayer. LfU).
- SCHWARZMEIER, J. (2014 b): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt 5923 Rieneck. – 104 S., Augsburg (Bayer. LfU).
- SCHWARZMEIER, J. (2014 c): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Nr. 6222 Stadtprozelten. – unveröff. Msk., Augsburg (Bayer. LfU).
- SCHWARZMEIER, J. (2014 d): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zu Bl. 6222 Stadtprozelten. – unveröff. Msk, Augsburg (Bayer. LfU).
- SCHWARZMEIER, J. (in Druckvorb., a): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zu Bl. 6221 Miltenberg. – Augsburg (Bayer. LfU).
- SCHWARZMEIER, J. (in Druckvorb., b): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Nr. 6221 Miltenberg. – Augsburg (Bayer. LfU).
- SUBKOMMISSION PERM-TRIAS (SKPT) (2011): Beschlüsse der Deutschen Stratigraphischen Kommission 1991–2010 zu Perm und Trias von Mitteleuropa. – Z. Dt. Ges. Geowiss. **162** (1): 1–18, Stuttgart.
- WEINELT, W. (1962): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6021 Haibach. – 246 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

II Kleinzyklengliederung und Formationsgrenzen der Forschungsbohrung Neuenbuch 1

(Volker Friedlein)

1	Einleitung	43
2	Gliederung des Unteren Buntsandstein und Zechstein	45
3	Kleinzyklengliederung im Unteren Buntsandstein	46
3.1	Kleinzyklengliederung im Buntsandstein der Bohrung Neuenbuch 1	46
3.2	Vergleich der Kleinzyklen der Bohrung Neuenbuch 1 mit den Kleinzyklen der Beckenfazies	47
4	Formationsvorschlag für den Unteren Buntsandstein in Nordwestbayern	51
5	Korrelation der Langenthal-Formation mit der Beckengliederung des Zechstein	52
6	Dank	54
7	Literatur	55

Kurzfassung

Schlüsselwörter: Buntsandstein – Zechstein – Randfazies – Beckenfazies – Süddeutschland – Langenthal-Formation – Calvörde-Formation – Bernburg-Formation – Kleinzyklen – Formationsgliederung

In der Bohrung Neuenbuch 1 werden im Buntsandstein 23 Kleinzyklen abgegrenzt und mit der Kleinzyklen-Gliederung der Calvörde- und Bernburg-Formation in Nord- und Mitteldeutschland korreliert. Mithilfe der Auswertung des Gamma-Ray-Logs (GR-Logs) werden die bisherige Gliederung des Unteren Buntsandstein in Süddeutschland korrigiert und eine alternative Gliederungsmöglichkeit vorgestellt. Im GR-Log wird zudem die randfazielle Langenthal-Formation des Zechstein mit der Formationsgliederung im marin-evaporitischen Fulda-Becken verglichen. Es zeigt sich, dass in Süddeutschland sowohl im Unteren Buntsandstein als auch im Zechstein bei der bisherigen Übertragung der nord- und mitteldeutschen Gliederung Korrekturen notwendig sind.

Abstract

Keywords: Buntsandstein – Upper Permian – Marginal facies – Basin facies – Southern Germany – Langenthal-Formation – Calvörde-Formation – Bernburg-Formation – Small scale sedimentary cycle – Sedimentary formation

At the drilling Neuenbuch 1 23 small scale sedimentary cycles of the Buntsandstein are distinguished and compared with the cycles of the Calvörde- and Bernburg-Formation in Northern and Middle Germany. Using gamma ray log the current classification of the Lower Buntsandstein in southern Germany is revised and an alternative classification is introduced. Furthermore the classification of the marginal Langenthal-Formation with the marine-evaporitic Upper Permian at the Fulda basin is compared by using the gamma ray log. Results show that there are deficiencies within the classification of Lower Buntsandstein and Upper Permian sediments in Southern and Middle Germany that need to be revised.

1 Einleitung

Die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 (Tab. II-1, Abb. II-1) liegt im südlichen Spessart und kann als stratigraphisch-fazielles Bindeglied zwischen der Gliederung vom Odenwald über Hessen und Thüringen ins Beckenzentrum sowohl für den Unteren Buntsandstein als auch für den Zechstein angesehen werden (FREUDENBERGER et al. 2016).

Tab. II-1: Lage der Forschungsbohrung Neuenbuch 1 (2014).

Forschungsbohrung	Lage			Endteufe
	Blatt-Nr./-Name	Koordinaten	Ansatzhöhe	
Neuenbuch 1	TK25: 6122 Bischbrunn	R 3528962,2; H 5518618,3	+ 318,40 m NN	395,70 m

Neuere Arbeiten, die sich mit der kleinzyklischen Gliederung und Formationsgliederung des Buntsandsteins beschäftigen, wurden unter multistratigraphischen Aspekten in der Buntsandsteinmonographie (Deutsche Stratigraphische Kommission 2013) veröffentlicht. Darin wird jedoch darauf hingewiesen, dass eine kleinzyklische Gliederung für den Unteren Buntsandstein in Süddeutschland noch nicht möglich ist. Auch im Zechstein ist ein Vergleich der Langenthal-Formation mit den salinaren Sedimenten im Fulda-Becken bisher einzig durch KÄDING in MENNING & KÄDING (2013) für die etwa 80 km südlich gelegene Bohrung Kraichgau 1002 beschrieben worden. Als Grundlage für die durch FRIEDLEIN in FREUDENBERGER et al. (2016: Abb. I-4) vorgeschlagene Neugliederung der Zechsteinrandfazies im nördlichen Bayern fehlt eine Beckenkorrelation, die es ermöglicht, eine Übergangsfazies oder Faziesverzahnungen stratigraphisch zu deuten und zu kartieren.

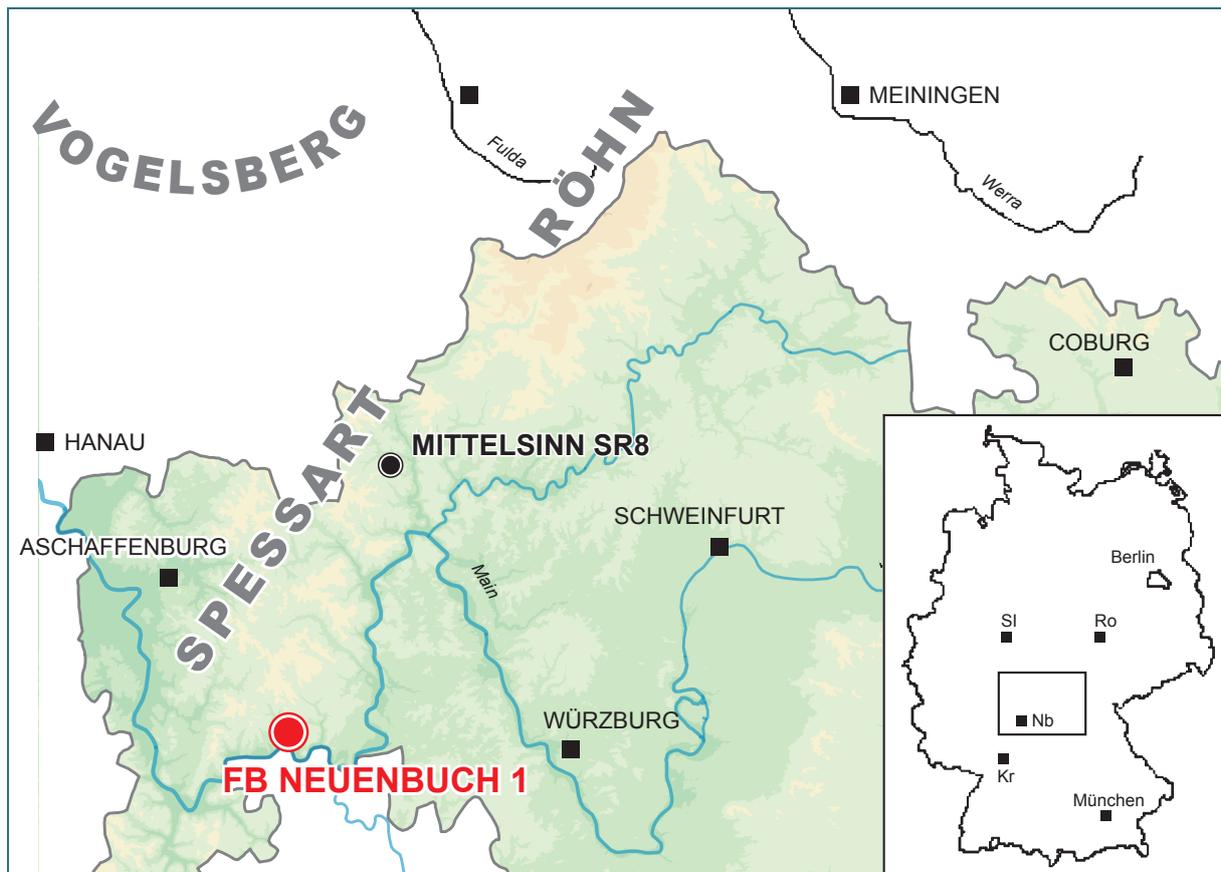


Abb. II-1: Lageskizze der Bohrung Neuenbuch 1 und Mittelsinn SR8. Die Referenzbohrungen Kraichgau 1002 (Kr), Schlierbachswald 4 (SI), Rossleben 6 (Ro) sowie Neuenbuch 1 (Nb) sind in der Deutschlandkarte eingetragen.

2 Gliederung des Unteren Buntsandstein und Zechstein

Bei der Interngliederung des Unteren Buntsandstein wurde seit den späten 1950er Jahren versucht, die nord- und mitteldeutsche Gliederung (von Ost nach West mit der Calvörde- und der Bernburg-Folge bzw. Untere und Obere Folge, in geänderter Fassung) auf die süddeutsche Gliederung zu übertragen (BOIGK 1959, HOPPE 1959, SEIDEL 1965, LEPPER et al. 2005, 2013; TIETZE & RÖHLING 2013).

Von Nordhessen nach Süd- und Osthessen gibt es noch keine publizierte Korrelation von Kleinzyklen des Unteren Buntsandstein, welche sich auf den Spessart übertragen lässt. Jedoch weist bereits BRÜNING (1986) darauf hin, dass eine Gleichsetzung – der auch in Bayern bis 1993 gebräuchlichen Untergliederung – von Gelnhausen- und Salmünster-Folge (DIEDERICH 1966a, b; SCHWARZMEIER 1981) mit der Calvörde- und Bernburg-Formation fehlerbehaftet ist. In Nordhessen beträgt die Abweichung dieser Grenzziehung 20 bis 30 m (BRÜNING 1986).

Für die Thüringische Senke liegen von Nordbrandenburg über Sachsen-Anhalt bis nördlich des Thüringer Waldes Korrelationsketten von Kleinzyklen vor, welche die Abgrenzung der Calvörde- und Bernburg-Formation nach einheitlichen Kriterien ermöglichen (ROMAN 2004, PUFF & RADZINSKI 2013).

Unglücklicherweise blieben bei der Gliederung des Unteren Buntsandstein in Süddeutschland die Korrelationsergebnisse für die Hessische Senke von BRÜNING (1986) und für die Thüringische Senke von ROMAN (2004) sowie PUFF & SEIDEL (2009) unberücksichtigt. Gleiches gilt für die magnetostratigraphischen Untersuchungen durch SZURLIES et al. (2003, 2012).

Bei der Gliederung in Bayern wurden in der Buntsandstein-Monographie (FREUDENBERGER et al. 2013, LEPPER et al. 2013) die Gelnhausen-Folge mit der Calvörde-Formation und die Salmünster-Folge mit der Bernburg-Formation gleichgesetzt. Mithilfe der Auswertung des GR-Log der Bohrung Neuenbuch 1 kann diese Korrelationsdiskrepanz fixiert werden. Zudem kann die in Norddeutschland gebräuchliche Kleinzyklen-Gliederung mit der des Unteren Buntsandstein im nördlichen Bayern verglichen werden.

Für die Gliederung der Rand- und Schwellenfazies der permzeitlichen Langenthal-Formation (ehemaliger Bröckelschiefer nach bayerischer Gliederung) liegt für Bayern noch keine Korrelation mit der Beckenfazies vor. Auch dafür scheint die Bohrung durch Interpretation des GR-Log eine, sich zukünftig noch zu bewährende, Formationsgliederung beziehungsweise den Vergleich mit der Beckengliederung zu ermöglichen.

3 Kleinzyklengliederung im Unteren Buntsandstein

Beckenweit wird die Calvörde-Formation in 10 fining-upward-Zyklen (C1 bis 10) unterteilt. Südlich des Harzes kann auch die Bernburg-Formation, je nach Tiefenwirkung der V-Diskordanz an der Basis der Volpriehausen-Formation in bis zu 10 Kleinzyklen (B1 bis 10) unterteilt werden (RÖHLING 1991, 1993; LEPPER et al. 2013). Im GR-Log sind diese 20 Kleinzyklen des Unteren Buntsandstein zumindest in Nord- und Mitteldeutschland über mehrere 100 km korrelierbar und stützen die Abgrenzung der Calvörde- zur Bernburg-Formation und letzterer zur Volpriehausen-Formation nach Nordhessen und Nordthüringen durch die Verbreitung von Oolith-Horizonten (z. B. PAUL & PUFF 2013; RÖHLING 1991, 1993, 2013; RÖHLING & LEPPER 2013).

Bisher ist die Übertragung dieser Becken-Kleinzyklen nach Süddeutschland aufgrund der weniger prägnanten Zyklizität, weniger deutlicher Kornverfeinerung im fluviatilen Milieu und den im Süden weitgehend fehlenden oder nicht erhaltenen Playa-Ablagerungen und Oolith-Horizonten weder nach GR-Log noch nach sedimentären Kleinzyklen gesichert.

Erste Korrelationsversuche von Nord nach Süd, die auch magnetostratigraphische Ergebnisse berücksichtigen, sind für die Calvörde-Formation ohne den Grenzbereich zur Bernburg-Formation in der Bohrung Kraichgau 1002 veröffentlicht (KÄDING in MENNING & KÄDING 2013). Von Bedeutung ist dabei insbesondere ein revers magnetisierter, beckenweit verfolgbarer Horizont, der vom höheren Kleinzyklus C7 bis etwa zur Basis C8 reicht (SZURLIES et al. 2012, MENNING & KÄDING 2013).

Um in Süddeutschland eine mit der norddeutschen Gliederung vergleichbare Korrelationskette zu begründen, können die beobachteten fluviatilen Kleinzyklen mit Grobsandsteinen oder markanten Aufarbeitungshorizonten mit Tonsteinklasten an der Basis eine regional begrenzte Feingliederung ermöglichen. Diese Kleinzyklen (K) sind im Idealfall abschnittsweise auch mit den beckenzentraleren Bohrprofilen korrelierbar.

3.1 Kleinzyklengliederung im Buntsandstein der Bohrung Neuenbuch 1

Innerhalb des Buntsandstein der Bohrung Neuenbuch 1 wurden 23 fluviatile Kleinzyklen abgegrenzt (Abb. II-2). Diese zeichnen sich auch im GR-Log deutlich ab und sind abschnittsweise mit den GR-Log-Zyklen des Unteren Buntsandstein in der etwa 80 km südlich abgeteuften Bohrung Kraichgau 1002 in Baden-Württemberg (KÄDING in MENNING & KÄDING 2013) sowie mit den Kleinzyklen der über 200 km nördlich abgeteuften Bohrungen Roßleben 6 in Sachsen-Anhalt (ROMAN 2004) und der Bohrung Schlierbachswald 4 in Nordhessen (SZURLIES et al. 2012) vergleichbar.

Insbesondere die ersten 13 Zyklen beginnen mit 40 bis 120 cm mächtigen Aufarbeitungshorizonten mit Tonsteinklasten oder markanten Sedimentationswechsellagen (Sandstein über Ton-/Siltstein) und können mit den Becken-Kleinzyklen der Calvörde-Formation (C1 bis 10) korreliert werden. Dadurch ist zumindest die exaktere Abtrennung von Calvörde- und Bernburg-Formation in der Bohrung Neuenbuch 1 möglich.

Die darüber folgenden 10 Kleinzyklen (K14 bis 23) sind weniger deutlich abzugrenzen. Die Mächtigkeiten der Aufarbeitungshorizonte mit Tonsteinklasten erreichen hier noch 25 bis 40 cm. Auch weniger markante, untergeordnet bis 30 cm mächtige Aufarbeitungshorizonte innerhalb dieser Kleinzyklen treten häufiger auf und erschweren abschnittsweise die Abgrenzung. Unsicher ist die Abgrenzung der Zyklen K 8+9, 16+17, 18+19 sowie der Zyklen 22+23 im Kern oder GR-Log (Abb. II-2).

3.2 Vergleich der Kleinzyklen der Bohrung Neuenbuch 1 mit den Kleinzyklen der Beckenfazies

Nach GR-Log und Lithofazies wurden die Grenzen der 23 Kleinzyklen (K1 bis 23) an folgende Basishorizonte gelegt, denen in Klammer die Äquivalente der Becken-Gliederung beigelegt sind: K1 275,70 m (C1 oder z7); K2 271,80 m (C1); K3 264,75 m (C2); K4 246,0 m (C3); K5 231,3 m (C4a); K6 223,9 m (C4b); K7 217,70 m (C4c); K8 210,85 m (C5); (K 9 204,75 m) (C6); K10 193,7 m (C7); K11 176,7 m (C8); K12 149,3 m (C9); K13 136,05 (C10); K14 126,85 m (B1+2); K15 111,3m (B3+4); K16 93,4 m (B5a); K17 85,1 m (B5b); K18 75,25 m (B6); K19 64,9 m (B7); K20 44,85 m (V1 oder B8); K21 37,7 m (V1); K22 27,8 m (V1 oder 2?); K23 9,9 m (V2).

Bemerkenswert sind die guten Übereinstimmungen der Kleinzyklen der Bohrung Neuenbuch 1 im GR-Log mit den Becken-Kleinzyklen C3 bis 10, welche gut mit der Grenzziehung in den Bohrungen Roßleben 6 (ROMAN 2004) und Schlierbachswald 4 (SZURLIES et al. 2012) korrelieren. Für die tiefere Bernburg-Formation Süddeutschlands ist eine vergleichbare kleinzyklische Gliederung und deren Abgrenzung analog zur Gliederung in Norddeutschland noch nicht gesichert. Wie in Thüringen (PUFF & SEIDEL 2009) könnten auch hier an der Basis Schichtlücken die Kleinzyklen B1 bis 3 umfassen und die Vergleiche erschweren. Zudem scheint die höhere Bernburg-Formation über dem Becken-Kleinzyklen B7 (8) zu fehlen. Die Volpriehausen-Formation überlagert demnach über einer 2 bis 3 Becken-Kleinzyklen umfassenden Schichtlücke mit dem Volpriehausen-Sandstein (V1).

Vielversprechend für die beckenweite Korrelation ist ein Seismit-Horizont bei 128,75 bis 128,95 m, welcher 7,1 m über der Basis K13 (C10) liegt (Abb. II-3). Ein vergleichbarer Seismit wurde auch in der etwa 50 km nördlich abgeteuften Bohrung Mittelsinn SR 8 bei 42,45 m Teufe, etwa 8 m über der Basis des Kleinzyklus C10 gefunden (FRIEDLEIN, unveröff.).

In der Bohrung Neuenbuch 1 liegt dieser Seismit-Horizont in einem durch sedimentologisch rasche Wechsel markanten Abschnitt zwischen 130,0 m und 127,9 m (Abb. II-3). Zumindest in benachbarten Bohrungen im Spessart kann dieser Bereich gut identifiziert werden. Folglich kann dieser im Kleinzyklus 13 (C10b) liegende Horizont zu einer exakteren Abgrenzung der Calvörde- und Bernburg-Formation in Süddeutschland beitragen.

Nach mündlicher Mitteilung von Dr. K.-CH. KÄDING wäre die Grenzziehung zwischen der Calvörde- und Bernburg-Formation in der Bohrung Neuenbuch 1 bei etwa 110 m zu ziehen (111,3 m = Basis des Kleinzyklus 15 bzw. B3 dieser Arbeit).

Unabhängig von der differierenden Interpretation des GR-Log – nach KÄDING oder FRIEDLEIN – wird die Grenzziehung in Bayern bisher mit Beginn des Basissandsteins gezogen (Kleinzyklus 16 bzw. B5 dieser Arbeit). Durch die kombinierte Korrelation der Kleinzyklen im Kernmaterial mit dem GR-Log wird jedoch deutlich, dass die Übertragung der Gliederung nach Becken-Kleinzyklen in den süddeutschen Raum zu einem anderen Ergebnis führt.



Abb. II-3: Kernstrecke 125 bis 130 m: Schräg geschichtete Sandsteine des Kleinzyklus 14 (B1) überlagern bei 126,85 m Tonsteine des Kleinzyklus 13 (C10). Der Abschnitt von 127,9 bis 130,0 m besteht aus einer Abfolge von rasch wechselnden Ton-, Silt- und Sandsteinen. Bei 128,3 m sind Tonsteinklasten eingeregelt. Zwischen 128,75 bis 128,95 m befindet sich ein Horizont mit Seismiten.

In der Bohrung Neuenbuch 1 wird der Heigenbrücken-Sandstein durch 7 Kleinzyklen aufgebaut, die den Beckenhorizonten C1 bis 4 zugeordnet werden können. Der Kleinzyklus 1 hebt sich von den höheren Kleinzyklen noch durch eine geringere Erosionsenergie ohne markante Aufarbeitungshorizonte oder Schrägschichtung ab. Auffällig ist jedoch das diskordante Einschneiden mit einem Fein- bis Mittelsandstein an der Basis, wodurch eine Stellung zum Unteren Buntsandstein erfolgt. Je nach Interpretation, könnte der Kleinzyklus 1 auch als zeitliches Äquivalent der höheren Fulda-Formation angesehen werden.

Der Ecksche Geröllsandstein beinhaltet 2 bis 3 Kleinzyklen, wobei die Basisgrenze des hangenden Dickbanksandsteins inmitten des Kleinzyklus C7 liegt. Der Dickbanksandstein besteht aus 5 bis 6 Kleinzyklen und beinhaltet die Grenze Calvörde-/Bernburg-Formation. Er umfasst die Becken-Kleinzyklen C8 (7) bis B4. Der Basissandstein wird durch 2 Kleinzyklen aufgebaut (B5a+b), wobei ein im Hangenden charakteristischer Ton-/Siltstein aus kartiertechnischen Gründen zum Tonlagensandstein gestellt wird, obwohl er kleinzyklisch noch zum Basissandstein zu stellen ist (FREUDENBERGER et al. 2016). Der Tonlagensandstein beinhaltet weniger deutliche Aufarbeitungshorizonte, die auch aufgrund ihrer undeutlichen Ausprägung im GR-Log keine vergleichbare Gliederung ermöglichen. Er umfasst mindestens zwei Kleinzyklen, welche nach Beckengliederung wahrscheinlich B6+7 entsprechen.

Der erste Kleinzyklus der Volpriehausen-Formation (Volpriehausen-Sandstein, K20) könnte alternativ auch als Basisgrenze B8 interpretiert werden oder nur wenige Meter darüber liegen. Er unterscheidet sich sedimentologisch nicht von der Bernburg-Formation. Somit liegt nach dieser Definition die Volpriehausen-Formation in Nordwest-Bayern diskordant über dem Becken-Kleinzyklus B7 oder B8. Dadurch wird die paläogeographische Hochlage der Odenwald-Spessart-Rhön-Schwelle zu Beginn des Mittleren Buntsandstein deutlich. Da in der Bohrung Neuenbuch 1, an der Basis der Volpriehausen-Formation, charakteristische sedimentologische Abgrenzungskriterien wie z. B. Gerölle und Grobsandsteine fehlen, ist die Trennung von der Bernburg-Formation undeutlich. Eine Grenzziehung könnte auch mit dem Beginn des nächsten weniger deutlichen Kleinzyklus bei 37,7 m erfolgen.

4 Formationsvorschlag für den Unteren Buntsandstein in Nordwestbayern

Aufgrund der aufgeführten Diskrepanzen bei der Gliederung im Unteren Buntsandstein der Bohrung Neuenbuch 1, bietet sich an, auch für den bayerischen Spessart die Formationsgliederung nach kartierbaren Einheiten aus dem Odenwald beziehungsweise der Bayerischen Gliederung nach WEINELT (1962) zu folgen (Tab. II-2).

Tab. II-2: Übersicht der Formationsgliederungen und Kleinzyklen des Unteren Buntsandstein im Gebiet Odenwald/Spessart

Formationsgliederung Odenwald (SKPT 2011)	Kartiereinheiten Nordwestbayern	Kleinzyklen FB Neuenbuch 1	Formationsgliederung Nordwestbayern	Vorschlag der Neugliederung des Unteren Buntsandstein in Nordwestbayern
Miltenberg-Fm.	Tonlagensandstein (Miltenberg-Wechselfolge)	Kleinzyklen 18+19 (20) (~B6+7 (8))	Bernburg-Fm.	Miltenberg-Fm.
	Basissandstein (Oberer Miltenberg-Sandstein)	Kleinzyklen 16+17 (~B5a+b)		
	Dickbanksandstein (Unterer Miltenberg-Sandstein)	Kleinzyklen 11–15 (~C8 (7)–B4)		
Eck-Fm.	Eckscher-Geröllsandstein	Kleinzyklen 8–10 (~C5–7)	Calvörde-Fm.	Eck-Fm.
	Heigenbrücken-Sandstein	Kleinzyklen 1–7 (~z7) C1–4)		Heigenbrücken-Fm.

5 Korrelation der Langenthal-Formation mit der Beckengliederung des Zechstein

Die Korrelation der randfaziellen Langenthal-Formation (HUG & VERO 2008) mit der typischen Beckenfazies ist in der Bohrung Neuenbuch 1 vielversprechend, bedarf jedoch an anderer Stelle einer umfassenderen Beschreibung. Mithilfe des GR-Log und den Befunden aus der Kernaufnahme kann auf Formationsebene, ähnlich wie in der Bohrung Kraichgau 1002 (KÄDING in MENNING & KÄDING 2013), eine noch spekulative Korrelation mit der Salinar-führenden Beckenfazies nach KÄDING (1978) erfolgen.

Für die Abgrenzung bieten sich im Kern beobachtete fining-upward-Zyklen mit Basissandsteinen, Paläoböden oder Evaporitknollen an, die auch im GR-Log markante Abschnitte bilden (Abb. II-4).

Die Basis der Werra-Formation ist durch die erhöhte Strahlungsanomalie des Kupferschiefers eindeutig belegt. Das Top der Werra-Formation könnte über einen turbierten feinsandigen Pelit bei 327,8 m gelegt werden. Damit läge die Basis der Staßfurt-Formation deutlich höher als das Top der Zechsteindolomit-Formation (336,1 m).

Die Pelite des Äquivalents der Staßfurt-Formation enden durch einen Horizont mit Trockenrissen. Mit einem dünnen, grünlich grauen Horizont und rippelschichtigen Feinsandsteinen beginnt das Äquivalent der Leine-Formation, welches sich im GR-Log mit markantem Strahlungsrückgang bei 311,75 m abzeichnet. Unter einem rippel- bis flaserschichtigen Sandstein, der der Aller-Formation zugeordnet werden kann, wird bei 303,7 bis 304,0 m ein auffälliger grüngrauer Pelit vorbehaltlich weiterer noch ausstehender Untersuchungen als Grenzmarker zum oberen Leine-Ton gestellt. Im GR-Log bildet dieser eine positive Strahlungsspitze. Das Äquivalent der Ohre-Formation gleicht bereits deutlicher den beckenzentrumnäheren Verhältnissen. Es setzt bei 302,15 m mit flaser- bis rippelschichtigen Feinsandsteinen ein, welche sich durch einen deutlichen Strahlungsrückgang auch im GR-Log abzeichnen. Dies gilt auch für das Äquivalent der Friesland-Formation, welches ebenso mit einem Basissandstein beginnt, der sich im GR-Log als negative Spitze bei 296,5 m zeigt. Ein grünlich grauer dünnbankiger pedogener Horizont bei 296,9 m wird von stark karbonatischen Peliten überlagert. Nach Nomenklatur von KÄSTNER (2000) könnte dieser auch der ersten graugrünen Grenzbank in Thüringen entsprechen, welche knapp Unterhalb der Basis der Friesland-Formation gestellt wird. Darüber sind in der Friesland-Formation unregelmäßig Evaporitknollen verbreitet. Die Fulda-Formation beginnt mit sandigen Peliten über einem grüngrauen pedogenen Horizont, welcher der zweiten graugrünen Grenzbank unterhalb der Basis von z7 im Sinne von KÄSTNER (2000) entspricht. Die Basis ist bei 290,5 m aufgrund der stark tonigen Basissandsteine im GR-Log nur unscharf. Charakteristisch ausgeprägt ist der Wechsel zwischen Unterer und Oberer Fulda-Formation durch das Aussetzen der Evaporitknollen und dem Einsetzen der Bänderfazies der Oberen Fulda-Formation, welche basal durch eine Sandstein-Siltstein-Wechselagerung bei 281,3 m mit negativem Peak im GR-Log besonders deutlich hervortritt (Abb. II-4).

Durch den Vergleich der Becken- und Randfazies im Zechstein der Bohrung Neuenbuch 1 ist mittels GR-Log eine Übertragung auf benachbarte Salinar-freie Bohrungen möglich. Wichtig bei dieser Korrelation ist, dass auch sedimentologische Beobachtungen in die Interpretation einfließen. Fazielle Verzahnungen, die am Rande der Fränkischen Senke vom Spessart bis ins oberfränkisch-oberpfälzer Bruchschollenland den nordbayerischen Zechstein prägen, können dann auch über das GR-Log mit der Beckengliederung korreliert werden.

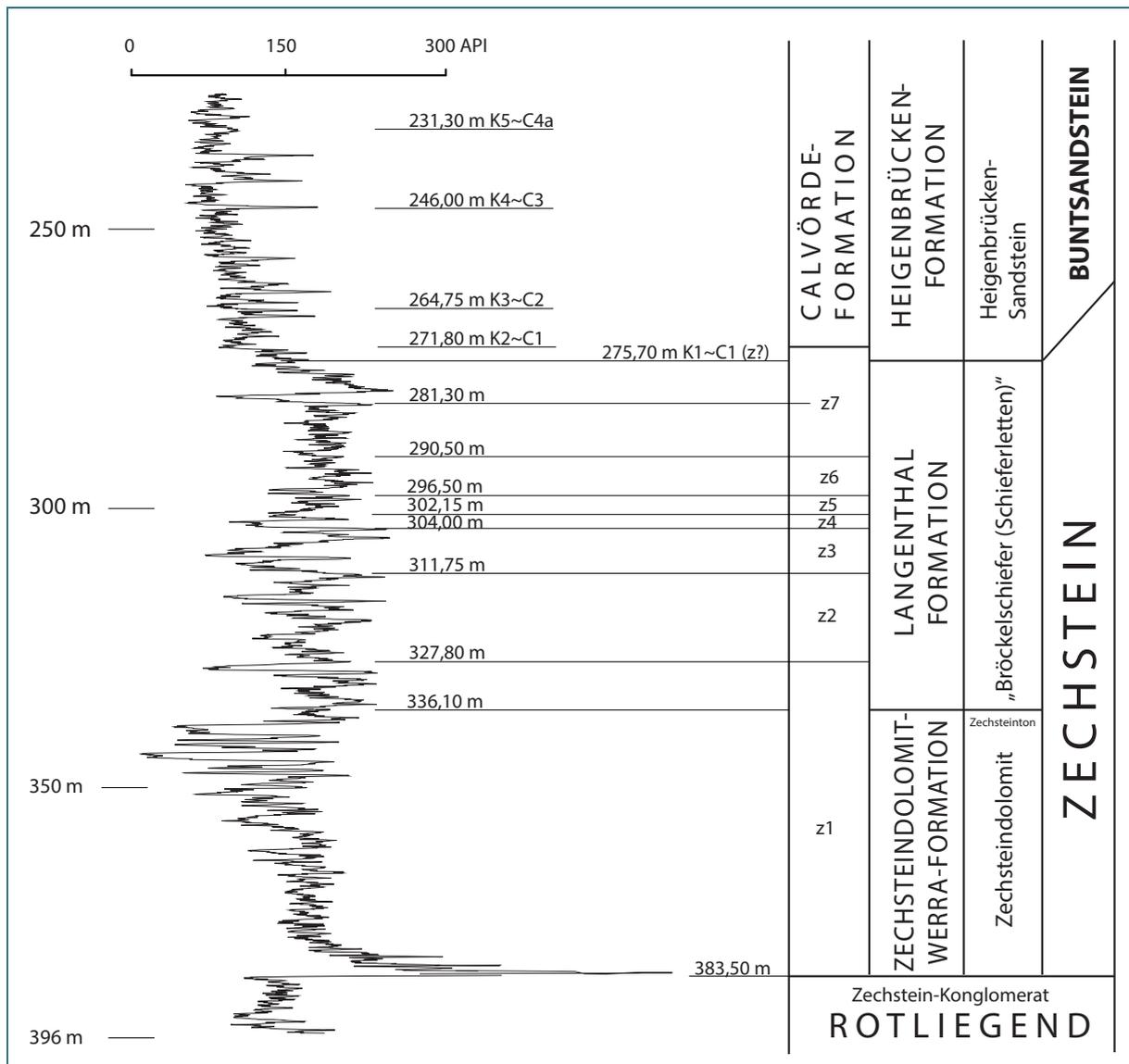


Abb. II-4: Ansatz der beckenzyklischen Formations-Gliederung im Zechstein der Bohrung Neuenbuch 1. Werra-Fm. (~z1), Staßfurt-Fm. (~z2), Leine-Fm. (~z3), Aller-Fm. (~z4), Ohre-Fm. (~z5), Friesland-Fm. (~z6), Fulda-Fm. (~z7), Kleinzyklen des Buntsandstein (K1 bis 5); Beckenkleinzyklen der Calvörde-Formation (C1 bis 4a).

6 Dank

Dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz wird für die Möglichkeit der Finanzierung des Projektes, der Europäischen Union für die Kofinanzierung aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE-Programm Bayern) gedankt.

Für konstruktive Diskussionen gebührt der Dank Frau Dr. N. HUG-DIEGEL sowie den Herren Dr. K.-CH. KÄDING, PROF. Dr. J. PAUL und PROF. Dr. K.-W. TIETZE.

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danke ich Herrn A. SCHUMANN.

7 Literatur

- BOIGK, H. (1959): Zur Gliederung und Fazies des Buntsandsteins zwischen Harz und Emsland. – Geol. Jb., **76**: 597–636, Hannover.
- BRÜNING, U. (1986): Stratigraphie und Lithofazies des Unteren Buntsandsteins in Südniedersachsen und Nordhessen. – Geol. Jb., **A90**: 3–125, Hannover.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias] (2013): Stratigraphie von Deutschland XI – Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 655 S., Hannover (Schweizerbart).
- DIEDERICH, G. (1966a): Fazies, Paläogeographie und Genese des Unteren Buntsandsteins norddeutscher Auffassung im südlichen Beckenbereich. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **94**: 132–157, Wiesbaden.
- DIEDERICH, G. (1966b): Zur Stratigraphie des Unteren Buntsandsteins im deutschen Buntsandsteinbecken. – Z. dt. geol. Ges., **116**: 875–890, Hannover.
- FREUDENBERGER, W., GEYER, G. & SCHRÖDER, B. (2013): Der Buntsandstein in Bayern (nordwestliches Franken, Bruchschollenland und Randfazies im Untergrund). – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 547–582, Hannover (Schweizerbart).
- FREUDENBERGER, W., FRIEDLEIN, V. & SCHULZE, M. (2016): Die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 bei Stadtprozelten/Unterfranken. – Geol. Bav., **114**: 7–38, Augsburg.
- HOPPE, W. (1959): Zyklische Gliederung des Unteren und Mittleren Buntsandsteins in Thüringen. – Ber. geol. Ges. DDR, **4**: 3–58, Berlin.
- HUG, N. & VERO, G. (2008): Ein vollständiges Zechsteinprofil im südlichen Odenwald: die hydrogeologische Erkundungsbohrung Langenthal BK2/05. – Geol. Jb. Hessen, **135**: 25–46, Wiesbaden.
- KÄDING, K.-C. (1978): Die Grenzen Zechstein/Buntsandstein in Hessen, Nordbayern und Baden-Württemberg. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. **60**: 233–252, Stuttgart.
- KÄSTNER, H. (2000): Sedimentologisch-fazielle und stratigraphische Probleme an der Zechstein-Buntsandstein-Grenze in Thüringen – eine Kenntnisstandsanalyse. – Beitr. Geol. Thüringen, N. F. **7**: 7–31, Jena.
- LEPPER, J., RAMBOW, D. & RÖHLING, H.-G. (2005): Der Buntsandstein in der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2002. – Newsl. Stratigr., **41**: 129–142, Berlin.
- LEPPER, J., RAMBOW, D. & RÖHLING, H.-G. (2013): Lithostratigraphie des Buntsandstein in Deutschland. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 69–149, Hannover (Schweizerbart).

- MENNING, M. & KÄDING, K.-C. (2013): Magnetostratigraphie, Zyklustratigraphie, geologische Zeitskala und Nomenklatur des Buntsandstein von Mitteleuropa [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 165–212, Hannover (Schweizerbart).
- PAUL, J. & PUFF, P. (2013): Das Klima des Buntsandstein. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 213–221, Hannover.
- PUFF, P. & RADZINSKI, K.-H. (2013): Der Buntsandstein in der Thüringischen Senke. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 421–448, Hannover.
- PUFF, P. & SEIDEL, G. (2009): Schichtausfälle und Faziesänderungen im Unteren Buntsandstein des Thüringer Beckens. – Geowiss. Mitt. Thüringen, **13**: 169–180, Jena.
- RÖHLING, H.-G. (1991): A Lithostratigraphic Subdivision of the Lower Triassic in the Northwest German Lowlands and the German Sector of the North Sea, Based on Gamma Ray and Sonic Logs. – Geol. Jb., **A119**: 3–24, Hannover.
- RÖHLING, H.-G. (1993): Der Untere Buntsandstein in Nordwest- und Nordostdeutschland – Ein Beitrag zur Vereinheitlichung der stratigraphischen Nomenklatur. – Geol. Jb., **A142**: 149–183, Hannover.
- RÖHLING, H.-G. (2013): Der Buntsandstein im Norddeutschen Becken – regionale Besonderheiten. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 269–384, Hannover.
- RÖHLING, H.-G. & LEPPER, J. (2013): Paläogeographie des Mitteleuropäischen Beckens während der tieferen Trias (Buntsandstein). – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 43–67, Hannover.
- ROMAN, A. (2004): Sequenzstratigraphie und Fazies des Unteren und Mittleren Buntsandsteins im östlichen Teil des Germanischen Beckens (Deutschland, Polen). – Diss. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg: 144 S., Halle/Saale.
- SCHWARZMEIER, J. (1981): Buntsandstein. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Geologische Karte von Bayern 1 : 500 000, Erläuterungen. – 3. Aufl.: 41–46, München.
- SEIDEL, G. (1965): Zur geologischen Entwicklungsgeschichte des Thüringer Beckens. – Geologie, Beih. **50**: 115 S., Berlin.
- SUBKOMMISSION PERM-TRIAS (SKPT) (2011): Beschlüsse der Deutschen Stratigraphischen Kommission 1991–2010 zu Perm und Trias von Mitteleuropa. – Z. Dt. Ges. Geowiss. **162**(1): 1–18, Stuttgart.

- SZURLIES, M., BACHMANN, G. H., MENNING, M., NOWACZYK, N. R. & KÄDING, K.-C. (2003):
Magnetostratigraphy and high-resolution lithostratigraphy of the Permian-Triassic boundary
interval in Central Germany. – *Earth Planet. Sci. Lett.*, **212**: 263–278; Amsterdam.
- SZURLIES, M., GELUK, M. C., KRIJGSMAN, W., KÜRSCHNER, W. M. (2012): The continental
Permian-Triassic boundary in the Netherlands: Implications for the geomagnetic polarity time
scale. – *Earth Planet. Sci. Lett.*, **317–318**: 165–176, Amsterdam.
- TIETZE, K.-W. & RÖHLING, H.-G. (2013): Sequenz-, Base-level und Zyklus-Stratigraphie im
Buntsandstein. Ein Statusbericht. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.;
Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]:
Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – *Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss.*, **69**: 233–268,
Hannover.
- WEINELT, W. (1962): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6021
Haibach. – 246 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

III Der Obere Buntsandstein in Kernbohrungen im südöstlichen Rhönvorland

(Walter Freudenberger)

1	Konzeption und Durchführung der Bohrungen	61
1.1	Lage und Zweck der Bohrungen	61
1.1.1	Forschungsbohrungen	61
1.1.2	Prospektionsbohrungen	63
1.2	Ausführung der Bohrarbeiten	64
2	Schichtenfolge	65
2.1	Unterer Muschelkalk 1/Jena-Formation	65
2.2	Oberer Buntsandstein/Röt-Formation	65
2.2.1	Oberer Buntsandstein 4	68
2.2.2	Oberer Buntsandstein 3	71
2.2.3	Oberer Buntsandstein 2	71
2.2.4	Oberer Buntsandstein 1	72
2.3	Mittlerer Buntsandstein	72
2.3.1	Solling-Formation (smS)	72
2.3.2	Hardegsen-Formation (smH) mit Karneol-Dolomit-Horizont (K-D-Horizont)	72
3	Bohrkernbeschreibung	74
4	Dank	85
5	Literatur	86

Kurzfassung

Schlüsselwörter: Bayern – Unterfranken – Bad Neustadt a. d. Saale – Kernbohrung – Oberer Buntsandstein – Lithostratigraphie – Geologie – Rohstoffe

Auf Blatt 5627 Neustadt a. d. Saale bzw. 5626 Sandberg wurde oberster Mittlerer, Oberer Buntsandstein sowie basaler Unterer Muschelkalk (Hardeggen-Formation, Solling-Formation, Röt-Formation, Wellenkalkfolge 1) in 5 Bohrungen durchteuft. Die Schichtenverzeichnisse der repräsentativen Kernbohrungen werden explizit wiedergegeben. In der Forschungsbohrung Mittelstreu 1 wurde ein 131,70 m mächtiges, vollständiges Profil durch den Oberen Buntsandstein (Röt-Formation) erschlossen. Insgesamt gelingt nun eine bessere Anbindung des Oberen Buntsandsteins Frankens an den Südosthessens und Südthüringens. Die Bohrung Lebenhan 1 wurde innerhalb einer sogenannten „ortsfremden“ Muschelkalkscholle abgeteuft und belegt eine konkordante Schichtenfolge.

Abstract

Keywords: Bavaria – Lower Franconia – Bad Neustadt a. d. Saale – Sandberg – Core drilling – Upper Buntsandstein – Lithostratigraphy – Geology – Natural Resources

Five drill holes nearby Neustadt/Saale and Sandberg (N-Bavaria; sheet No. 5627 and 5526 of the 1:25 000 Topographic Map) intersected a complete section of the Upper Buntsandstein sequence. The Mittelstreu No. 1 research drill encountered 131,70 m of Upper Buntsandstein, followed by the top part of Middle Buntsandstein. The lithology and stratigraphy of five well sections are presented. As a result the lithological sections can be correlated with similar deposits in the Hessian and Thuringian basin. The Lebenhan No. 1 well was placed on a so-called “nonlocal” block of Lower Muschelkalk and documents a concordant stratum.

1 Konzeption und Durchführung der Bohrungen

Die Mächtigkeit und fazielle Ausbildung des Oberen Buntsandsteins östlich der Rhön in Unterfranken war bisher weitgehend unbekannt, da größere Aufschlüsse und entsprechende Kernbohrungen fehlten. Ältere Meißelbohrungen (unter anderem bei Neustadt und Mellrichstadt) setzen innerhalb des Röt an und sind zudem schlecht dokumentiert. Folglich gilt die voll gekernnte Forschungsbohrung Mittelstreu 1 als Typusprofil für Franken, da sie den gesamten Röt erschließt (vergleiche LEPPEL et al. 2013: 121). Die 2006 beziehungsweise 2008 abgeteuften Forschungsbohrungen Windshausen 1 (237 m Teufe) und Zeitlofs 1 (250 m Teufe) (FREUDENBERGER & FRIEDLEIN 2011) hatten das Ziel, den Mittleren Buntsandstein komplett zu erschließen. Im südlichen Spessart wurde 2014 nun auch der Untere Buntsandstein sowie der Zechstein komplett durch die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 (396 m Teufe) (FREUDENBERGER, FRIEDLEIN & SCHULZE 2016) erschlossen.

Durch die genannten Forschungsbohrungen existiert nun erstmals für Unterfranken ein zusammengesetztes, aber komplettes Buntsandstein-Standardprofil mit entsprechenden Gamma Ray Logs (GR-Logs) aus der Bohrlochvermessung. Diese neuen Referenzprofile ermöglichen bei zukünftigen Bau- und Bohrvorhaben zuverlässiger als bisher Voraussagen über den geologischen Untergrund zu treffen. Um die vielen flachen bis mitteltiefen Bohrungen, insbesondere für Erdwärmesonden, zuverlässig beurteilen zu können, werden gut untersuchte Eichprofile dringend benötigt. Regionale Unterschiede in der Ausbildung der Schichten machen es erforderlich, in den verschiedenen Landesteilen jeweils eigene Standardprofile zu ermitteln.

Die im südlichen Unterfranken wohlbekanntesten Sandstein-Schichtglieder (Plattensandstein, Rötquarzit etc.) keilen in Thüringen allmählich aus und liegen im nördlichen Franken vorwiegend in Ton-/Schluffsteinfazies vor. So kam es in Kartierungen, Feldaufnahmen und Gutachten immer wieder zu Fehldeutungen, weil die Fazies und die Mächtigkeiten nicht hinreichend bekannt waren.

1.1 Lage und Zweck der Bohrungen

1.1.1 Forschungsbohrungen

Zur Klärung der stratigraphischen Verhältnisse wurden im Auftrag des Bayerischen Geologischen Landesamtes (heute: Bayerisches Landesamt für Umwelt) zwei Forschungsbohrungen auf Blatt 5627 Bad Neustadt a. d. Saale (Unterfranken) niedergebracht. Die Ansatzpunkte der gekernnten Bohrungen Mittelstreu 1 (170 m Teufe) und Lebenhan 1 (58,50 m Teufe) liegen 0,5 km WSW Mittelstreu bzw. 0,7 km ENE Lebenhan (Tab. III-1, Abb. III-1).

Die Forschungsbohrung **Mittelstreu 1** (B 1) sollte die stratigraphischen Verhältnisse des Oberen Buntsandsteins, der beispielsweise weite Bereiche des Kartenblattes 5627 Bad Neustadt a. d. Saale prägt, klären. Ferner sollte festgestellt werden, ob in den Röttonsteinen und den Chirothenschiefern auch Anhydrit-/Gipssteine in größerer Mächtigkeit auftreten. Neben den Erkenntnissen für die geologische Landesaufnahme war diese Bohrung auch für die Rohstoffgeologie von großer Wichtigkeit, denn die Ton- und Schluffsteine des Röt sind nach wie vor begehrter Rohstoff z. B. für Ziegeleien.

Ergebnis: Die Bohrung Mittelstreu 1 wurde westlich der Heustreuer Störungszone angesetzt. Sie durchsank 6,50 m Unteren Muschelkalk, 131,70 m Oberen Buntsandstein und wurde bei einer Endteufe von 170,00 m im Mittleren Buntsandstein eingestellt. Die Leithorizonte Rötquarzit und Grenzquarzit konnten nicht nachgewiesen werden. Trotzdem gelang eine Untergliederung des Rötprofils anhand charakteristischer Faziesmerkmale und des GR-Logs. Die untere Hälfte des Plattensandsteins liegt in Ton-/Schluffstein-Fazies vor. Gips bzw. Anhydrit wurden nur im basalen Chirotherien-schiefer angetroffen. Der Kerngewinn betrug 98,3 %. Zur weiteren Bearbeitung wurde das gesamte Kernmaterial ins Bohrprobenarchiv des Bayerischen Landesamtes für Umwelt nach Hof gebracht.

Die FB Mittelstreu 1 wird fortan als Eichprofil für zahlreiche Flachbohrungen, die den Oberen Buntsandsteins nur in Teilbereichen erschließen, Verwendung finden. Auch für die Nachbarblätter sind die Ergebnisse grundlegend und gestatten nun eine bessere Korrelation der Schichtenfolge nach Hessen (vergleiche DERSCH-HANSMANN et al. 2010, 2013) und Thüringen (vergleiche PUFF & RADZINSKY 2013).

Die Forschungsbohrung **Lebenhan 1** (B 2) hingegen verfolgte ganz andere Ziele. Sie sollte eine der mehr als 200 sogenannten „Muschelkalk-Fremdschollen“ (vergleiche GEYER 2002: Abb. 228) durchörten, um einen Beitrag zur viel diskutierten Frage deren Entstehung zu leisten. Sie gelten als geologische Besonderheit der Rhön und des östlichen Rhönvorlandes bis zum Grabfeld. Bisher war kaum zu beweisen, ob es sich um subrosionsbedingte Senkenfüllungen oder um im Pleistozän abgerutschte Schollen handelt. Auch vulkanischer Einfluß der Rhön (Auswurfmasse) wurde von Fachleuten erwogen. Insbesondere diskutierten folgende Autoren die Problematik „Ortsfremde Muschelkalkschollen“ in Unterfranken: BÜCKING 1909, REIS 1914, SCHUSTER 1935, RUTTE 1974, RUTTE & WILCZEWSKI 1995, SCHRÖDER & MENZEL 1996, ELLENBERG et al. 2001, VARADINOV 2014).

Ergebnis: Die FB Lebenhan 1 wurde auf einem isolierten Muschelkalk-Vorkommen angesetzt. Sie durchteufte 9,50 m Unteren Muschelkalk und wurde mit der Endteufe von 58,50 m im Oberen Buntsandstein eingestellt. Der Kerngewinn betrug nahezu 100 %. Auch dieses Kernmaterial wurde zur weiteren Bearbeitung ins Bohrprobenarchiv des Bayerischen Landesamtes für Umwelt nach Hof gebracht.

Die Auswertungen zeigen, dass die erbohrte Schichtenfolge völlig ungestört und konkordant vorliegt. Der Schichtstoß ist mit dem entsprechenden Profilabschnitt der FB Mittelstreu 1 außerordentlich gut korrelierbar. Dies belegt auch der GR-Log-Vergleich. Demzufolge handelt es sich bei Lebenhan – soweit es die Bohrung belegt – keinesfalls um eine ortsfremde Muschelkalk-Scholle. Auch vulkanischer Einfluss kann zumindest im erbohrten Bereich ausgeschlossen werden. Die Muschelkalk-Scholle markiert nun nachgewiesenermaßen einen subrosionsbedingten Senkungsbe- reich, der durch Auslaugungsprozesse des mehr als 700 m tieferliegenden Zechstein-Salzes oder -Sulfats verursacht wurde.

1.1.2 Prospektionsbohrungen

Die Wienerberger Ziegelindustrie GmbH brachte ebenfalls drei Kernbohrungen im Rahmen eines Tonsteinprospektionsvorhabens nieder (vergleiche Kap. 4.: Dank) und stellte diese dem Landesamt für Umwelt zur stratigraphischen Bearbeitung zur Verfügung (Tab. III-1, Abb. III-1).

Tab. III-1: Auflistung der Kernbohrungen

Forschungsbohrungen – Bayerisches Landesamt für Umwelt					
Nr.	Bezeichnung	Blattnummer Blattname	Rechtswert Hochwert	Teufe [m]	Bohrjahr
B 1	FB Mittelstreu 1	TK 5627 Bad Neustadt a. d. Saale	R 35 89 740 H 55 84 800	170,00	2002
B 2	FB Lebenhan 1	TK 5627 Bad Neustadt a. d. Saale	R 35 84 960 H 55 81 460	58,50	2002
Tonsteinprospektionsbohrungen – Wienerberger Ziegelindustrie GmbH					
B 3	KB Lebenhan 1	TK 5627 Bad Neustadt a. d. Saale	R 35 84 070 H 55 80 100	72,00	2002
B 4	KB Windshausen 1	TK 5626 Sandberg	R 35 80 570 H 55 78 650	70,00	2002
B 5	KB Brendlorenzen KB2/03	TK 5627 Bad Neustadt a. d. Saale	R 35 86 241 H 55 78 542	66,00	2003



Abb. III-1: Lageskizze der Bohrungen B 1 – B 5 (vergleiche Tab. III-1).

1.2 Ausführung der Bohrarbeiten

Zur Niederbringung der Forschungsbohrungen Mittelstreu 1 und Lebenhan 1 wurde vom Bayerischen Geologischen Landesamt (heute: Bayerisches Landesamt für Umwelt) die Fa. Brunnen & bohren, Georg Marquardt, aus Haßfurt beauftragt. Die bohrlochgeophysikalischen Messungen geschahen durch das Geowissenschaftliche Büro Beck & Seitz (gbs) aus Schwabach. Die Erkundungsbohrungen der Wienerberger Ziegelindustrie GmbH führte die H. Anger's Söhne Bohrgesellschaft mbH durch, die bohrlochgeophysikalischen Messungen die Bbi – Brunnen- und Bohrlochinspektion GmbH aus Gommern (Tab. III-2).

Tab. III-2: Bohrlochgeophysikalische Messungen

Nr.	Bohrung	Gamma-Ray Log	Focussed Electric Log	Kaliber	Leitfähigkeit	Dichte
B 1	FB Mittelstreu 1	x			x	
B 2	FB Lebenhan 1	x			x	
B 3	KB Lebenhan 1	x	x	x		x
B 4	KB Windshausen 1	x	x	x		x
B 5	KB Brendlorenzen B2/03	x	x	x		

Zur Interpretation und Korrelation der Bohrungen wurden vornehmlich Messungen der natürlichen Gammastrahlung (GR-Log) und des Gesteinswiderstandes (Focussed Electric Log, FE-Log) herangezogen.

Gammastrahlung-Log (GR-Log): Die Messung der natürlichen Gammastrahlung rührt in erster Linie vom radioaktiven Zerfall des Isotopes Kalium 40 her. Da Kalium hauptsächlich in Tonmineralen auftritt, können in klastischen Sedimenten Ton- und Sandschichten meist leicht voneinander unterschieden werden. Kalksteine und Evaporite zeichnen sich gewöhnlich durch sehr geringe Zählraten aus. Das GR-Log eignet sich daher sehr gut zur stratigraphischen Korrelation zwischen Bohrungen und kann zur Bestimmung der Lithologie sowie der Identifizierung von signifikanten Horizonten und Trennlinien eingesetzt werden (schriftl. Mitt. B. HEROLD, 2005).

Focussed Elektric Log“ (FE-Log): Bei diesem Messverfahren wird der elektrische Widerstand zwischen einer im Bohrloch abgelassenen Messelektrode und einer Referenzelektrode an der Erdoberfläche gemessen. Die Widerstandsmessungen eignen sich gut zur stratigraphischen Gliederung und auch zur lithologischen Bewertung einer durchteuften Schichtenabfolge, da sie sensibel auf kleine lithologische Veränderungen reagieren. Das ermöglicht die Nutzung für Korrelationen von Trends, Mustern oder Peaks (schriftl. Mitt. B. HEROLD, 2005).

2 Schichtenfolge

In der folgenden Beschreibung der Schichtenfolge wird nur auf Wesentliches und Besonderheiten hingewiesen. Die detaillierte Kernbeschreibung der Bohrungen ist Kapitel 3 bzw. dem Bayerischen Bodeninformationssystem (BIS) zu entnehmen.

2.1 Unterer Muschelkalk 1/Jena-Formation

Vom Muschelkalk wurden, wie geplant, lediglich die untersten Meter des Unteren Muschelkalk 1 ($\mu 1$) durchörtert (6,5 m in B 1; 9,5 m in B 2). Die Kalk- und Kalkmergelsteine zeigen das gewohnte Bild der Wellenkalkfolge 1.

Intraformationelle Konglomeratlagen von etwa 20 cm Mächtigkeit schalten sich direkt über dem Grenzgelbkalkstein (B 1, B 2) sowie bei B 1 etwa 6,5 m darüber ein.

In B 2 misst der Grenzgelbkalkstein 0,60 m, in B 1 kann wegen Kernverlustes die Mächtigkeit nicht exakt festgestellt werden. Es handelt sich um einen sehr harten, beigegrauen Dolomitstein, an dessen Basis die Abgrenzung zum Buntsandstein erfolgt.

2.2 Oberer Buntsandstein/Röt-Formation

Der Obere Buntsandstein (Tab. III-3 bis III-5) bildet im westlichen und zentralen Unterfranken, in der Fränkischen Senke beziehungsweise auf der Spessart-Schwelle, eine etwa 85 bis 100 m mächtige Abfolge und erreicht zwischen Fladungen und Kronach eine maximale Mächtigkeit von circa 130 m (vergleiche GEYER 2002: Abb. 57). Er wurde in der FB Mittelstreu (B 1), in der Fränkischen Senke, mit 131,70 m Gesamtmächtigkeit komplett durchbohrt (Tab. III-4). Somit erreicht er bei Mittelstreu fast die Mächtigkeit der Bohrung Zeilfeld in Thüringen, wo 139 m angetroffen wurden (SEIDEL 1995). Auf Blatt Münnerstadt ermittelte HOFFMANN (2010) circa 110 m, im Raum Bad Kissingen 100 bis 113 m (HOFFMANN 2005). Bei Kronach wurden Gesamtmächtigkeiten von 118 bis 128 m und bei Kulmbach circa 100 m ermittelt (LEITZ 1976).

Tab. III-3: Gliederung des Buntsandsteins in Nord-Bayern, Nord-Baden-Württemberg und Süd-Thüringen (leicht verändert nach FREUDENBERGER & FRIEDLEIN 2011: 32).

Gliederung		Kraichgau – Odenwald (LEIBER 1995, unveröff.)	Spessart – Rhön/Franken (LEPPER 1970, SCHWARZMEIER 1981, FREUDENBERGER 1996)	Süd-Thüringen (SCHNEIDER 1967, PUFF 2000)		
Oberer Buntsandstein	Röt-Fm.	so4	Oberer Rötton Myophorienbank Unterer Rötton	(Myophorienschichten) Obere Röttonsteine	Myophorienschichten Obere Bunte Schichten Obere Rotbraune Röttonsteine	
			Fränk. Chirotheriensandst.	Rötquarzit	Fränk. Chirotheriensandstein	
		so3	Plattensandstein	Untere Röttonsteine Grenzquarzit	Untere Röttonsteine Grenzquarzit	Unt. Rotbraune Röttonsteine Grenzquarzit
				Plattensandstein	Plattensandstein	Untere Bunte Schichten mit Plattensandstein
		so1	Chirotherienschiefer	Chirotherienschiefer	Graue Untere Tonsteine Chirotherienschiefer	
Mittlerer Buntsandstein	Solling-Fm.		Thüring. Chirotheriensandstein Solling-Sandstein	Thüring. Chirotheriensandstein Grenzkarneol-Horizont Solling-Sandstein		
	Hardeggen-Fm.	Karneol-Dolomit-Horizont Felssandstein	Karneol-Dolomit-Schichten Felssandstein	Obere Tonsteine Felssandstein		
		Hauptgeröllhorizont	Hardeggen-Wechselfolge Hardeggen-Grobsandstein	Tief. Hardeggen-Abfolgen Basis-Geröllsandstein		
	Detfurth-Fm.	Mittlerer Geröllsandstein	Detfurth-Wechselfolge Detfurth-Grobsandstein	Detfurth-Wechselschichten Detfurth-Geröllsandstein		
Volprie- hausen-Fm.	Unterer Geröllsandstein	Volpriehausen-Wechselfolge	Volpriehausen-Wechselfolge	Ob. Volprie.-Wechselfolge Oberer Geröllsandstein		
		Volpriehausen-Geröllsandstein	Volpriehausen-Geröllsandstein	Unt. Volprie.-Wechselfolge Volprie.-Basis-Geröllsandst.		
Unterer Buntsandstein	Bernburg-Fm.	Oberer Bausandstein	Tonlagensandstein	Bernburg-W.-Schichten		
			Basissandstein	Bernburger Sandstein Geröllsandstein		
	Calvörde-Fm.	Unterer Bausandstein	Dickbanksandstein	Sandige Tonsteine		
			Oberer Eckscher Horizont Unterer Eckscher Horizont	Eckscher Geröllsandstein Heigenbrücken-Sandstein	Calvörde-Geröllsandstein Eisfelder Sandstein	

Tab. III-4: Gliederung und Schichtmächtigkeiten in den Kernbohrungen B 1 bis B 5

Gliederung				Mächtigkeit [m]					
				B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	
Oberer Buntsandstein	Röt-Formation	so4	Myophorienschichten	18,00	15,20				131,70
			Obere Röttonsteine	32,30	29,90			>9,30	
			Rötquarzit	0,00	0,00			0,00	
		so3	Untere Röttonsteine	47,30	>3,90	>30,40	>22,25	50,10	
			Grenzquarzit	0,00		0,20	0,05	0,10	
		so2	Plattensandstein	22,60		22,20	22,30	>2,70	
so1	Chirotherienschiefer	11,50		10,80	11,55				
Mittlerer Buntsandstein	Solling-Formation	smS	Thür. Chirotherien-/Solling-Sandstein	4,70		6,40	4,90	>31,80	
	Hardegsen-Formation	K-D	Karneol-Dolomit-Horizont	1,60		0,00	0,00		
		smHF	Felssandstein	>27,10		>1,00	>6,85		

Tab. III-5: Korrelation und Mächtigkeitsvergleiche repräsentativer Profile der Röt-Formation (Oberer Buntsandstein) in Nord-Bayern und Süd-Thüringen.

Gliederung	Unterfranken	Südthüringen	Oberfranken
	Wertheim (FREUDENBERGER 1990) Lohr a. Main (SCHWARZMEIER 1980) Bad Kissingen (HOFFMANN 2005) Bad Neustadt a. d. S.	Zeilfeld SEIDEL (1995)	Coburg FREUDENBERGER et al. (1998)
Röt-Formation	Myophorienschichten 3–18 m	Myophorienschichten 19 m	Myophorienschichten > 17 m
	so4 Obere Röttonsteine 15–35 m		Obere Röttonsteine ~ 23 m
	Rötquarzit 0–7 m	Obere Bunte Schichten 44 m	Rötquarzit-Horizont 3–9 m
	so3 Untere Röttonsteine 15–47 m	Rote Schichten (mittig mit Doppelquarzit) 20 m	Untere Röttonsteine 23 m
	Grenzquarzit 0–0,5 m		Grenzquarzit 0–1,6 m
	so2 Plattensandstein 22–34 m	Untere Bunte Schichten 35 m	Plattensandstein 4–5 m Plattensandstein in Tonsteinfazies 10–13 m
so1 Chirotherienschiefer 0–12 m	Salinarröt-Folge 21 m	Chirotherienschiefer 9 m	

Literaturhinweise: Zahlreiche Autoren beschreiben den Oberen Buntsandstein Unterfrankens. Besonders sei auf die grundlegenden Arbeiten von SCHUSTER (1933, 1934, 1936), die Übersicht von CRAMER (1964), SCHWARZMEIER (1981), FREUDENBERGER (1996), LEPPER, RAMBOW & RÖHLING (2013), FREUDENBERGER et al. (2013), die umfassende Beschreibung von GEYER (2002) und die geologischen Führer von RUTTE & WILCZEWSKI (1995), GEYER & SCHMIDT-KALER (2009) sowie OKRUSCH et al. (2011) verwiesen. Weitere Forschungsergebnisse, zum Teil auch Südthüringen betreffend, stellen vor: BACKHAUS (1968, 1981, 1994), LEPPER (1972), VOSSMERBÄUMER (1979), BINDIG & BACKHAUS (1995), PUFF (1995, 2000), SEIDEL (1965, 1995), HAUSCHKE & WILDE (1999), BOCK et al. (2005), PAUL (2006), DACHROTH (2009), KAMMERER & LÜTZNER (2012), MAHLER & SELL (in Vorb.) sowie zahlreiche Geologische Karten mit Erläuterungen, zuletzt: HOFFMANN (2010), SCHWARZMEIER (2014) und VARADINOV (in Vorb.).

2.2.1 Oberer Buntsandstein 4

Myophorienschichten (so4TM)

Die Myophorienschichten bestehen aus Mergelstein mit teils dolomitischen Tonmergelsteinlagen und messen 18,0 m (B 1) bzw. 15,2 m (B 2). Im oberen Drittel schaltet sich ein 4 bis 5 m mächtiger Ton-/Schluffstein von rotbrauner, violettstichiger Farbe ein (Abb. III-2). In der nur sporadisch gekernten Tiefbohrung Bad Neustadt/Saale wurden anhand von Spülproben ebenfalls circa 15 m mächtige Myophorienschichten ermittelt, berichten GENSER (1930) und KLARE (1989). Am Ostrand des Spessarts wurden Mächtigkeiten von nur 1 bis 8 m (SCHWARZMEIER 1980, HOFFMANN 2005), bei Hammelburg 12,5 m festgestellt.



Abb. III-2: Kernfoto FB Mittelstreu 1, Teufe 12 bis 18 m: Myophorienschichten (so4TM), Übergang von zahlreichem Calcitlagendem, olivgrauem Mergelstein zu rot- bis violettbraunem Tonstein, ebenfalls Calcitlagen und Karbonatknollen enthaltend.

Obere Röttonsteine (so4T)

Die Oberen Röttonsteine sind im zentralen Unterfranken relativ konstant etwa 28 bis 35 m mächtig und nehmen nach Norden an Mächtigkeit ab (vergleiche SCHWARZMEIER 1990, HOFFMANN 2005). In den Bohrungen wurden sie mit 32,30 m (B 1) und 29,90 m (B 2) und vermutlich auch noch mit mindestens 9,30 m (B 5) Mächtigkeit erschlossen. Wie schon der Name sagt, bestehen diese Schichten vorwiegend aus Tonsteinen, die allerdings meist siltig sind. Die recht eintönige Abfolge ist violettbraun mit einzelnen, wenigen olivgrauen, reduzierten Horizonten (Abb. III-3).

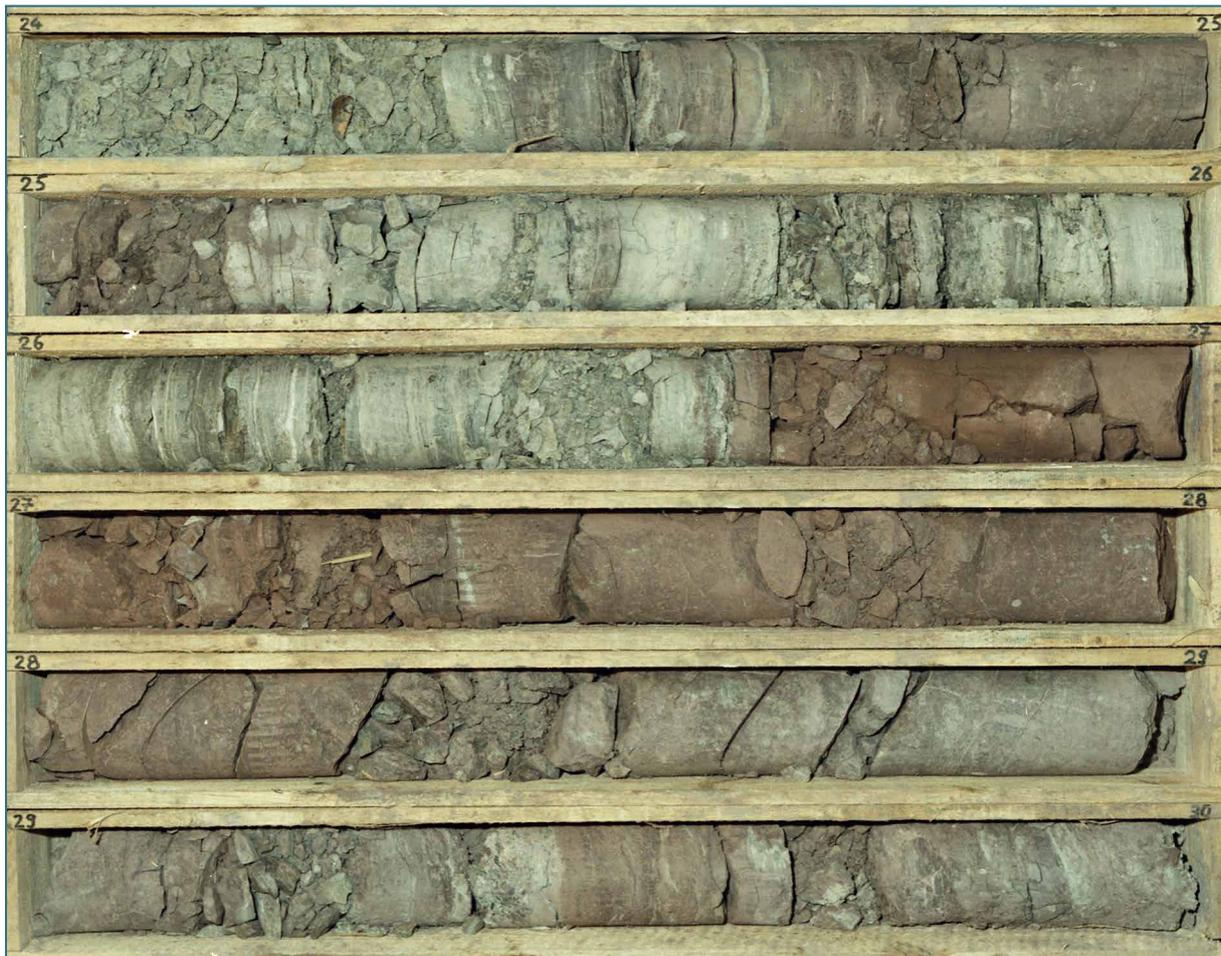


Abb. III-3: Kernfoto FB Mittelstreu 1, Teufe 24 bis 30 m: Obere Röttonsteine (so4T)/Myophorienschichten (so4TM), Übergang von rot- bis violettbraunem Tonstein zu olivgrauem Mergelstein.

Rötquarzit (so4Q)

Der im Spessart 5 bis 10 m mächtige Rötquarzit (SCHWARZMEIER 1990) keilt im nördlichen Unterfranken beziehungsweise südlichen Thüringen aus (vergleiche KÄSTNER & SEIDEL 1965). In B 1 könnte eine feinsandige Schicht zwischen 56,3 und 56,7 dem Rötquarzit entsprechen. An der Basis der feinsandigen Lage ist ein sehr auffälliger Farbwechsel von violettbraun nach hellrotbraun zu beobachten (Abb. III-4). Dieser Farbumschlag ist in B 1, B 2 und B 5 sehr auffällig und kann daher lokal auch feldmethodisch als Abgrenzung zwischen so3 und so4 angewendet werden, selbst wenn keine sandigen Einschaltungen, die dem Rötquarzit entsprächen, nachweisbar sind. Im Bohrgut der oben erwähnten Tiefbohrung war der Rötquarzit ebenfalls nicht zu identifizieren, jedoch konnte in drei flachen Kernbohrungen bei Neustadt/Saale dünne, grünliche, flaserige, kavernöse Feinsandsteinlagen (0,4 bis 1,2 m mächtig) mit grünen Ton-/Siltsteinintraklasten dem Horizont des Rötquarzits zugeordnet werden (KLARE 1989). Die Sandsteinlagen können demnach in der Umgebung von Bad Neustadt auf kurze Entfernung aufspalten und auskeilen (vergleiche SCHUSTER 1933, VARADINOV 2014). Auffällig in den flachen Kernbohrungen war Anhydrit- und Gips-Führung (Fasergips-Schnüre und -Knollen) teils knapp oberhalb und unter dem Rötquarzit-Horizont (KLARE 1989).



Abb. III-4: Kernfoto FB Mittelstreu 1, Teufe 54 bis 60 m: Untere Röttonsteine (so3T)/Obere Röttonsteine (so4T). Farbumschlag von hellrotbraunem zu rot- bis violettbraunem Tonstein bei 56,8 m Teufe. Die feinsandige Tonsteinschicht bei 56,30 bis 56,40 bzw. 56,60 bis 56,70 m sowie der schwach kieselig gebundene Feinsandstein bei 57,20 bis 57,25 m bzw. bei 58,35 bis 58,40 m könnten dem Rötquarzit entsprechen.

2.2.2 Oberer Buntsandstein 3

Untere Röttonsteine (so3T)

Während die Unteren Röttonsteine im zentralen Unterfranken etwa 18 bis 25 m mächtig sind, nimmt ihre Mächtigkeit in Richtung östliche Rhön und nach Thüringen hin beträchtlich zu. Es wurden 50,1 m (B 5) und 47,30 m (B 1) Gesamtmächtigkeiten angetroffen. Vom zentralen Spessart reduziert sich die Mächtigkeit nach Südwesten. Feinsandeinschaltungen in der Region zwischen Wertheim und Amorbach nehmen sehr stark zu (vergleiche FREUDENBERGER 1990). Die Unteren Röttonsteine wurden in B 1 und B 5 komplett und in B 2, B 3 und B 4 teilweise erschlossen. In die meist siltigen Tonsteine schalten sich zahlreiche Siltsteinlagen ein, die auch feinsandig sein können. Eine auffällige, 1,10 m mächtige Feinsandsteinlage wurde in B 1 circa 15 m unter der so3/so4-Grenze beziehungsweise circa 32 m über der so2/so3-Grenze beobachtet. Dieser Horizont könnte möglicherweise dem Thüringischen Doppelquarzit entsprechen. Allerdings schalten sich im unteren Drittel der Abfolge 4 bis 6 weitere Feinsandsteinlagen ein, die offensichtlich nicht als Leit-horizonte verwendbar sind. Die obersten 8 m der Unteren Röttonsteine enthalten in B 1 zahlreiche Calcitknollen und -kluffüllungen.

Grenzquarzit (so3Q)

Der Grenzquarzit konnte in B 3, B 4 und B 5 nachgewiesen werden. In B 3 handelt es sich um einen 0,20 m messenden, teils kieselig gebundenen Feinsandstein, in B 4 und B 5 misst der kieselig gebundene, sehr harte Feinsandstein nur 0,05 beziehungsweise 0,10 m.

2.2.3 Oberer Buntsandstein 2

Plattensandstein (so2P)

Während der Plattensandstein bei Wertheim noch 34 m (FREUDENBERGER 1990) und am Ostrand des Spessart noch 25 bis 30 m (SCHWARZMEIR 1980) misst, nimmt die Mächtigkeit zur Rhön hin und besonders nach Nordosten ab. Er ist in den Bohrungen 22,60 m (B 1), 22,2 m (B 3) und 22,3 m (B 4) mächtig. Bereits nördlich von Mellrichstadt und auch in Thüringen keilen aber die Sandstein-horizonte fast völlig aus, entsprechend des generellen Transports der Psammite von Südwesten nach Nordosten. Die im südlichen Spessart bauwürdigen Sandsteine werden nach Norden immer siltiger und toniger, so dass man im Raum Bad Neustadt an der Saale sinnvollerweise vom Plattensandstein-Bereich oder -Äquivalent spricht. In B 1 finden sich im oberen Teil noch ein etwa 4 m und etwa 10 m unter der so2/so3-Grenze ein etwa 2 bis 3 m mächtiger Feinsandstein. Ansonsten herrschen Ton- und Siltsteine vor.

2.2.4 Oberer Buntsandstein 1

Chirotherienschiefer (so1CH)

Die Chirotherienschiefer wurden in B 1, B 3 und B 4, circa 11 m mächtig, durchteuft. In die obere Hälfte der Abfolge schalten sich teils feinsandige Siltsteinlagen und einzelne dünne Feinsandsteinlagen ein. In B 3 sind diese Schichten teils karbonatisch. In B 1 lagert im unteren Bereich ein 1,30 m mächtiger Gips-/Anhydritstein, im Wechsel mit dünnen Tonsteinlagen. Die Schichten zeigen unterschiedlich starkes Einfallen und Fältelung (Abb. III-5).

Die Grenze zum hangenden so2 erfolgt in Bayern konventionell am markanten Hauptfarbwechsel von Olivgrau zu Rotbraun der so2-Schichten. Allerdings ist festzustellen, dass in einigen Bohrungen auch oberhalb dieser Grenze olivgraue Horizonte auftreten, die dem Chirotherienschiefer im Liegenden ähneln. Diese Abgrenzung ist demnach nicht zweifelsfrei, wird in der Fachliteratur unterschiedlich gehandhabt, war und ist auch weiterhin in Diskussion (vergleiche KÄSTNER & SEIDEL 1965, SCHNEIDER 1967, SEIDEL 1995, FREUDENBERGER et al. 1998, PAUL 2006, PUFF & RADZINSKI 2013). HOFFMANN (2005) beispielsweise legt die so1/so2-Grenze an die Basis des ersten Sandsteins, also deutlich tiefer. Aus thüringischer Sicht ziehen KAMMERER & LÜTZNER (2012) dieselbe Grenze sehr viel höher: Überträgt man die GR-Logs der Bohrungen Bad Colberg und Zeilfeld auf das Log der Bohrung Mittelstreu, so liegt die Grenze so1/so2 – im Sinne der beiden Autoren – bei etwa 119,5 m (mündl. Mitt. Dr. V. FRIEDLEIN 2014). Die Verzahnung der beckenrandlichen Übergangsfazies der Chirotherienschiefer mit der tieferen Plattensandstein-Fazies machte bereits LEPPER (1970: Abb.12) deutlich.

2.3 Mittlerer Buntsandstein

Vom Mittleren Buntsandstein wurde in der FB Mittelstreu (B 1) lediglich die obersten 31,8 m erbohrt. Detail-Mächtigkeitsangaben sind Tab. III-4 zu entnehmen.

2.3.1 Solling-Formation (smS)

Die Solling-Formation wurde in B 1 mit 4,7 m, in B 3 mit 6,40 m und B 4 mit 4,90 m durchteuft. Diese Mächtigkeit passt gut zu den von SCHWARZMEIER (1985, 1986) im Spessart ermittelten Werten. In B 3 und B 4 konnte die Abgrenzung zur Hardeggen-Formation wegen des nicht nachweisbaren Karneol-Dolomit-Horizontes nicht sicher erfolgen. Die generelle Problematik der Abgrenzung der Solling- und Hardeggen-Folge im nördlichen Unterfranken wird von FREUDENBERGER & FRIEDLEIN (2011) diskutiert.

2.3.2 Hardeggen-Formation (smH) mit Karneol-Dolomit-Horizont (K-D-Horizont)

Der Karneol-Dolomit-Horizont wurde lediglich in B 1 mit einer Mächtigkeit von 1,6 m angetroffen. Es handelt sich um einen fein- bis mittel-, lagenweise grobkörnigen Sandstein von grauer bis violettbrauner Farbe, der teils kieselig, teils dolomitisch gebunden ist (Abb. III-5).

Die Bohrungen B 1, B 3 und B 4 enden in der Hardeggen-Formation. In B 1 wurden fein- bis mittelkörnige, teils eingekieselte Sandsteine von mind. 27,1 m erbohrt.



Abb. III-5:
 Kernfoto FB
 Mittelstreu 1,
 Teufe 135 bis 150 m:
 Felssandstein
 (smHF)/Karneol-
 Dolomit-Horizont
 (smHF_{kd})/Solling-
 Formation
 (smS)/Chirotherien-
 schiefer (so1CH).
 → Grenze
 smHF/smHF_{kd}
 bei Teufe 144,50 m;
 → Grenze
 smHF_{kd}/smS
 bei Teufe 142,90 m;
 → Grenze
 smS/so1CH
 bei Teufe 138,20 m;

3 Bohrkernbeschreibung

Da die Untergliederung der Röt-Formation im Übergangsgebiet der Fränkischen Senke zum Thüringer Becken schwierig ist und daher immer noch in Diskussion steht, werden nachfolgend die im Kapitel 1 und 2 genannten Bohrungen aufgelistet, wobei die Schichtenverzeichnisse dieser repräsentativen Kernbohrungen wiedergegeben werden. Die in eckiger Klammer angegebene Nummer ist die Identifikationsnummer (BIS-ID) aus dem Bayerischen Bodeninformationssystem (www.lfu.bayern.de/geologie/daten). Die Beschreibungen der Bohrungen werden dort gespeichert und verfügbar gemacht. Farbfotos der Kernstrecken der Forschungsbohrungen Mittelstreu 1 und Lebenhan 1 sind ebenfalls im Archiv des Amtes hinterlegt.

Bohrprofil B 1 [5627BG000029]:

Forschungsbohrung Mittelstreu 1 (Kernbohrung 2002)

Lage: R 35 89 740, H 55 84 800

Ansatzhöhe: 280 m ü. NN (TK 25 entnommen)

Eigentümer der Bohrung: Bayer. LfU

Bohrfirma: Brunnen & bohren, Haßfurt

Geologisches Profil (Dr. W. FREUDENBERGER & Dr. S. WAGNER):

Quartär

- 0,20 m Bodenbildung, braun

Unterer Muschelkalk (mu)/Jena-Formation

- 5,80 m Kalkstein, Kalkmergelstein, stark zerbohrt, grau
- 6,00 m Kalkstein, konglomeratisch, monomikt brecciös, intraformationell
- 6,20 m KV
- 6,50 m Dolomitstein, sehr hart, beige-grau (Grenzgelbkalkstein)

Oberer Buntsandstein (so)/Röt-Formation

Myophorienschichten (so4TM)

- 6,60 m Mergelstein, grau
- 7,10 m KV
- 7,70 m Mergelstein, beige-grau
- 9,20 m KV
- 11,20 m Mergelstein, weich bis mäßig hart, teils brockig zerbohrt, olivgrau, beige-grau, einzelne mm-dicke Calcitschnüre
- 15,50 m Tonstein, siltig, weich bis mäßig hart, violettbraun, einzelne Calcitschnüre u. -einschlüsse, einzelne Calcitdrusen bei 14,10–14,80 m; brecciös, mit Dolomitsteinintraklasten bei 14,05–14,10 m, 16,10–16,20 m; Laugungserscheinungen bei 15,30 m
- 16,30 m Tonstein, dolomitisch, hart bis sehr hart, hellgrau, olivgrau, feingebändert
- 17,20 m Mergelstein, tonig, mit zahlreichen Calcitschnüren, olivgrau
- 17,80 m Tonstein, dolomitisch, mergelig, mäßig hart, feingebändert, olivgrau, teils ockergelb
- 18,30 m Mergelstein, dolomitisch, Schalenreste
- 19,20 m Tonstein, dolomitisch, mergelig, mäßig hart, feingebändert, olivgrau, teils ockergelb

- 20,00 m Mergelstein, tonig, grau, mit zahlreichen Calcitschnüren, schichtparallel
- 20,90 m Tonstein, dolomitisch, mergelig, mäßig hart, feingebändert, olivgrau, teils ockergelb
- 24,50 m Mergelstein, tonig, weich bis mäßig hart, olivgrau, dolomitisch, ockergelb bei 22,10–22,40 m; brecciös bei 23,00–23,20 m

Obere Röttonsteine (so4T)

- 26,60 m Tonstein, siltig, gebändert, violettbraun bei 24,50–25,50 m, olivgrau bei 25,50–26,60 m, mergelig bei 25,90–26,60 m
- 56,80 m Tonstein, siltig, weich bis mäßig hart, violettbraun, olivgrau bei 30,50–31,00 m, 40,30–40,40 m, 44,20–44,30 m, 44,80–45,20 m; KV bei 29,40–30,00 m; einzelne, 1–3 mm dicke Calcitschnüre schräg durchziehend, teils olivgraue Reduktionsflecken; brecciös bei 29,30–29,40 m; feinsandig bei 56,30–56,40, 56,60–56,70 m

Rötquarzit (so4Q) [nicht nachweisbar, liegt in Tonstein-Fazies vor]

Untere Röttonsteine (so3T)

- 71,00 m Tonstein, siltig, rotbraun (heller als im Hangenden), brecciös, porös, calciterfüllte Drusen bei 57,70 m, 59,10 m, 59,20 m, 59,40 m, 59,50 m, 60,40 m, 62,80 m, 63,30 m, 63,50 m, 64,00 m, 64,70 m, 68,00 m, zahlreiche 1–3 mm dicke Calcitschnüre; Sandstein, feinkörnig, tonig, schwach kieselig, bei 57,20–57,25 m, 58,35–58,40 m (? Rötquarzit)
- 72,20 m Sandstein, feinkörnig, tonig, hart, rotbraun, olivgrau bei 71,00–71,40 m, 72,00–72,20 m
- 82,20 m Tonstein, siltig, rotbraun, Calcitschnüre; Sandstein, fein- bis mittelkörnig
- 82,50 m Sandstein, feinkörnig, siltig, tonig, mäßig hart, rotbraun, grau bei 82,48–82,50 m
- 96,40 m Tonstein, siltig, rotbraun, olivgrau bei 93,90–94,00 m, 94,10–94,20 m; teils Siltstein, tonig, schwach feinsandig
- 96,50 m Sandstein, feinkörnig, mäßig hart, violettbraun
- 100,10 m Tonstein, siltig, rotbraun; Sandstein, feinkörnig bei 98,70–99,50 m
- 100,80 m Sandstein, feinkörnig, siltig, tonig, mäßig hart, dünnbankig, rotbraun
- 102,70 m Tonstein, siltig, teils feinsandig, rotbraun, olivgrau bei 102,30–102,70 m
- 103,00 m Sandstein, feinkörnig bis mittelkörnig, tonig, mäßig hart, rotbraun
- 104,10 m Siltstein, tonig, rotbraun

Grenzquarzit (so3Q)

[nicht nachweisbar, liegt in Tonstein-Fazies vor]

Plattensandstein (so2P)

- 107,80 m Sandstein, feinkörnig, tonig, siltig, mäßig hart bis hart, dickschichtig bis dünnbankig, rotbraun; Sedimentstrukturen, bioturbat bei 106,70 m; 107,60–107,80 m
- 109,70 m Siltstein, tonig, schwach feinsandig, mäßig hart, rotbraun
- 110,10 m Sandstein, feinkörnig, tonig, mäßig hart, rotbraun; Wühlgefüge bei 109,80 m
- 110,40 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, tonig, teils schwach kieselig gebunden, hart, rotbraun, feingebändert bei 109,80–116,50 m; bioturbat bei 110,40 m
- 111,70 m Siltstein, tonig, feinsandig; mit dünnen Sandsteinlagen, feinkörnig, tonig, siltig, dickschichtig, oben olivgrau, unten rotbraun

- 113,00 m Siltstein, tonig, lagenweise schwach feinsandig, rotbraun, olivgrau bei 111,80–112,20 m
- 115,20 m Sandstein, feinkörnig, tonig, mäßig hart bis hart, rotbraun; Setzungserscheinungen bei 113,80 m
- 115,80 m Siltstein, tonig, lagenweise feinsandig, rotbraun
- 116,60 m Sandstein, feinkörnig, tonig, mäßig hart bis hart, dünnbankig, rotbraun
- 120,70 m Tonstein, siltig, rotbraun, olivgrau bei 118,30–119,60 m; feingebändert bei 117,80–119,40 m, 119,80–120,70 m
- 120,90 m Sandstein, feinkörnig, tonig, siltig, feingebändert, rotbraun
- 126,70 m Tonstein, siltig; teils Siltstein, tonig, rotbraun, olivgrau bei 122,70–123,70 m; Sandstein, feinkörnig, tonig bei 125,00–125,20 m; feingebändert, laminiert bei 120,90–124,30 m

Chirotherienschiefer (so1CH)

- 130,80 m Tonstein, siltig, dickschichtig, dunkelgrau
- 131,00 m Siltstein, tonig, grau, oliv- bis dunkelgrau
- 131,20 m Sandstein, feinkörnig, tonig, mäßig hart bis hart, oliv- bis dunkelgrau; einzelne mm-starke Feinsandsteinlagen, grau
- 133,00 m Sandstein, stark siltig, tonig, rotbraun
- 133,70 m KV
- 134,90 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, rotbraun
- 135,00 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, kieselig, sehr hart, grau
- 136,30 m Tonstein, siltig, oliv- bis dunkelgrau; einzelne Gipsschnüre
- 137,60 m Gips-/Anhydritstein, weiß (grau); im Wechsel mit Tonstein, dunkelgrau; unterschiedlich starkes Schichteinfallen (Fältelung?)
- 137,80 m Sandstein, feinkörnig, tonig, olivgrau
- 138,20 m Tonstein, siltig, olivgrau

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Solling-Formation (smS)

- 138,50 m Sandstein, feinkörnig, tonig, hart, löcherig, porös, olivgrau
- 139,10 m Siltstein, tonig; mit einzelnen Lagen Sandstein, feinkörnig, tonig, olivgrau
- 140,50 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, tonig, teils schwach kieselig, hart, porös, löcherig, dickschichtig bis dünnbankig, mit vielen Tonsteinlagen, olivgrau
- 142,90 m Sandstein, feinkörnig, tonig, teils schwach kieselig, hart bis sehr hart, dünn- bis mittelbankig, olivgrau, teils rotbraun, löcherig bei 141,90–142,90 m

Hardeggen-Formation (smH)

Karneol-Dolomit-Horizont

- 143,10 m Sandstein, feinkörnig bis mittelkörnig, lagenweise grobkörnig, löchrig, teils eingekieselt, violettbraun
- 143,70 m KV
- 143,90 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, dolomitisch, olivgrau, hellgrau
- 144,50 m Sandstein, mittelkörnig, tonig, teils kieselig, teils dolomitisch (besonders bei 144,20 m), sehr hart, oben violettbraun, unten rosabräunlich

Felssandstein (smHF) + Hardegsen-Wechselfolge (sm HW) [Hardegsen-Formation nicht weiter gliederbar]

- 145,30 m Sandstein, feinkörnig bis mittelkörnig, tonig, teils kieselig, sehr hart, rotbraun; Tongallen; Tonsteinlagen, siltig, feinsandig, rotbraun bei 144,70–144,80 m
- 170,00 m Sandstein, feinkörnig bis mittelkörnig, tonig, teils kieselig, stark kieselig bei 164,90–167,00 m, hart bis sehr hart, intensiv schräg- und kreuzgeschichtet, rotbraun, teils violettrosa; lagenweise Tongallen; Tonstein, siltig, rotbraun bei 145,30–145,40 m, 145,70–145,90 m, 147,50–147,55 m, 147,70–147,80 m, 148,20–148,30 m, 150,80–150,90 m, 151,30–151,60 m, 153,40–153,45 m, 153,80–153,85 m, 154,10–154,20 m, 155,40–155,70 m, 156,40–156,50 m, 157,60–157,65 m, 157,80–157,90 m, 158,10–158,15 m, 159,00–159,20 m, 159,50–159,55 m, 160,05–160,10 m, 162,50–162,60 m, 163,60–164,20 m, 164,90–164,95 m, 167,00–167,10 m, 167,50–167,70 m, 167,80–167,90 m, 168,10–168,20 m, 168,80–169,30 m, 169,50–169,60 m

Anm.: Die Grenze Felssandstein/Hardegsen-Wechselfolge liegt wahrscheinlich bei Teufe 167,00 m.

Bohrprofil B 2 [5627BG000030]:

Forschungsbohrung Lebenhan 1 (Kernbohrung 2002)

Lage: R 35 84 960, H 55 81 460

Ansatzhöhe: 310 m ü. NN (TK 25 entnommen)

Eigentümer der Bohrung: Bayer. LfU

Bohrfirma: Brunnen & bohren, Haßfurt

Geologisches Profil (Dr. W. FREUDENBERGER & Dr. S. WAGNER):

Quartär

- 0,20 m Bodenbildung, braun

Unterer Muschelkalk (mu)/Jena-Formation

- 8,70 m Kalkstein, Kalkmergelstein, stark zerbohrt, grau; Kalkstein, konglomeratisch bei 2,35–2,40 m
- 8,90 m Kalkstein, monomikt brecciös, grau
- 9,50 m Dolomitstein, sehr hart, ockergelb (Grenzgelbkalkstein)

Oberer Buntsandstein (so)/Röt-Formation

Myophorienschichten (so4TM)

- 11,80 m Mergelstein, weich bis mäßig hart, teils brockig zerbohrt, olivgrau,
- 12,80 m Tonstein, siltig, mergelig, weich bis mäßig hart, olivgrau
- 16,50 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 18,30 m Mergelstein, tonig, weich bis mäßig hart, olivgrau
- 18,40 m Kalkmergelstein, grau, Schalenreste
- 24,70 m Mergelstein, tonig, weich bis mäßig hart, olivgrau; Pflanzenreste bei 18,45 m und bei 23,5 m; Muschelreste bei 18,73, Spurenfossil bei 21,70 m; Gipsresiduen bei 24,50 m

Obere Röttonsteine (so4T)

- 25,80 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 26,20 m Tonstein, siltig, mergelig, weich bis mäßig hart, olivgrau
- 26,40 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 27,20 m Tonstein, siltig, mergelig, weich bis mäßig hart, olivgrau
- 30,50 m Tonstein, siltig, violettbraun
- 31,00 m Tonstein, siltig, mergelig, olivgrau
- 32,20 m Tonstein, siltig, violettbraun
- 32,80 m Tonstein, siltig, mergelig, olivgrau
- 54,50 m Tonstein, siltig, weich bis mäßig hart, violettbraun, olivgrau bei 40,30–40,40 m, 43,60–43,70 m; 44,00–44,20 m; 44,30–44,40 m; 44,80–45,20 m; 53,40–53,50 m; KV bei 29,40–30,00 m; Siltstein, feinsandig, tonig, violettbraun bei 34,90–35,60 m, 36,80–36,90 m

Rötquarzit (so4Q) [nicht nachweisbar, liegt in Tonstein-Fazies vor]

Untere Röttonsteine (so3T)

- 54,60 m Tonstein, siltig, weich, violettbraun, olivgrau (Bodenbildung)
- 58,50 m Tonstein, siltig, weich bis mäßig hart, hellrotbraun (heller als im Hangenden)

Bohrprofil B 3 [5627BG000031]:

Tonstein-Prospektionsbohrung Lebenhan 1 (Kernbohrung 2002)

Lage: TK 5627 Neustadt/Saale, R 35 84 070, H 55 80 100 (NW Bad Neustadt/Saale)

Ansatzhöhe: circa 282 m ü. NN (TK 25 entnommen)

Eigentümer der Bohrung: Wienerberger Ziegelindustrie GmbH

GR-Log vorhanden

Geologisches Profil (Dr. W. FREUDENBERGER):

Quartär

- 0,30 m Bodenbildung
- 1,00 m Lößlehm, braun

Oberer Buntsandstein (so)/Röt-Formation

Untere Röttonsteine (so3T)

- 4,50 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 4,60 m Sandstein, feinkörnig, siltig, tonig, rotbraun, mäßig hart
- 4,90 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 9,10 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 9,40 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 11,00 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 11,30 m Sandstein, feinkörnig, siltig, tonig, rotbraun, mäßig hart; im Wechsel mit Siltstein, tonig
- 31,40 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich; Sandstein, stark siltig bei 12,50–12,60 m, 16,90–17,00 m, 28,70–28,80 m; Siltstein bei 15,10–15,20 m, 21,00–21,10 m, 26,10–26,20 m, grüngrau bei 31,10–31,40 m

Grenzquarzit (so3Q)

- 31,60 m Sandstein, feinkörnig, siltig, tonig, hart, teils kieselig gebunden, rotbraun

Plattensandstein (so2P) (Tonstein-Fazies)

- 32,40 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 32,55 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, hart, grüngrau
- 32,80 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 33,00 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, grüngrau, hart
- 33,10 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 33,30 m Sandstein, feinkörnig, teils kieselig gebunden, hart bis sehr hart, rotbraun
- 37,70 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich;
Siltstein bei 35,20–35,30 m, 35,90–36,10 m, 37,00–37,10 m
- 37,80 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, grüngrau, hart
- 42,20 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich; grüngrau bei 38,40–38,60 m;
Siltstein, tonig bei 39,20–39,30 m, 41,10–41,20 m, 41,60–41,70 m
- 42,25 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, grüngrau, hart
- 42,40 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 42,50 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, grüngrau, hart
- 42,90 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 43,30 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, grüngrau, hart
- 43,90 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 44,20 m Siltstein, tonig, feinsandig
- 44,60 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, rotbraun
- 50,00 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun; grau-grün bei 45,40–45,60 m, 46,80–47,60 m
(im Wechsel mit rotbraunen Lagen), 48,90–49,20 m
- 50,20 m Siltstein, tonig, mäßig hart, grüngrau
- 51,50 m Tonstein, siltig, oben rotbraun, unten grüngrau
- 51,70 m Siltstein, feinsandig, grüngrau, mäßig hart
- 51,80 m Tonstein, grüngrau, rotbraun
- 51,90 m Sandstein, feinkörnig, grüngrau, siltig, tonig
- 53,80 m Tonstein, rotbraun, weich, siltig; Siltstein, tonig bei 53,00–53,30 m, rotbraun

Chirotherienschiefer (so1CH)

- 55,90 m Tonstein, siltig, grüngrau, schwach karbonatisch; Siltstein,
grüngrau bei 54,00–54,20 m, 55,00–55,20 m
- 56,00 m Siltstein, tonig, feinsandig, mäßig hart, grüngrau, schwach karbonatisch
- 58,25 m Tonstein, siltig, grüngrau, dunkelgraugrün, schwach karbonatisch
- 58,40 m Siltstein, tonig, grüngrau, mäßig hart
- 61,70 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich; Sandstein-Schmitze bei 60,40 m
- 64,60 m Tonstein, siltig, schwarzgrau, dunkelgraugrün, weich, schwach karbonatisch

Mittlerer Buntsandstein (sm)**Solling-Formation (smS)**

- 65,20 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, grüngrau
- 70,00 m Sandstein, feinkörnig, teilweise völlig entfestigt, mürbe, mäßig hart, grüngrau;
Siltstein, tonig, stark feinsandig bei 66,80–67,00 m, 67,70–67,90 m, 68,90–69,00 m
- 70,30 m Tonstein, stark siltig, grüngrau, weich

- 71,00 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun
- 71,10 m Sandstein, feinkörnig, kieselig gebunden, sehr hart, violettbraun
- 72,00 m Sandstein, feinkörnig, tonig, hart, kieselig gebunden bei 71,80–71,90 m, rotbraun

Anm.: Die Grenze Solling-Fm./Hardeggen-Fm. liegt wahrscheinlich bei Teufe 71,00 m.

Bohrprofil B 4 [5626BG000004]:

Tonstein-Prospektionsbohrung Windshausen 1: (Kernbohrung 2002)

Lage: TK 5626 Sandberg, R 35 80 570, H 55 78 650 (W Windshausen)

Ansatzhöhe: circa 343 m ü. NN (TK 25 entnommen)

Eigentümer: Wienerberger Ziegelindustrie GmbH

GR-Log vorhanden

Geologisches Profil (Dr. W. FREUDENBERGER):

Quartär

- 0,10 m Bodenbildung
- 2,10 m Hangschutt aus Tonstein, rotbraun, und Feinsandsteinbrocken

Oberer Buntsandstein (so)/Röt-Formation

Untere Röttonsteine (so3T)

- 6,80 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich
- 6,90 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 8,30 m Sandstein, stark siltig, tonig, rotbraun, zerbohrt
- 8,50 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 8,70 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, rotbraun
- 9,20 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 9,80 m Siltstein, tonig; im Wechsel mit Sandstein, feinkörnig, rotbraun, tonig
- 10,20 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 11,00 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 13,00 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 13,20 m Siltstein, tonig, oben grüngrau, unten rotbraun
- 20,15 m Tonstein, teils stark siltig, rotbraun, weich bis mäßig hart
- 20,20 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 21,10 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich
- 21,20 m Siltstein, tonig, rotbraun, mäßig hart
- 21,90 m Tonstein, siltig, rotbraun, basal grüngrau
- 22,10 m Siltstein, tonig, grüngrau
- 22,20 m Sandstein, feinkörnig, tonig, hart, grüngrau, unten rotbraun
- 22,85 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 22,90 m Siltstein, tonig, grüngrau

- 23,00 m Sandstein, feinkörnig, tonig, grüngrau, hart
- 23,10 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 23,20 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, grüngrau
- 23,90 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 24,35 m Sandstein, feinkörnig, siltig, tonig, hart, rotbraun

Grenzquarzit (so3Q)

- 24,40 m Sandstein, feinkörnig, siltig, rotbraun, kieselig gebunden, sehr hart

Plattensandstein (so2P) (Tonstein-Fazies)

- 25,40 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 25,60 m Sandstein, feinkörnig, tonig, siltig, rotbraun, hart
- 25,70 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 26,10 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 26,20 m Sandstein, feinkörnig, siltig, tonig, rotbraun, hart
- 26,90 m Siltstein, tonig, rotbraun, mäßig hart
- 27,05 m Sandstein, feinkörnig, tonig, hart, grüngrau, rotbraun, glimmerhaltig
- 27,20 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 29,00 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 29,15 m Sandstein, feinkörnig, tonig, hart, grüngrau, nach unten rotbraun
- 29,30 m Siltstein, tonig, feinsandig, mäßig hart, rotbraun
- 29,50 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 30,00 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, rotbraun, mäßig hart bis hart
- 30,50 m Tonstein, siltig, mäßig hart, rotbraun, unten grüngrau
- 31,70 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich
- 31,75 m Sandstein, feinkörnig, tonig, hart, rotbraun
- 32,20 m Siltstein, tonig, teils feinsandig, rotbraun, unten grüngrau
- 33,00 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 33,10 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 33,85 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich
- 34,25 m Siltstein, tonig, rotbraun, mäßig hart
- 34,50 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, rotbraun, mäßig hart
- 35,10 m Tonstein, stark siltig, grüngrau, rotbraun
- 35,40 m Sandstein, feinkörnig, tonig, grüngrau, hart
- 40,90 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich, grüngrau bei 39,20–39,70 m
- 41,05 m Siltstein, tonig, feinsandig, mäßig hart
- 41,80 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 42,00 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 45,00 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun, grüngrau bei 43,00–43,80 m; einzelne Siltsteinlagen
- 45,25 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 46,70 m Tonstein, siltig, rotbraun, weich

Chirotherienschiefer (so1CH)

- 47,55 m Siltstein, tonig, grüngrau, in dünn-schichtigem Wechsel rotbraun, teils schwach karbonatisch
- 47,65 m Sandstein, feinkörnig, tonig, hart, glimmerhaltig, grüngrau
- 47,90 m Tonstein, siltig, grüngrau, weich, teils schwach karbonatisch
- 48,40 m Siltstein, tonig, mäßig hart, grüngrau
- 48,80 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 50,10 m Tonstein, siltig, grüngrau, teils schwach karbonatisch
- 50,95 m Tonstein, stark siltig, rotbraun; teils Siltstein, tonig, rotbraun
- 51,05 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, hart, rotbraun
- 52,30 m Tonstein, siltig, rotbraun; mit einzelnen Siltsteinlagen, tonig, rotbraun
- 52,35 m Sandstein, feinkörnig, tonig, siltig, hart, glimmerhaltig, grüngrau
- 53,20 m Tonstein, siltig, rotbraun, nach unten einzelne grüngraue Lagen
- 53,25 m Siltstein, feinsandig, tonig, hart, grüngrau
- 57,60 m Tonstein, siltig, grüngrau, teils schwarzgraugrün, teils ockerbraun fleckig (karbonatisch)
- 57,70 m Sandstein, feinkörnig, tonig, mäßig hart, grüngrau, Fe/Mn-Tüpfelchen, gepunktet
- 58,10 m Tonstein, siltig, grüngrau
- 58,25 m Siltstein, tonig, feinsandig, grüngrau, entfestigt, weich

Mittlerer Buntsandstein (sm)

Solling-Formation (smS)

- 59,10 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, entfestigt, weich, beige-grüngrau; starke Fe/Mn-Tüpfelung bei 58,60–58,65 m
- 60,50 m Siltstein, stark feinsandig, tonig, grüngrau; Fe/Mn-Mulm-Nester bei 60,20–60,40 m
- 61,70 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, entfestigt, weich bis mäßig hart, grüngrau
- 62,50 m Siltstein, stark feinsandig, tonig, grüngrau, entfestigt, weich
- 63,15 m Siltstein, tonig, grüngrau

Hardeggen-Formation (Felsandstein) (smHF)

- 69,90 m Sandstein, feinkörnig, schwach mittelkörnig, überwiegend kieselig gebunden, sehr hart, hellgrau, zahlreiche Loch- und Schlitzreihen (? gelöstes Karbonat), dünn- bis mittelbankig, horizontal geschichtet; steile Kluft bei 65,00–66,00, 68,50–69,80 m, hellbraune Klufflächen; Siltstein, tonig, feinsandig bei 64,60–64,70 m, 66,00–66,10 m
- 70,00 m Siltstein, stark feinsandig, mäßig hart, tonig, hellgrau

Bohrprofil B 5 [5627BG000032]:

Tonstein-Prospektionsbohrung Brendlorenzen KB2/031 (Kernbohrung 2003)

Lage: TK 5627 Bad Neustadt a. d. Saale, R 35 86 241, H 55 78 542

Ansatzhöhe: circa 255 m ü. NN (TK 25 entnommen)

Eigentümer: Wienerberger Ziegelindustrie GmbH

GR-Log vorhanden

Geologisches Profil (Dr. W. FREUDENBERGER):

Quartär

- 0,20 m Bodenbildung, braun
- 3,80 m Lößlehm, hellbraun

Obere Röttonsteine (so4T)

- 11,90 m Tonstein, siltig, violettrotbraun, grüngrau bei 4,70–5,20 m; 6,70–6,90 m
- 12,20 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 12,70 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 13,10 m Siltstein, tonig, mäßig hart, rotbraun

Rötquarzit (so4Q) [nicht nachweisbar, liegt in Tonstein-Fazies vor]

Untere Röttonsteine (so3T)

- 14,90 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 15,00 m Siltstein, tonig, grüngrau
- 16,60 m Tonstein, siltig, violettrotbraun; Siltstein, tonig von 15,30–15,70 m, violettrotbraun
- 18,00 m Siltstein, tonig, violettrotbraun
- 19,90 m Tonstein, siltig, hellrotbraun
- 24,00 m Siltstein, tonig, mäßig hart, violettrotbraun, dickschichtig; graugefleckt und karbonatisch bei 22,40 m
- 24,20 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, tonig, violettrotbraun, dünn- bis dickschichtig
- 25,80 m Tonstein, siltig, violettrotbraun
[darunter Farbumschlag, der sonst zur Abgrenzung so3T/so4T dient!]
- 27,80 m Tonstein, siltig, hellrotbraun, basal grüngrau gefleckt
- 28,20 m Sandstein, feinkörnig, tonig gebunden, mäßig hart, grüngrau
- 28,90 m Tonstein, siltig, hellrotbraun
- 29,20 m Siltstein, tonig, schwach feinsandig, mäßig hart, hellrotbraun
- 31,00 m Tonstein, siltig, hellrotbraun, weich
- 31,40 m Siltstein, tonig, hellrotbraun
- 38,10 m Tonstein, siltig, hellrotbraun, weich
- 38,20 m Sandstein, feinkörnig, stark siltig, kieselig gebunden, sehr hart
- 44,10 m Tonstein, siltig, hellrotbraun; hellrotbraun, grüngrau gefleckt bei 38,20–38,30 m, 40,80–42,10 m, 42,60–42,70 m
- 45,10 m Siltstein, tonig, violettrotbraun, mäßig hart
- 45,80 m Tonstein, siltig, rotbraun
- 46,00 m Siltstein, tonig, mäßig hart
- 47,60 m Tonstein, siltig, hellrotbraun
- 47,65 m Sandstein, grobkörnig, siltig, kieselig gebunden, sehr hart
- 51,20 m Tonstein, siltig, hellrotbraun; grüngrau gefleckt bei 50,10–50,20 m; Siltstein, tonig bei 47,70–47,80 m, 48,00–48,10 m, 49,30–49,40 m, 50,00–50,20 m, 50,90–51,10 m
- 51,25 m Siltstein, feinsandig, tonig gebunden, hart, grüngrau
- 58,30 m Tonstein, weich, rotbraun; rotbraun und grüngrau gefleckt bei 51,25–52,50 m, 54,30–54,90 m, 56,80–57,30 m; Siltstein tonig bei 54,00–54,30 m, 55,00–55,10 m, 56,90–57,30 m
- 58,80 m Siltstein, tonig, rotbraun
- 62,50 m Tonstein, siltig, weich, rotbraun, grüngrau gefleckt
- 63,20 m Siltstein, tonig, grüngrau, mäßig hart

Grenzquarzit (so3Q)

- 63,30 m Sandstein, feinkörnig, siltig, kieselig gebunden, sehr hart, grüngrau

Plattensandstein (so2P)

- 63,35 m Siltstein, tonig, rotbraun, basal violettrotbraun
- 63,40 m Sandstein, feinkörnig, siltig, tonig gebunden, grüngrau
- 63,90 m Siltstein, tonig, mäßig hart, violettrotbraun
- 64,50 m Tonstein, siltig, rotbraun, teils grüngrau, weich
- 65,10 m Sandstein, feinkörnig, tonig gebunden, mäßig hart bis hart, dickschichtig bis dünnbankig, rotbraun, basal grüngrau
- 65,50 m Siltstein, feinsandig, tonig, violettbraun, rotbraun, auf Schichtflächen grüngrau
- 66,00 m Sandstein, feinkörnig, tonig, mäßig hart; lagenweise Siltstein, feinsandig

Anm.: Die Grenzziehung so3/so4 ist nicht zweifelsfrei, da der Rötquarzit auskeilt. Mit Hilfe des GR-Logs kann dieses Profil mit dem der FB Mittelstreu 1 korreliert werden. Der sonst so typische Farbumschlag von violettbraun nach hellrotbraun scheint in dieser Bohrung nicht wie gewohnt eindeutig zu sein, denn bis zur Teufe von 25,80 m treten violettbraune Farben auf.

4 Dank

Dank richtet sich an Frau A. HAUK-SUSKA, Wienerberger Ziegelindustrie GmbH, für die Erlaubnis, die Prospektionsbohrungen zu bearbeiten und die lithologisch-stratigraphischen Ergebnisse zu publizieren sowie an Herrn Dr. C. MUNK, Harres Pickel Consult AG, für die vielseitige Unterstützung und Diskussion der Ergebnisse.

5 Literatur

- BACKHAUS, E. (1968): Fazies, Stratigraphie und Paläogeographie der Solling-Folge (Oberer Buntsandstein) zwischen Odenwald-Rhön und Thüringer Wald. – *Oberrhein. geol. Abh.*, **17**(1): 1–164, Karlsruhe.
- BACKHAUS, E. (1981): Der marin-brackische Einfluß im Oberen Röt Süddeutschlands. – *Z. deutsch. geol. Ges.*, **132**: 361–382, Hannover.
- BACKHAUS, E. (1994): Der Einfluß der Tektonik und des skythisch-anisischen Meeresspiegelanstiegs auf die Faziesgliederung des Oberen Buntsandsteins im Germanischen Triasbecken. – *Z. deutsch. geol. Ges.*, **145**(2): 325–342, Hannover.
- BINDIG, M. & BACKHAUS, E. (1995): Rekonstruktion der Paläoenvironments aus den fluviatilen Sedimentkörpern der Röt-Sandsteinfazies (Oberer Buntsandstein) Südwestdeutschlands. – *Geol. Jb. Hessen*, **123**: 69–105, Wiesbaden.
- BOCK, H., FREUDENBERGER, W., LEPPER, J., SCHMITT & P. WEBER, J. (2005): Der Buntsandstein in Main-Tauberfranken (Exkursion B am 31. März 2005). – *Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver.*, N. F. **87**: 65–96, Stuttgart.
- BÜCKING, H. (1909): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Blatt Sondheim. – *Kgl. Preuß. Geol. L.-Anst.*, Lfg. 171, 47 S.
- CRAMER, P. (1964): Buntsandstein. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000. – 2. Aufl.: 69–81, München.
- DACHROTH, W. (2009): Violette Horizonte – eine Literaturlauswertung. – *Schriftenr. Dt. Geol. Ges. Geowiss.*, **54**: 79–108, Hannover.
- DERSCH-HANSMANN, M., HUG, N. & WONIK, T. (2010): Ein vollständiges Röt-Profil (Oberer Buntsandstein) in Nordhessen – Lithostratigraphie, Sedimentfazies, Geochemie und Geophysik der Kernbohrung Fürstenwald. – *Geol. Jb. Hessen*, **136**: 65–107, Wiesbaden.
- DERSCH-HANSMANN, M., LEPPER, J., RAMBOW, D., TIETZE, K.-W. & WENZEL, B. (2013): Der Buntsandstein in der zentralen Hessischen Senke. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – *Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss.*, **69**: 385–419, Hannover (Schweizerbart).
- ELLENBERG, J., SCHRÖDER, B., PETEREK, A. & MORGENROTH, V. (2001): Geologie und Landschaftsgeschichte im Dreiländereck Hessen, Bayern, Thüringen. – *Exkursionsf. und Veröff. der GGW*, **213**: 1–46, Berlin.
- FREUDENBERGER, W. (1990): Geologische Karte 1:25 000 von Baden-Württemberg, Erläuterungen zu Blatt 6223 Wertheim. – 147 S., Stuttgart (L.-Verm.-Amt Baden-Württemberg).
- FREUDENBERGER, W. (1996): Trias. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Geologische Karte von Bayern 1:500 000, Erläuterungen. – 4. Aufl.: 65–89, München.

- FREUDENBERGER, W. & FRIEDLEIN, V. (2011): Die Forschungsbohrungen Windshausen 1 (2006) und Zeitlofs 1 (2008) – Ergebnisse und Bedeutung für die Gliederung des Buntsandsteins. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **93**: 27–44, Stuttgart.
- Freudenberger, W., Friedlein, V. & Schulze, M. (2016): Die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 bei Stadtprozelten/Unterfranken. *Geologica Bavarica*, **114**: 7–38, Augsburg.
- FREUDENBERGER, W., FRITZER, T. & GEIGER, A. (1998): Der Mittlere und Obere Buntsandstein in Kernbohrungen bei Coburg. – *Geologica Bavarica*, **103**: 295–320, München.
- FREUDENBERGER, W., GEYER, G. & SCHRÖDER, B. (2013): Der Buntsandstein in Bayern (nord-westliches Franken, Bruchschollenland und Randfazies im Untergrund). – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 547–582, Hannover (Schweizerbart).
- GENSER, C. (1930): Zur Stratigraphie und Chemie des Mittleren Muschelkalks in Franken. – *Geol. Paläont. Abh.*, N. F. 17(4): 383–451, Jena.
- GEYER, G. (2002): *Geologie von Unterfranken und angrenzenden Regionen*. – 588 S., Stuttgart (Klett-Perthes).
- GEYER, G. & SCHMIDT-KALER, H. (2009): Den Main entlang durch das Fränkische Schichtstufenland. – *Wanderungen in die Erdgeschichte*, **23**: 208 S., München (F. Pfeil).
- HAUSCHKE, N. & WILDE, V. [Hrsg.] (1999): *Trias. Eine ganz andere Welt. Mitteleuropa im frühen Erdmittelalter*. – 647 S., München (Pfeil).
- HOFFMANN, U. (2005): *Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 5726 Bad Kissingen Nord und Blatt 5826 Bad Kissingen Süd*. – 64 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HOFFMANN, U. (2010): *Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt 5727 Münnersstadt*. – Augsburg (Bayer. LfU).
- KAMMERER, T. & LÜTZNER, H. (2012): Die lithostratigraphische Gliederung des Oberen Buntsandsteins in Bohrprofilen des Thüringer Beckens und Südthüringens. – *Beitr. Geol. Thüringen*, N. F. **19**: 5–17, Jena.
- KÄSTNER, H. & SEIDEL, G. (1965): Zur Ausbildung des Oberen Buntsandsteins (Röt) in Westthüringen. – *Geologie*, **14**: 145–152, Berlin.
- KLARE, B. (1989): *Gliederung und Paläogeographie des Buntsandsteins im Ostteil der Süddeutschen Scholle*. – Diss. Univ. Bochum: 150 S., Bochum.
- LEITZ, F. (1976): Zur Lithostratigraphie des Buntsandsteins bei Coburg–Kronach (Oberfranken). – *Geol. Bl. NO-Bayern*, **26**(3–4): 212–221, Erlangen.
- LEPPER, J. (1970): *Neue Ergebnisse lithostratigraphisch-fazieller Detail-Untersuchungen im renzbereich Mittlerer/Oberer Buntsandstein zwischen Fulda und Neckar*. – Diss. Univ. Würzburg: 189 S., Würzburg.

- LEPPER, J. (1972): Stratigraphisch-fazielle Untersuchungen im Grenzbereich Mittlerer/Oberer Buntsandstein zwischen Fulda und Neckar. – Geol. Jb. **90**: 463–500, Hannover.
- LEPPER, J., RAMBOW, D. & RÖHLING, H.-G. (2013): Lithostratigraphie des Buntsandstein in Deutschland. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 69–149, Hannover (Schweizerbart).
- MAHLER, H. & SELL, J. (in Vorb.): Profile im Oberen Buntsandstein (Röt 4-Subformation) von Unterfranken und Südthüringen. – Naturwiss. Jb. Schweinfurt, Schweinfurt.
- OKRUSCH, M., GEYER, G. & LORENZ, J. (2011): Spessart. Geologische Entwicklung und Struktur, Gesteine und Minerale. – Slg. geol. Führer, **106**: 368 S., Stuttgart (Gebr. Borntraeger).
- PAUL, J. (2006): Facies analysis and sequence stratigraphy of an evaporitic-fluvial unit: The Röt (lower Triassic, Germany). – N. Jb. Geol. Abh., **242**(1): 103–132, Stuttgart.
- PUFF, P. (1995): Buntsandstein. – In: SEIDEL, G. [Hrsg.]: Geologie von Thüringen. – 302–317, Stuttgart (Schweizerbart).
- PUFF, P. (2000): Der Buntsandstein im Raum Sonneberg/Thüringen. – Beitr. Geol. Thüringen, N. F. **7**: 33–53, Jena.
- PUFF, P. & RADZINSKY, K.-H. (2013): Der Buntsandstein in der Thüringischen Senke. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION [Hrsg.; Koordination und Redaktion: J. LEPPER & H.-G. RÖHLING für die Subkommission Perm-Trias]: Stratigraphie von Deutschland XI. Buntsandstein. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 421–448, Hannover (Schweizerbart).
- REIS, O. M. (1914): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Königreichs Bayern 1:25 000, Blatt Kissingen No. 41. – 79 S., München (Bayer. Oberbergamt).
- RUTTE, E. (1974): Hundert Hinweise zur Geologie der Rhön. – 96 S., München (Delp).
- RUTTE, E. & WILCZEWSKI, N. (1995): Mainfranken und Rhön. – Slg. geol. Führer, 3. Aufl., **74**: 232 S., Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- SCHNEIDER, H.-E. (1967): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Oberen Buntsandstein südlich des Thüringer Waldes. – Freiburger Forschungsh. Geol., **C 217**: 1–138, Leipzig.
- SCHRÖDER, B. & MENZEL, D. (1996): „Fremdschollen“ als Hinweise auf Salinarkarst im Keuper-Areal des Grabfeldes (Südthüringen/Nordbayern). – Beitr. Geol. Thüringen, N. F. **3**: 169–177, Jena.
- SCHUSTER, M. (1933): Die Gliederung des Unterfränkischen Buntsandsteins. II. Der Obere Buntsandstein oder das Röt. a. Die Grenzschichten zwischen Mittlerem und Oberem Buntsandstein. – Abh. Geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, **9**: 58 S., München.
- SCHUSTER, M. (1934): Die Gliederung des Unterfränkischen Buntsandstein. II. Der Obere Buntsandstein oder das Röt. b. Das Untere Röt oder die Stufe des Plattensandsteins. – Abh. Geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, **15**: 64 S., München.

- SCHUSTER, M. (1935): Ortsfremde Muschelkalkschollen im Buntsandstein der Vorrhön. – Z. dt. geol. Ges., **87**: 589–590 Berlin.
- SCHUSTER, M. (1936): Die Gliederung des Unterfränkischen Buntsandsteins. II. Der Obere Buntsandstein oder das Röt. c. Das Obere Röt oder die Stufe der Röt-Tone (2. Die Oberen Röt-Tone mit den Myophorienschichten). – Abh. Geol. Landesunters. Bayer. Oberbergamt, **23**: 53 S., München.
- SCHWARZMEIER, J. (1980): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6023 Lohr a. Main. – 159 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- 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. (1985): Der Mittlere Buntsandstein in Kernbohrungen des Ostspessarts. – *Geologica Bavarica*, **87**: 61–90, München.
- SCHWARZMEIER, J. (1986): Über den Buntsandstein an der unteren Saale und Sinn. – *Geologica Bavarica*, **89**: 95–115, München.
- SCHWARZMEIER, J. (1990): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Nr. 5924 Gemünden a. Main. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SCHWARZMEIER, J. (2014): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt 5923 Rieneck. – 104 S., Augsburg (Bayer. LfU).
- SEIDEL, G. (1965): Zur Ausbildung des Oberen Buntsandsteins (Röt) in Westthüringen. – *Geologie*, **14**: 145–152, Berlin.
- SEIDEL, G. (1995): Zur Ausbildung des Oberen Buntsandsteins bei Hildburghausen. – *Geowiss. Mitt. Thüringen*, **3**: 123–134, Weimar.
- VARADINOV, S. (2014): Schichtenfolge, Tektonik und Erdgeschichte im östlichen Rhönvorland um Neustadt an der Saale. – Diss. Univ. Würzburg: 197 S., Würzburg.
- VARADINOV, S. (in Druckvorb.): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Erläuterungen zum Blatt 5627 Bad Neustadt a. d. Saale. – Augsburg (Bayer. LfU).
- VOSSMERBÄUMER, H. (1979): Strömungsrichtungen im Plattensandstein (Trias, Oberer Buntsandstein) Frankens. – *Geol. Bl. NO-Bayern*, **29**(1): 50–61, Erlangen.

IV Die Forschungsbohrung Stadtlauringen 1 in Unterfranken

(Sebastian Specht)

1	Konzeption und Durchführung der Bohrung	93
2	Schichtenfolge	94
2.1	Keuper	94
2.2	Muschelkalk	98
3	Bohrkernbeschreibung	105
4	Dank	115
5	Literatur	116

Kurzfassung

Schlüsselwörter: Bayern – Unterfranken – Stadtlauringen – Kernbohrung – Mittler Keuper – Unterer Keuper – Oberer Muschelkalk – Lithostratigraphie – Geologie – Rohstoffe – Gips – Anhydrit – Werksandstein

Die Kernbohrung Stadtlauringen 1 wurde begleitend zur geologischen Kartierung des Blattes 5828 Stadtlauringen niedergebracht. Sie durchteufte 0,18 m Quartär; 139,57 m Mittleren Keuper (Estheriensichten und Myophoriensichten); 43,71 m Unteren Keuper sowie 19,47 m Oberen Muschelkalk und wurde bei einer Endteufe von 202,93 m eingestellt. Die Schichtenfolge der Bohrung wird nachfolgend beschrieben, gedeutet und in einem Säulenprofil dargestellt.

Abstract

Keywords: Bavaria – Lower Franconia – Stadtlauringen – core drilling – Middle Keuper – Lower Keuper – Upper Muschelkalk – lithostratigraphy – geology – raw material – gypsum – anhydrite – Werksandstein

The core hole Stadtlauringen 1 was drilled accompanying TK 5828 Stadtlauringen geological mapping. The core drill intersected 0.18 m Quaternary; 139.57 m Middle Keuper (Estheriensichten and Myophoriensichten); 43.71 m Lower Keuper, as well as 19.47 m Upper Muschelkalk and a total depth of 202.93 m were set. The core hole layer sequence will be described below, interpreted and displayed in a column profile.

1 Konzeption und Durchführung der Bohrung

Im Rahmen der geologischen Aufnahme des Kartenblattes 5828 Stadtlauringen (Unterfranken) wurde im Jahre 2008 NE Stadtlauringen eine Forschungsbohrung (FB) zur Klärung der stratigraphischen Verhältnisse niedergebracht (Abb. IV-1). Auftraggeber war das Bayerische Landesamt für Umwelt, Abteilung 10 Geologischer Dienst. Die Finanzierung erfolgte durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit mit Kofinanzierung im Rahmen der EU-Maßnahme „Informationsoffensive Oberflächennahe Geothermie“ des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

Die Bohrung wurde wegen unzureichender Aufschlussverhältnisse für notwendig erachtet, da in der auf Blatt 5828 Stadtlauringen weitflächig ausstreichenden Schichtenfolge vom Oberen Muschelkalk bis in den Mittleren Keuper gegenwärtig nur vier sehr kleine Aufschlüsse vorhanden waren. Besonderes Augenmerk galt Fazies und Mächtigkeiten der Schichtglieder im Unteren Keuper. Die Ergebnisse kamen auch bei der Bearbeitung des Nachbarblattes 5827 Maßbach zur Anwendung und ergänzen letztlich das Gerüst für Korrelationen in der Trias Nordwestbayerns.

Darüber hinaus musste die Auswahl des geeigneten Bohrplatzes folgende Kriterien erfüllen:

- Die Bohrung sollte den Acrodus-Corbula-Horizont (A-C-Horizont) des Mittleren Keupers ungestört durchörteren. Auch sollten die Grundgipsschichten an der Basis des Mittleren Keupers möglichst unabgelaugt erbohrt werden.
- Die Bohrung sollte innerhalb einer tektonisch ungestörten Position ansetzen.
- Der Bohrplatz sollte außerhalb von Trinkwasserschutz- sowie Naturschutz-Gebieten und an einem befestigten Weg liegen, somit leicht zu erreichen sein.

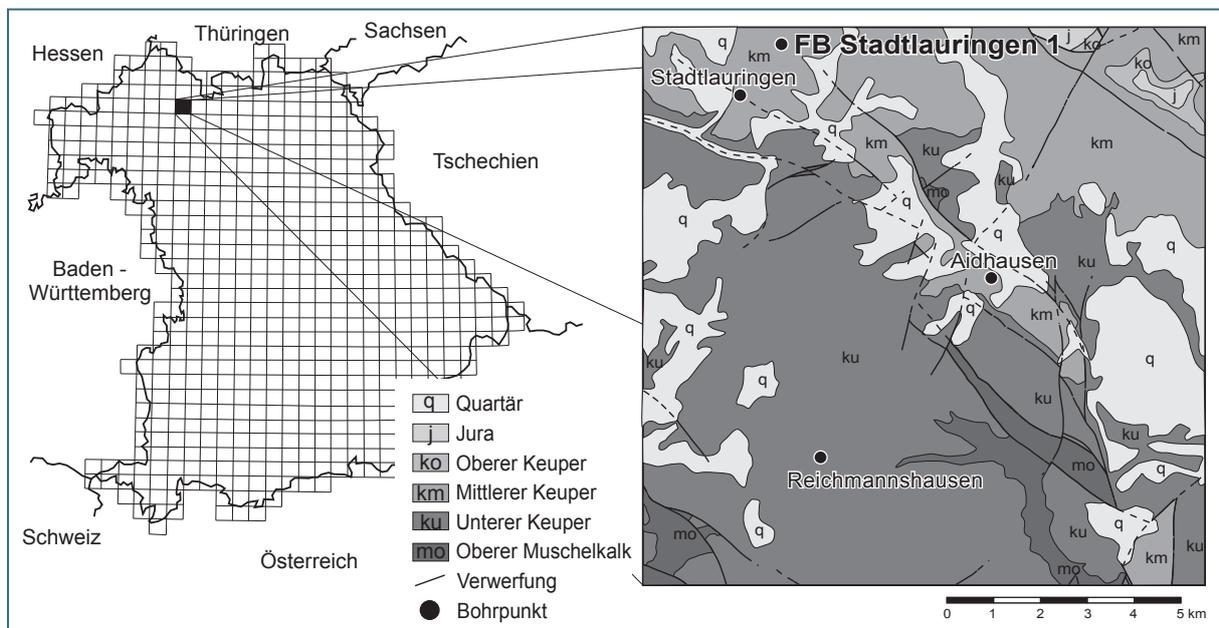


Abb. IV-1: Lage der Forschungsbohrung Stadtlauringen 1 auf Blatt 5828 Stadtlauringen in Unterfranken (R 35 98 205, H 55 63 310).

2 Schichtenfolge

In der folgenden Beschreibung wird nur auf Wesentliches und auf Besonderheiten der durchteuften Schichtenfolge hingewiesen. Tab. IV-1 bietet einen Überblick über die regionale und in der Bohrung durchteufte Schichtenfolge. Eine detaillierte Kernbeschreibung ist dem Kapitel 3 zu entnehmen. Abb. IV-2 verdeutlicht die Bohrung im Säulenprofil. Ein verkürztes Schichtenverzeichnis ist den Erläuterungen zu den Blättern GK 5827 Maßbach und GK 5828 Stadtlauringen zu entnehmen.

Literaturhinweise: Die Geologie Unterfrankens ist immer wieder zusammengefasst worden, zuletzt von GEYER (2002). Weitere wichtige Bohrungen, die zum Teil zur Korrelation genutzt wurden, finden sich in den jüngsten Exemplaren der Erläuterungen zur GK 25 in Unterfranken (HOFFMANN 2005, 2010; FREUDENBERGER 2000, 2001, 2010).

Tab. IV-1: Überblick über die in der FB Stadtlauringen 1 durchteufte Schichtenfolge mit stratigraphischer Einordnung.

Gliederung			Teufe [m]		Mächtigkeit [m]	
			Top	Basis		
Quartär			00,00	00,18	00,18	
Mittlerer Keuper	Grabfeld-Fm.	Estheriensschichten kmE	00,18	26,78	26,60	
		Obere Myophorienschichten kmMO	26,78	85,56	58,78	>139,57
		Untere Myophorienschichten kmMU	85,56	139,75	54,19	
Unterer keuper	Erfurt-Fm.	Grenzdolomit kuD	139,75	142,92	03,17	
		Obere Tonstein-Gelbkalkschichten ku2	142,92	157,52	14,60	
		Werksandstein-Bereich kuW	157,52	165,03	07,51	43,71
		Untere Tonstein-Gelbkalkschichten ku1	165,03	183,46	18,43	
Meißner-Fm.		Oberer Muschelkalk 3 mo3	183,46	202,93	19,47	>19,47

2.1 Keuper

2.1.1 Mittlerer Keuper

Im Mittleren Keuper wurden von den Estheriensschichten 26,78 m erbohrt sowie mit insgesamt 112,97 m die gesamten Oberen und Unteren Myophorienschichten. Damit konnte ein großer Bereich der Grabfeld-Formation erfasst werden. Tab. IV-2 zeigt die Schichtmächtigkeiten der FB Stadtlauringen 1 im Vergleich zu denen angrenzender Blätter: 5727 Münnerstadt (HOFFMANN 2010), 5829 Hofheim i. Ufr. (SCHRÖDER 1976) und den Mächtigkeiten im Coburger Land (Cob. Land) (FREUDENBERGER et al. 2000). In Klammern gesetzte Werte sind Teilmächtigkeiten.

Tab. IV-2: Gliederung des Mittleren Keupers mit Angaben zu Lithologie und Mächtigkeit in der der FB Stadtlauringen 1 im Vergleich zu denen angrenzender Blätter.

Gliederung mit Leithorizonten			Lithologie/Fazies	Mächtigkeit [m]				
				GK 5727	GK 5828	GK 5829	Cob. Land	
Mittlerer Keuper	Steigerwald-Formation	Lehrbergschichten (Top Schilfsandstein bis Top 3. Lehrbergbank)	kmL	Tonstein, rot; teils mit Gips; mit 3 Dolomitsteinbänken	–	–	28	33–22
	Stuttgart-Formation	Schilfsandstein (Basis Übergangsschichten bis Basis Berggipsschichten)	kmS	Sandstein, feinkörnig, Tonstein-Sandstein-Wechselfolge	–	–	23	13–27
	Grabfeld-Formation	Estheriensschichten (Basis A-C-Horizont bis Basis Schilfsandstein)	kmE	Tonmergelstein, grau, rot; teils mit Gips und Dolomitsteinbänken	–	(26,78)	46	40
		Obere Myophorienschichten (Top Bleiglanzbank bis Basis A-C-Horizont)	kmMO	Tonmergelstein, grau, rot; teils mit Gips; mit Dolomitsteinbänken	67	58,78	39–43	51
		Untere Myophorienschichten (Basis Grundgipsschichten bis Top Bleiglanzbank)	kmMU	Tonmergelstein, grau, rot; mit Gips; mit Dolomitsteinbänken	59	54,19	38	52

Estheriensschichten (kmE)

Von den Mittleren („Grauen“) Estheriensschichten wurden die basalen 8,01 m erbohrt. Diese bestehen aus einer eintönigen Abfolge von grüngrauen bis dunkelgrüngrauen oder braun-violetten, teilweise gut geschichteten Tonsteinen beziehungsweise Tonmergelsteinen mit einigen schluffigen Lagen.

Die vollständig erbohrten Unteren („Bunten“) Estheriensschichten erreichen eine Mächtigkeit von 16,21 m. Hier überwiegen rote bis rotbraune Tonsteine beziehungsweise Tonmergelsteine. In diese Folge ist eine Vielzahl von dolomitischen Karbonatbänken („Steinmergel“) eingeschaltet (unter anderem die Modiolabank). Ebenfalls häufig sind Residuallagen von Calcit- und Gipsknollen, sogenannte „Quarzbreschen“ nach NATHAN (1935), in der oberen Hälfte der Unteren Estheriensschichten (Abb. IV-2).

Der A-C-Horizont umfasst 2,34 m. Die Corbulabank selbst besteht aus einem dolomitischen Mergelstein mit schluffigen Anteilen bis hin zu einem dolomitischen Schluffstein. Dabei nimmt der schluffige Anteil zum Hangenden ab. Eingeschaltet sind Lagen von dunkelgrüngrauen Tonsteinen. Neben den Resten von *Pseudocorbula* fanden sich auch Spurenfossilien (*Annulidichnium triassicum*) (KUHNS 1937) im unteren Bereich der Corbulabank. Die etwa 1 m darüber ausgebildete Acrodusbank besteht aus einem schwach dolomitischen Kalkstein, in dem keine Fossilführung beobachtet werden konnte.

Myophorienschichten (kmM)

Die tieferen Schichten der Grabfeld-Formation, im Liegenden der Estheriensschichten, werden als Obere und Untere Myophorienschichten angesprochen. Sie erreichen in dieser Bohrung 58,78 m beziehungsweise 54,19 m Mächtigkeit (inklusive Grundgipsschichten). Getrennt werden sie durch die Bleiglanzbank. Sie wird hier 21 cm dick und führt erkennbare PbS-Kristalle von bis zu 0,5 mm Ø. Diese dolomitische Kalksteinbank wird deutlich erkennbar durch ein 2–3 mm dickes Schluffsteinband im oberen Drittel geteilt (vergleiche unter anderen SPECHT 2013).

Die Myophorienschichten bestehen aus Ton- und Tonmergelsteinen, die lagenweise schluffig sind, mit wiederholt eingeschalteten grau bis dunkelgrauen, dolomitischen Karbonatbänken („Steinmergel“). In den Oberen Myophorienschichten dominieren farblich unterhalb des A-C-Horizontes rotviolette bis dunkelviolette Ton(mergel)steine. Der weitaus größten Teil bis zur Bleiglanzbank zeigt hingegen graue, grüngraue, olivgraue bis blaugraue Farben. Der Bereich im Hangenden und Liegenden der Bleiglanzbank wird ausschließlich von grüngrauen Tonsteinen eingenommen. In den Unteren Myophorienschichten dominieren im oberen Drittel dunkelrote bis violettrote Farben. In den unteren zwei Dritteln bis zu den Grundgipsschichten überwiegen hingegen graue bis graugrüne Farben. Nur vereinzelt treten Residuallagen, sogenannte „Quarzbreschen“ nach NATHAN (1935) auf.

Den basalen Teil der Unteren Myophorienschichten nehmen die Grundgips- und Plattengipsschichten ein. Die FB Stadtlauringen 1 durchhörte sie im unabgelaugten Zustand. Die Anhydritführung setzt bereits unterhalb der Hellmitzheimer Bank ein. Diese graue, dichte Dolomitsteinbank ist 22,07 m über dem Grenzdolomit ausgebildet. Bei den Tonsteinen dominieren grüngraue bis blaugraue Farben, der Anhydrit zeigt weiße bis weißgraue Farben. Die Plattengipsschichten mit einem Tonstein/Anhydritverhältnis von 1:1 erreichen eine Mächtigkeit von 5,14 m. Die liegenden Grundgipsschichten sind 9,84 m mächtig.

2.1.2 Unterer Keuper

Der Untere Keuper in Mainfranken wird in der Kartierpraxis in vier Abschnitte unterteilt (vergleiche unter anderem FREUDENBERGER 1996, 2000, 2005). Tab. IV-3 zeigt die Schichtmächtigkeiten der FB Stadtlauringen 1 im Vergleich zu denen angrenzender Blätter: 5727 Münnerstadt (HOFFMANN 2010), 5827 Maßbach (SPECHT in Druckvorb.), 5928 Obertheres (BÜTTNER 1989) und 5829 Hofheim i. Ufr. (SCHRÖDER 1976). Die in Klammern stehende Teilmächtigkeit in der FB Stadtlauringen 1 ist verwerfungsbedingt.

Tab. IV-3: Gliederung des Unteren Keupers mit Angaben zur Lithologie und Mächtigkeit in der FB Stadtlauringen 1 (GK 5828) im Vergleich zu den Ergebnissen angrenzender Blätter.

Gliederung mit Leithorizonten		Lithologie/Fazies	Mächtigkeit [m]					
			GK 5728	GK 5827	GK 5828	GK 5829	GK 5828	
Unterer Keuper	Erfurt-Formation	Grenzdolomit kuD	Dolomitstein, kalkig	1–3	2–4	3,17	3–5	2–5
		Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (Basis Albertibank bis Basis Grenzdolomit) ku2	Tonstein mit Schluff-, Sand- und Dolomitsteinlagen	16–18	18–20	(14,60)	20	23–25
		Werksandstein-Bereich (Basis Cardiniensandstein bis Basis Albertibank) kuW	Sandstein mit Ton- und Schluffsteinlagen	6–10	2–8	7,51	10–15	2–10
		Untere Tonstein-Gelbkalkschichten (Basis Untere Vitriolschiefer bis Basis Cardiniensandstein) ku1	Tonstein mit Schluff-, Sand- und Dolomitsteinlagen	20–24	17–20	18,43	12	24–27

Grenzdolomit (kuD)

Die Gesamtmächtigkeit erreicht in der Bohrung 3,17 m. Der Grenzdolomit ist als grauer bis graugelber, kalkiger und sehr harter Dolomitstein aufgebaut, der durch zwei Tonsteinzwischenmittel unterteilt wird. Im oberen Dolomitsteinpaket treten gehäuft Intraklastenlagen aus Tonmergelsteinen auf. Das untere Dolomitsteinpaket ist überwiegend oolithisch. Die Ooide erreichen dabei maximal 4 mm Ø. Die Tonsteinzwischenmittel sind stark mergelig, darin eingeschaltet sind dünne, dichte Dolomitsteinlagen. Vorhandene Klüfte sind mit weißem Fasergips gefüllt, der ursprünglich den hangenden Grundgipsschichten entstammt.

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)

Die Oberen Tonstein-Gelbkalkschichten wurden mit 14,60 m erbohrt. Grund hierfür ist eine Verwerfung bei Bohrmeter bis 145,2 m, die für einen Schichtausfall von 3 bis 5 m verantwortlich ist. Die Verwerfungsfläche äußert sich durch eine unter 40° einfallende Harnischfläche in oliv- bis blaugrauen Tonsteinen. Dadurch wird mindestens der Obere Sandstein unterdrückt.

Die Drusengelbkalksteine im Liegenden des Grenzdolomites erreichen eine Mächtigkeit von 89 cm und entsprechen der regionalen Beschaffenheit. Die Schichtenfolge im Liegenden des Grenzdolomits entspricht damit bis zur Verwerfung der aus Unterfranken bekannten. Die Gelbkalk- und Gelbmergelsteine unterhalb der Verwerfung bestehen aus einer Wechsellagerung von Dolomit-, Mergel- und Tonsteinen mit vereinzelt dünnen Schluffsteinlagen.

Den Anoplophorahorizont verkörpert eine Tonstein-Schluffstein-Wechsellagerung mit einer 1,21 m erreichenden Feinsandsteinbank. Dieser Sandstein besitzt lagenweise deutlich ausgebildete Schrägschichtungskörper sowie eingeschaltete Lagen aus zusammengeschwemmten Schalen von *Unionites (Anoplophora) brevis*. Dolomitsteinlagen sind nur vereinzelt ausgebildet. Eingeschaltet ist auch ein 13 cm starkes Kohleflöz.

Die Anthrakonitbank liegt als 18 cm mächtiger, grauer bis graugelber und dichter Dolomitstein vor. Der Bereich der Sandigen Pflanzenschiefer weist nur wenige dünne Schluffsteinlagen auf und wird durch mehrere dünne Dolomitsteinlagen durchsetzt. Die Albertibank, ein 43 cm mächtiger, grauer Dolomitstein, wird durch zwei Tonsteinlagen dreigeteilt. Diese Aufspaltung zeigt sich auch in anderen Profilen des regionalen Umfeldes (BÜTTNER & STÜRMER 1994, SPECHT 2013).

Werksandstein-Bereich (kuW)

Der Werksandstein-Bereich unterliegt in Unterfranken schnellen und starken Faziesänderungen. Bei einer Gesamtmächtigkeit von 7,51 m in der Bohrung untergliedert sich der Werksandstein-Bereich in zwei Schüttungszyklen, die durch einen mächtigeren Tonsteinhorizont getrennt werden.

Das obere, 2,53 m mächtige Paket (der Werksandstein i. e. S.) umfasst zwei mächtigere, braungraue bis graue, überwiegend schluffige bis feinsandige Sandsteinlagen. Diese Beschaffenheit in der oberen Hälfte des Werksandstein-Bereichs findet sich auch bei ULBRICH (1949) in einem etwa 2 km SSW der Bohrung gelegenen (ehemaligen) Steinbruch im selben stratigraphischen Niveau. Das untere Paket (Cardiniensandstein) besteht aus braungrauen, mehrheitlich feinsandigen, überwiegend schräggeschichteten Sandsteinlagen, die durch dünne Tonsteinlagen voneinander getrennt sind und 2,49 m mächtig werden.

Untere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku1)

Die Unteren Tonstein-Gelbkalkschichten fügen sich mit einer Mächtigkeit von 18,43 m in den regionalen Rahmen ein. In die grauen bis dunkelgrauen Tonsteine sind eine Vielzahl von hellgrauen bis gelbgrauen Dolomitsteinen eingeschaltet. Etwa 2 m unterhalb des Werksandstein-Bereichs treten zwei maximal 6 cm mächtige Kohleflöze auf. Zwei kieselig gebundene Schluffsteinlagen konnten einmal als Hauptquarzitschieferplatten sowie einmal als Wagners Plattenhorizont identifiziert werden.

Der Untere Sandstein ist aus einer 2,53 m mächtigen Abfolge von grüngrauen bis grauen, plattigen Schluff- beziehungsweise Feinsandsteinlagen aufgebaut und wird durch eine Vielzahl von Tonsteinzwischenlagen getrennt. Diese – auch regional vorhandene – „tonstreifige“ Ausbildung schließt seit jeher eine Verwendung als Werkstein aus. Der Bereich im Liegenden bis zur Grenzglaukonitkalk (Vitriolschiefer und Blaubank-Bereich) zeichnet sich durch eine Vielzahl von Schluffsteinschüttungen aus. Im Gegensatz zu Wagners Plattenhorizont – der schwach kieselig gebunden ist – sind diese Schüttungen durch tonige Bindemittel beziehungsweise dünne tonige Einschaltungen gekennzeichnet.

2.2 Muschelkalk

In der Kernbohrung wurde der Obere (oder „Haupt“-)Muschelkalk nur mit den obersten 19,47 m durchbohrt. Der Obere Muschelkalk setzt sich dabei aus einer Wechsellagerung von grauen bis dunkelgrauen Kalkgesteinen und Ton- und Tonmergelsteinen zusammen. Die Kalkgesteine können zudem in dichte Platten- und Linsenkalksteine (auch „Laibsteine“) einerseits und spartische, schillführende sowie reine Schillkalksteine andererseits unterschieden werden. Tab. IV-4 zeigt die Schichtmächtigkeiten der FB Stadtlauringen 1 im Vergleich zu denen angrenzender Blätter und Bohrungen: zur FB Ebenhausen auf Blatt 5826 Bad Kissingen Süd (HOFFMANN 2005), FB Werneck auf Blatt 6026 Werneck (FREUDENBERGER et al. 2003), Profil Rannungen auf Blatt 5827 Maßbach (SPECHT in Druckvorb.) und dem Profil Gänheim auf Blatt 5928 Obertheres (BÜTTNER & STÜRMER 1984). In Klammern gesetzte Werte sind Teilmächtigkeiten.

Tab. IV-4: Gliederung des Oberen Muschelkalks in Unterfranken mit Angaben zur Lithologie und Mächtigkeit in der FB Stadtlauringen 1 (GK 5828) im Vergleich benachbarten Blättern.

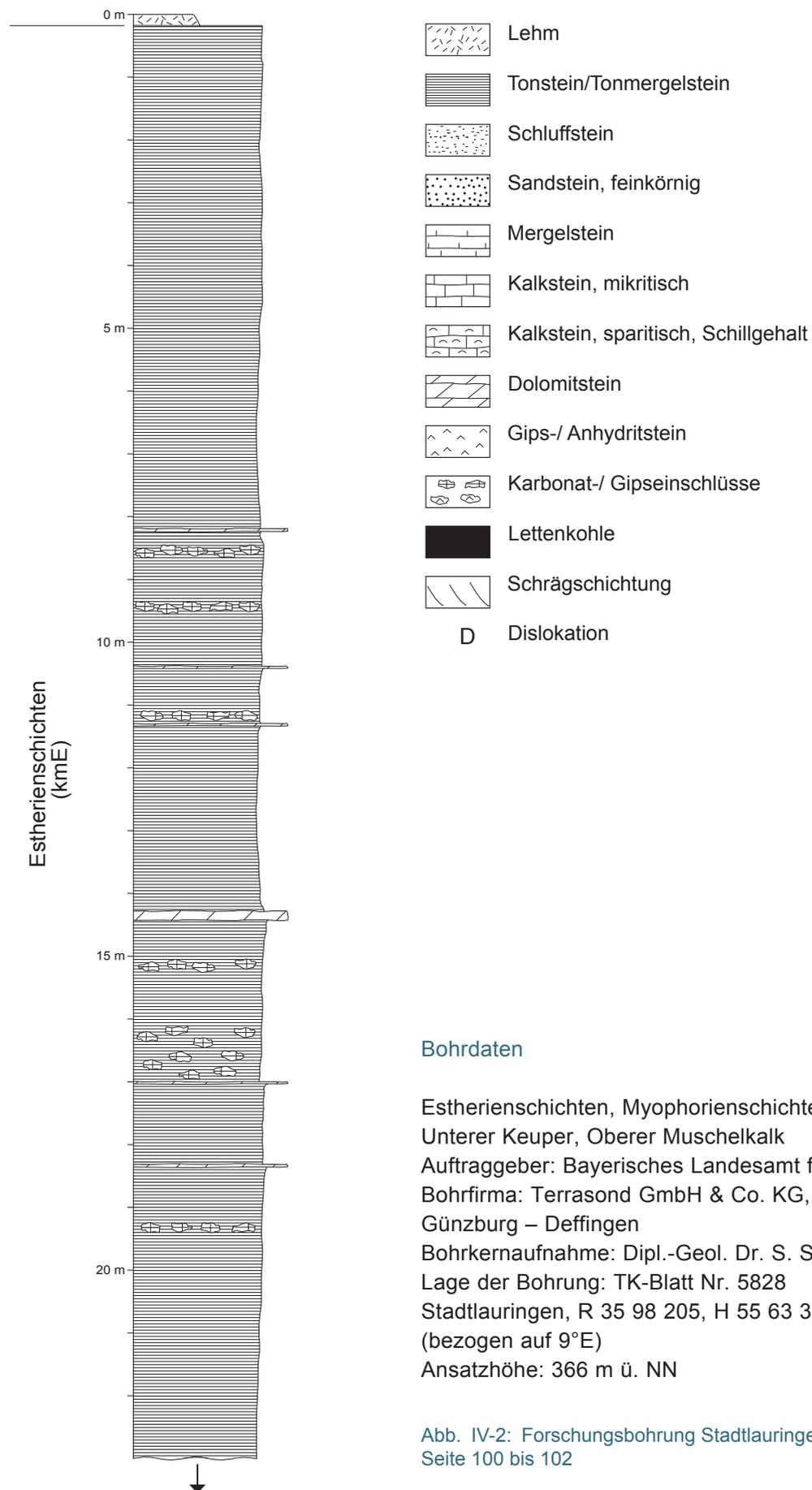
Gliederung mit Leithorizonten			Lithologie/ Fazies	Mächtigkeit [m]				
				GK 5826	GK 5827	GK 5828	GK 5928	GK 6026
Oberer Muschelkalk	mo3	Grenzglaukonitkalkstein Ostracodenton Hauptterebatelbank Plattenkalksteinfolge 6 Tonsteinhorizont 4–5 mit Dickbankzone	Kalkstein, blau bis hellgrau, mikritisch dicht, plattig, linsig; mit Kalksteinbänken, spartisch, schillhaltig; mit Tonstein, grau, blättrig	29,38	28,60–29,15	(19,47)	29,19–29,43	29,20
	mo2	Cycloidesbank Plattenkalksteinfolge 3–5 Tonsteinhorizont 1–3		23,82	23,91	–	–	23,80
	mo1	Spiriferinabank Plattenkalksteinfolge 1–2 mit Hauptencrinitenbank Zeller Tonsteinhorizont Wulstkalkstein		31,28	–	–	–	30,70

Oberer Muschelkalk 3

Die Grenze Keuper/Muschelkalk konnte in der Bohrung anhand eines drei Zentimeter mächtigen Bonebeds eindeutig festgelegt werden. Dieses, in dem Abschnitt der Bohrung einzige Grenzbonebed, ist durch sichtbaren Glaukonitgehalt, zahlreiche Fischschuppen, Knochensplitter und unbestimmbare Fossil-Reste auf Schichtflächen gekennzeichnet. Der eigentliche Grenzglaukonitkalkstein im Liegenden erreicht hier eine Mächtigkeit von nur rund zwanzig Zentimeter.

Die liegende Schichtenfolge gehört in den überregionalen Faziesbereich, den bereits WAGNER (1913) als Beckenfazies umschrieben hat. Diese setzt sich aus mikritisch dichten oder sparitischen Kalksteinen, reinen Schillkalksteinen, sowie Mergel- und Tonsteinen zusammen. Die Karbonate sind grau, weißgrau bis dunkelgrau, die Mergel- und Tonsteine grau, dunkelgrau bis schwarzgrau. Der insgesamt hohe Profilanteil von Ton- oder Tonmergelsteinen verweist bereits auf die Fazies im nördlich gelegenen Thüringer Becken (vergleiche BÜTTNER & STÜRMER 2006, SEIDEL 2003). Die Wechselfolge erlaubt allerdings keine Bank-zu-Bank-Korrelation mit vorhandenen Profilen auf dem westlichen Nachbarblatt 5827 Maßbach.

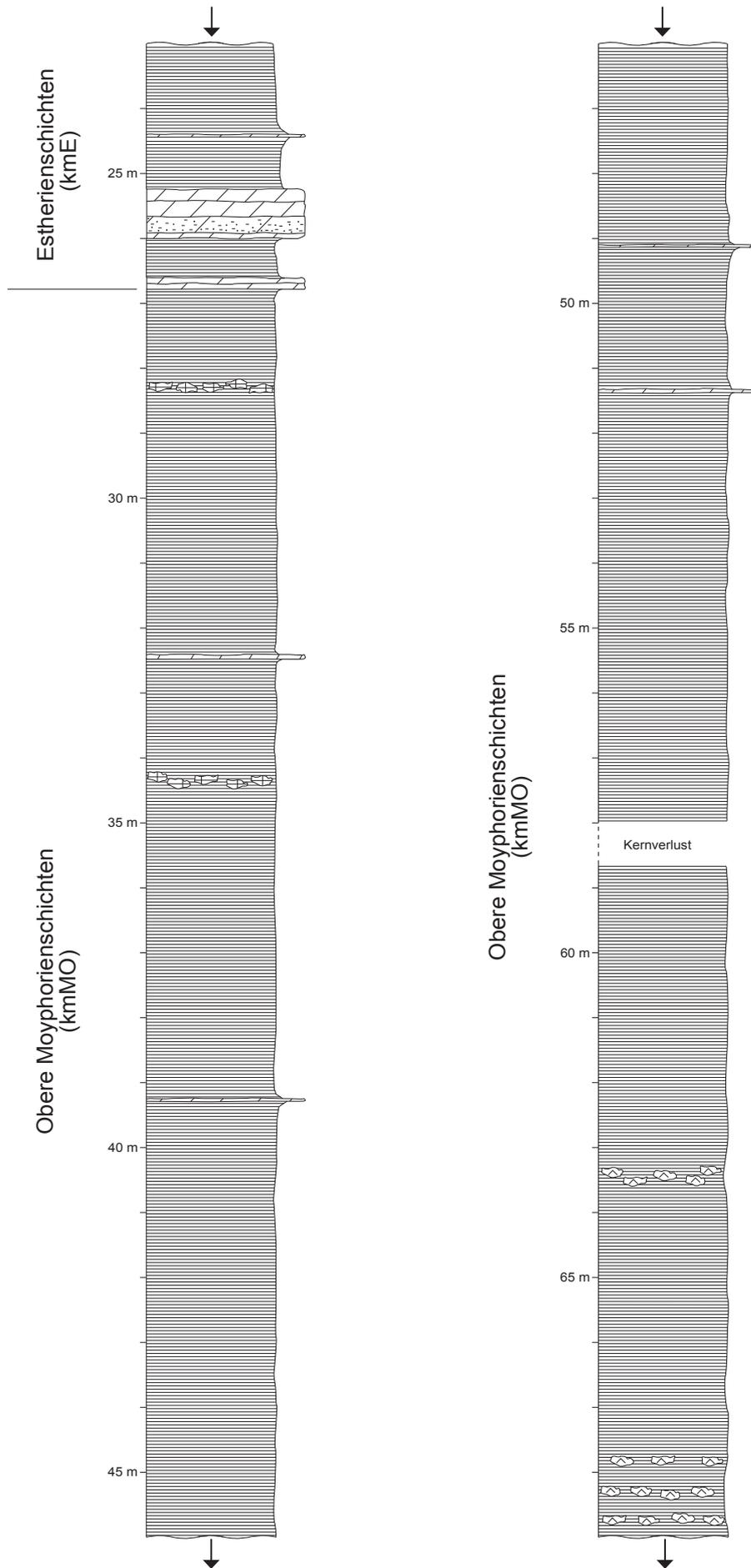
Von den in Unterfranken verwendeten Leit-„Bänken“ konnten mit einiger Sicherheit die folgenden (vom Hangenden zum Liegenden) identifiziert werden: Grenzglaukonitkalkstein, Obere Terebratelbank, Knauerige Bank und Hauptterebratelbank.

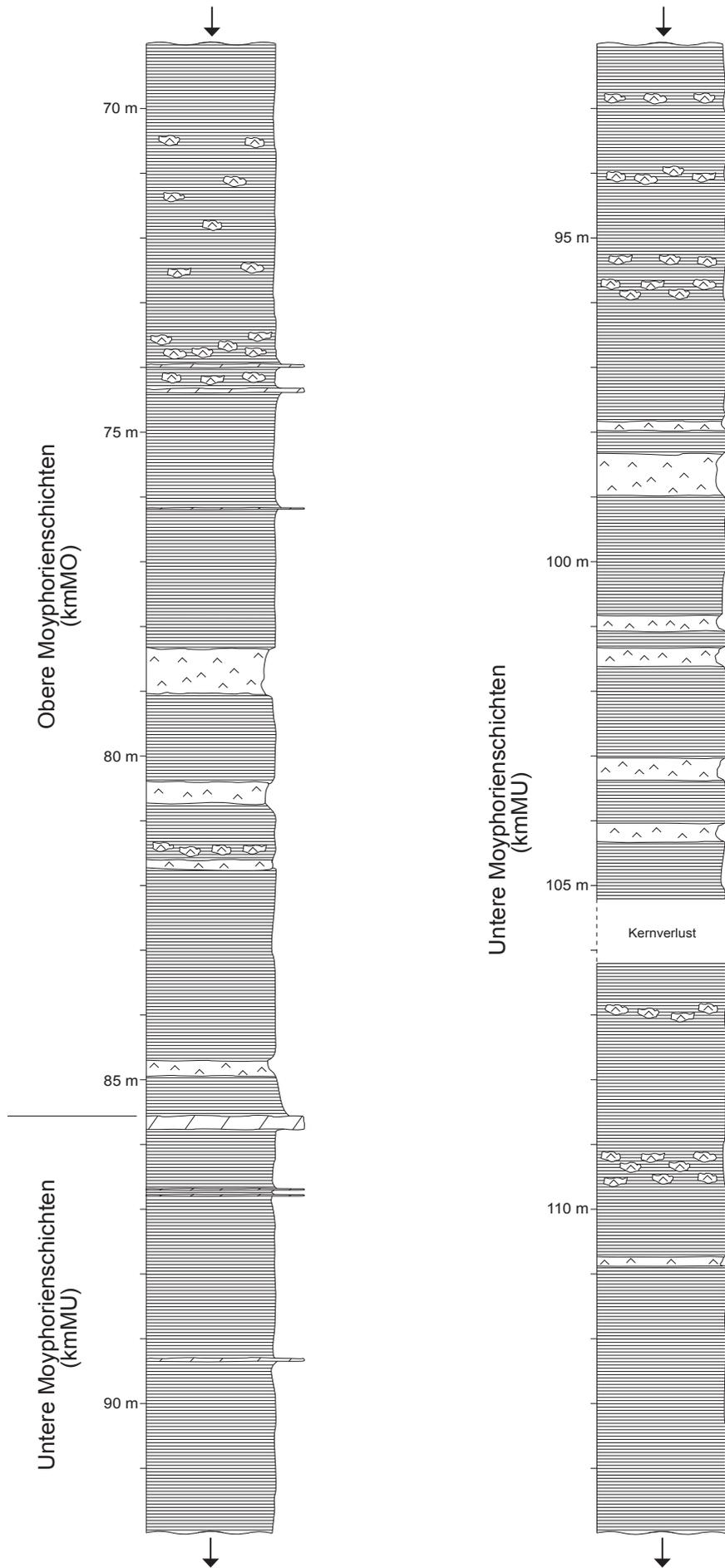


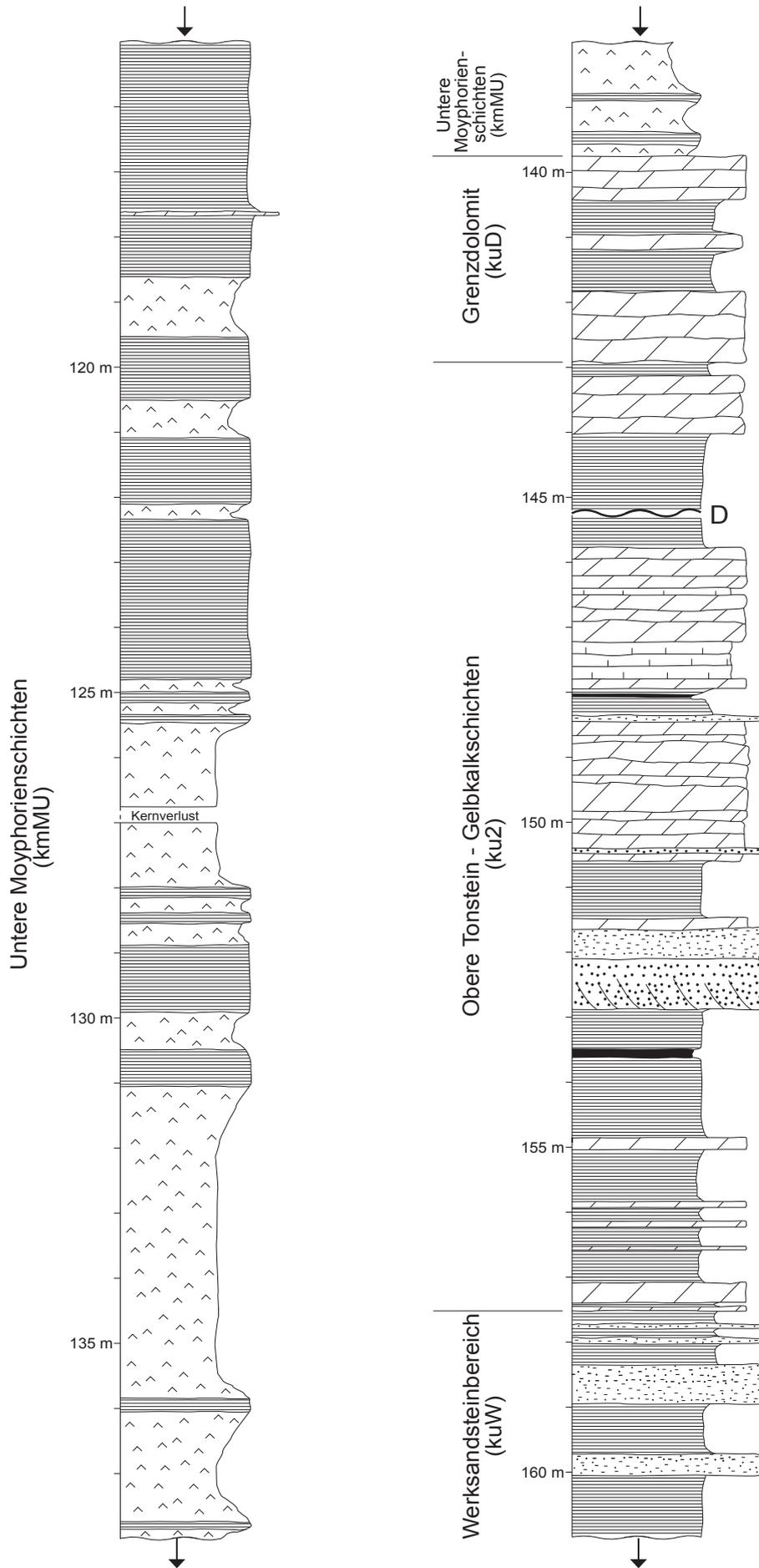
Bohrdaten

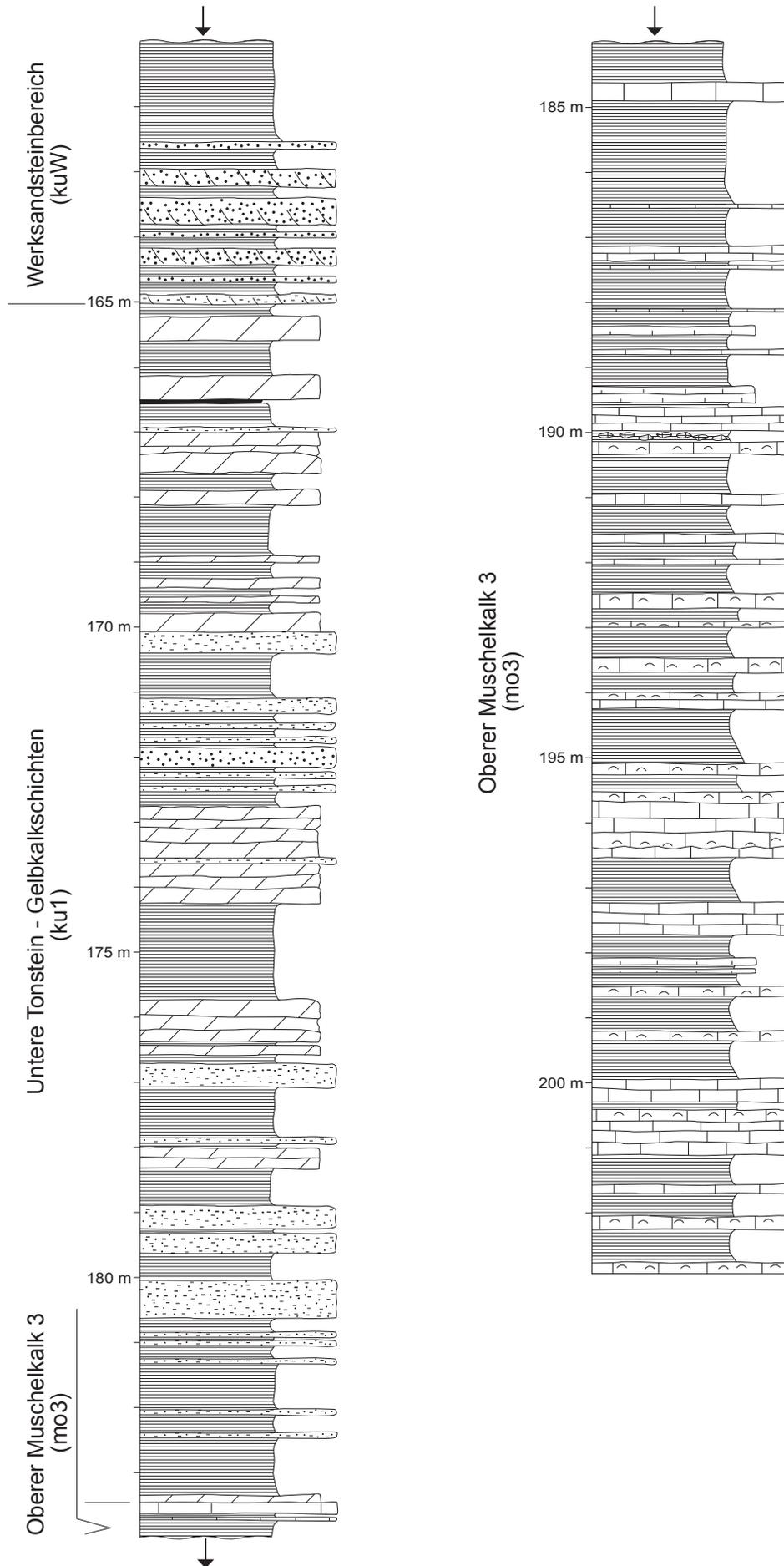
Estheriensschichten, Myophorienschichten,
 Unterer Keuper, Oberer Muschelkalk
 Auftraggeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt
 Bohrfirma: Terrasond GmbH & Co. KG,
 Günzburg – Deffingen
 Bohrkernaufnahme: Dipl.-Geol. Dr. S. Specht
 Lage der Bohrung: TK-Blatt Nr. 5828
 Stadtlauringen, R 35 98 205, H 55 63 310
 (bezogen auf 9°E)
 Ansatzhöhe: 366 m ü. NN

Abb. IV-2: Forschungsbohrung Stadtlauringen 1 (2008),
 Seite 100 bis 102









3 Bohrkernbeschreibung

Bohrprofil (2008): FB Stadtlauringen 1

Blatt 5828 Stadtlauringen

Lage: R 35 98 205, H 55 63 310

Ansatzhöhe: 366 m ü. NN (TK entnommen)

Bohrfirma: Terrasond GmbH & Co. KG, Günzburg

Geologisches Profil (Aufnahme, Deutung: S. SPECHT 2009):

Quartär (q)

- 0,18 m Lehm, grünbraun, tonig (verwitterter Tonstein)

Mittlerer Keuper (km)

Estherienschichten (kmE)

- 5,40 m Tonstein, dunkelgrüngrau bis grüngrau, mergelig bei 1,70–2,00 m, Kalkmergel, tonig, gelbgrau bei 3,42–3,45; 4,58–4,62 m
- 8,19 m Tonstein, grüngrau bis gelbgrau, schluffig, zum Teil in plattige Lagen zerfallend (~0,5 cm stark)
- 8,24 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau, dolomitisch
- 10,38 m Wechsel von Tonstein, dunkelgrüngrau bis grüngrau und Tonstein dunkelrotviolett bis braunviolett bei 8,52–9,00; 9,20–9,95 m, sowie Kalkkrustenrelikte, weißgrau, körnig, kavernös bei 8,52–8,65; 9,33–9,49 m
- 10,42 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau, dolomitisch
- 11,30 m Tonstein, dunkelgrüngrau bis grüngrau mit Kalkkrustenrelikten, weißgrau, körnig, kavernös bei 11,15–11,30 m
- 11,33 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau, dolomitisch
- 14,28 m Wechsel von Tonstein, rotviolett und Tonstein, grüngrau bis olivgrün bei 12,00–12,14; 14,28–12,90 m, mit schluffigen Anteilen bei 11,33–12,00 m (Kluft bei 12,30–12,90 m, circa 15° gegen die Bohrachse geneigt, rostigrote Belege)
- 14,43 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau, dolomitisch
- 17,00 m Wechsel von Tonstein grüngrau bis dunkelgelbgrau und Tonstein, rotviolett bei 15,84–17,00 m sowie Kalkkrustenrelikten, weißgrau, körnig, zum Teil kavernös bei 15,10–15,19; 16,10–17,00 m
- 17,03 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau bis grau, dolomitisch
- 18,32 m Tonstein, rotviolett, dunkelgrüngrau bis grüngrau bei 18,00–18,32 m (Kluft bei 17,84–18,00 m, circa 20° gegen die Bohrachse geneigt, mit Calcit-Beleg)
- 18,36 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau bis grau, dolomitisch
- 24,40 m Wechsel von Tonstein, grüngrau bis graugrün mit Tonstein, braunviolett bis rotviolett bei 18,52–19,28; 19,43–21,00; 21,10–21,94; 22,39–23,34; 24,00–24,40 m, sowie Tonstein, weißgrau bis grau, schluffig bei 22,26–22,39; 23,08–23,12 m und Kalkkrustenrelikten, weißgrau, körnig, kavernös bei 19,25–19,43 m
- 24,44 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau bis grau, dolomitisch
- 25,24 m Tonstein, dunkelgrüngrau, dunkelviolett bei 24,44–24,68 m
- 26,00 m Schluffmergelstein, graugrün, grau bis weißgrau, dolomitisch, mit Schluff- und Feinsandanteilen im mm-Bereich feingebändert bei 25,66–25,92 m, porös bei 25,24–25,43 m, schichtweise im unteren Bereich mit Spurenfossilien (*Skolithos*)
- 26,60 m Wechsel von Tonstein, dunkelgrüngrau mit Tonstein, dunkelrotviolett bei 26,29–26,49 m
- 26,78 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau bis grau, schluffig, dolomitisch

Obere Myophorienschichten (kmMO)

- 30,34 m Tonstein, rotviolett, braunviolett bis dunkelviolett mit Tonstein, grüngrau bei 28,00–28,30; 29,55–30,34 m und Kalkkrustenrelikten, weißgrau, körnig, kavernös bei 28,22–28,30 m
- 30,39 m Gips, weißgrau, knollig bis körnig im cm-Bereich
- 32,41 m Tonstein, gelbgrau bis blaugrau, rotviolett bei 30,58–32,00 m, schluffig, mergelig,
- 32,47 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau bis grau, dolomitisch
- 39,25 m Wechsel von Tonstein, rotviolett bis braunviolett und Tonstein, dunkelgrüngrau, grüngrau bis hellgrüngrau bei 32,47–32,57; 33,95–34,33; 35,00–36,22–36,44 m, schluffig-mergeligen Lagen bei 36,44–37,58 m sowie Kalkkrustenrelikten, kavernös, körnig, weißgrau bei 34,33–34,40 m
- 39,29 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau bis grau, dolomitisch
- 49,10 m Tonstein, dunkelgrüngrau bis grüngrau, blaugrau mit schluffig-mergeligen, graugrünen bis graugelblichen Lagen bei 40,00–44,00; 44,58–45,39; 47,26–49,10 m
- 49,14 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau bis grau, dolomitisch
- 51,35 m Tonstein, grau bis hellgrüngrau
- 51,38 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau bis grau, dolomitisch
- 58,00 m Tonstein, grüngrau, grau bis gelbgrau, schluffig, mergelig, mit Tonstein, kräftig rotviolett bei 56,65–56,70 m
- 58,64 m Kernverlust
- 59,58 m Tonstein, grüngrau bis blaugrau
- 73,14 m Wechsel von Tonstein rotviolett, dunkelrotviolett, braunviolett bis dunkelviolett, Tonstein, blaugrau bis grüngrau bei 64,00–69,66 m mit Gips, weißgrau bis grau, lagig im cm-Bereich, massig bei 67,80–67,85; 68,27–68,33; 68,68–68,80 m, knollig bei 63,26–63,60 m sowie Fasergips, weiß bis weißrosa als unregelmäßig gezackte Kluffüllungen (bis 2 cm), gehäuft bei 67,00–69,00; 70,20–72,70 m
- 73,95 m Tonstein, blaugrau bis dunkelbraunviolett, geschichtet mit Gips, weißgrau bis weiß im mm- bis cm-Bereich
- 74,00 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgrau bis grau, dolomitisch
- 74,33 m Tonstein, grüngrau mit Gips, weiß bis weißgrau, lagig im cm-Bereich
- 74,39 m Dolomitstein („Steinmergel“), grau bis gelbgrau, dolomitisch
- 76,17 m Tonstein, dunkelrotviolett, braunviolett bis blauviolett mit Tonstein, blaugrün bis blaugrau bei 75,14–76,17 m und Gips, weißgrau bis weiß, lagig bis circa 1 cm
- 76,19 m Dolomitstein („Steinmergel“), grau, dolomitisch
- 85,56 m Tonstein, olivgrün, grüngrau bis blaugrau mit Gips, weißgrau bis weiß, lagig geschichtet und Gips, weißgrau, lagig, mit wenig Tonstein, grüngrau bis olivgrün bei 78,32–79,08; 80,36–80,76; 81,30–81,40; 81,55–81,76; 84,70–84,95 m sowie Gips, weiß, knollig, bei 81,40–81,55 m; (Kluft bei 84,22–84,50 m, circa 25° gegen die Bohrachse geneigt, mit Gipsbeleg circa 2 mm)

Untere Myophorienschichten (kmMU)

- 85,77 m Dolomitstein („Steinmergel“), blaugrau bis blau, dolomitisch, hart mit vereinzelt Bleiglanz Ø bis 0,5 mm, dünne, schluffige Schichtlage bei 85,68 m
- 86,68 m Tonstein, grüngrau bis blaugrau mit wenigen Gipslagen

- 86,70 m Dolomitstein („Steinmergel“), gelbgrau, dolomitisch
- 86,74 m Tonstein, blaugrau
- 86,78 m Dolomitstein („Steinmergel“), gelbgrau, dolomitisch
- 89,31 m Tonstein, grüngrau bis olivgrün mit wenigen, dünnlagigen Gipseinschaltungen, weißgrau bis weiß und Tonstein, violett bei 89,04–89,31 m
- 89,35 m Dolomitstein („Steinmergel“), dunkelgelbgrau, dolomitisch
- 97,85 m Tonstein, rotviolett, dunkelviolett bis braunviolett, zum Teil mergelig, und Tonstein, blaugrau bis olivgrau bei 89,35–89,70; 92,74–92,94; 93,90–94,15; 96,12–96,18 m mit Gipseinschaltungen, weißgrau bis grau, lagig bis schwach knollig bei 92,74–92,94; 93,90–94,15; 95,30–95,40; 95,60–95,95 m
- 99,00 m Tonmergelstein, olivgrau bis dunkelrotviolett mit Gips, knollig, weißgrau bis weiß bei 97,85–98,00; 98,30–99,00 m
- 105,22 m Tonstein, dunkelrotviolett, braunviolett bis dunkelblaugrau mit Tonstein, grüngrau bis olivgrün bei 103,00–103,20 m und untergeordneten Gipslagen im mm-Bereich, weißgrau sowie Gips, weißgrau bis grau bei 100,80–101,12; 101,30–101,63; 103,00–103,40; 104,01–104,33 m mit wenig Tonstein, dunkelviolett bis violettbraun
- 106,20 m Kernverlust
- 106,34 m Tonstein, dunkelviolett bis braunviolett, schluffig
- 110,75 m Tonmergelstein, grüngrau bis olivgrau, schluffig, mit Gipslagen, vereinzelt knollig, weißgrau bis grau bei 106,77–107,11; 109,04–109,66 m
- 110,90 m Gips, weißgrau bis schwach rosaweißgrau mit wenig Tonstein, grüngrau, lagig
- 114,30 m Tonstein, olivgrün bis olivgrau, schluffig, mit wenigen dünnen Gipslagen, weißgrau bis grau
- 114,97 m Tonstein, dunkelrotviolett bis braunviolett mit Tonmergelstein, kräftig graugrün 114,80–114,82 m
- 117,63 m Tonmergelstein, olivgrün bis olivgrau mit wenigen dünnen Gipslagen, weißgrau, Fasergipslagen im cm-Bereich zwischen 115,00–115,10 m (Kluft bei 115,25–117,00 m, circa 2° gegen die Bohrachse geneigt, mit Gipsbeleg circa 2 mm)
- 117,68 m Steinmergel, gelbgrau bis grau, dolomitisch
- 126,75 m Wechsel von Gips, weißgrau bis gelbgrau, lagig geschichtet im cm-Bereich, zum Teil knollig bei 120,51–121,10 m und Tonstein, olivgrün, olivgrau bis grüngrau bei 117,68–118,62; 119,54–120,51; 121,10–122,11; 122,36–124,77; 125,00–125,16; 125,38–125,47 m, Tonmergelstein, schluffig, dolomitisch bei 123,20–123,80 m
- 127,00 m Kernverlust
- 128,89 m Gips, weißgrau bis grau, abschnittsweise schwach rosaweißgrau, zum Teil mergelig, lagig geschichtet im cm-Bereich, teils plattig bis fladenartig mit wenig Tonstein, grüngrau und Tonstein, grüngrau bis blaugrüngrau bei 128,00–128,17; 128,40–128,55 m
- 129,91 m Tonstein, grüngrau bis olivgrün mit wenigen dünnen Gipslagen, weißgrau bis grau
- 139,75 m Gips, weißgrau bis grau, zum Teil mergelig, lagig geschichtet im mm- bis cm-Bereich, weißrosa marmoriert bei 131,10–131,37; 138,05–138,40 m, mit Tonstein, olivgrün bis grüngrau bei 130,52–131,04; 135,90–136,02; 136,52–136,58; 137,76–137,85; 138,03–138,05; 138,80–138,89; 139,38–58 m, sowie Fasergips, weißrosa in Schichtlagerung bei 137,77–137,78; 137,42–137,43; 138,03; 138,06; 138,83–138,85; 139,08; 139,10; 139,12; 139,14; 139,15; 139,33; 139,37; 139,44; 139,52; 139,53; 139,57 m

Unterer Keuper (ku)

Grenzdolomit (kuD)

- 140,42 m Dolomitstein, grau, sehr hart (Kluft bei 139,84; 140,07 m ± in Schichtlagerung mit Fasergipsfüllung, weißgrau bis schwach rosa)
- 141,84 m Tonstein, blaugrau, schwach olivgrau bis grau, dolomitisch, zum Teil mergelig, mit Fasergips, weißgrau bis schwachrosa, Ø bis < 8 mm bei 140,48; 140,83; 141,00 m) (Kluft bei 141,60–141,80 m circa 10° gegen die Bohrlochachse geneigt)
- 142,92 m Dolomitstein, grau, mit wenigen dünnen Tonsteinlagen, olivgrau bis blaugrau, dolomitisch sowie Fasergipslagen, weißgrau bis schwachrosa bei 142,36; 142,48 m

Obere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)

- 143,13 m Ton(mergel)stein, grau bis blaugrau, dolomitisch, feinschichtig
- 144,02 m Dolomitstein, grau bis schwach gelbgrau, zum Teil feinschichtig mit Calcitdrusen bei 143,38–143,60 m
- 144,90 m Tonstein, olivgrau bis blaugrau, mergelig, feingeschichtet (Kluft bei 144,11–144,56 m circa 5° gegen die Bohrlochachse geneigt)
- 145,77 m Tonstein, olivgrau bis blaugrau, mergelig, feinschichtig (Harnisch bei 145,20–145,28 m circa 40° gegen die Bohrlochachse geneigt)
- 146,40 m Dolomitstein, grau bis hellgrau, sehr hart
- 146,50 m Mergelstein, blaugrau bis grau, tonig, feinschichtig
- 147,22 m Dolomitstein, grau bis hellgrau, lagenweise knauerig mit dolomitischen Tonstein, blaugrau
- 147,45 m Mergelstein, blaugrau bis grau, tonig, feinschichtig
- 147,60 m Mergelstein, grau bis schwach hellgelbgrau
- 147,80 m Mergelstein, blaugrau bis grau, tonig
- 147,95 m Dolomitstein, grau, sehr hart
- 148,35 m Tonstein, blaugrau, olivgrau bis oliv, weich, kohlig bei 148,05–148,08 m
- 150,60 m Wechsel von Dolomitstein, grau, schluffig, feinschichtig und Tonstein, blaugrau, schluffig, dolomitisch, hart, splitterig, feinschichtig sowie Sandstein, braungrau, feinkörnig, dolomitisch, bei 150,40–150,45 m und Schluffstein bei 148,35–148,45; 148,56–148,58; 148,61–148,63 m (Kluft bei 148,58–148,73; 148,95–149,18 m circa 10° gegen die Bohrlochachse geneigt)
- 151,48 m Tonstein, blaugrau, dolomitisch, feinschichtig, mit wenigen dünnen Dolomitsteinlagen, grau, hart (Kluft bei 151,58–151,95 m circa 10° gegen die Bohrlochachse geneigt)
- 151,65 m Wechsel von Dolomitstein, graublau, tonig, mit Tonstein, blaugrau, dolomitisch
- 152,10 m Wechsel von Schluffstein, grau bis schwach braungrau, zum Teil feinsandig, schwach mergelig bzw. dolomitisch, feinschichtig mit Tonstein, blaugrau, schluffig, dolomitisch, feinschichtig
- 152,88 m Sandstein, braungrau, feinkörnig, schluffig, feinschichtig, horizontal und schräggeschichtet, lagenweise angereichert mit *Unionites (Anoplophora) brevis* bei 152,62–152,88 m

- 153,49 m Wechsel von Tonstein, blaugrau, schluffig, dolomitisch, mit Dolomitstein, grau, schluffig sowie Tonstein, schwarz, kohlig, blättrig bei 152,92–152,96; 153,05–153,08; 153,13–153,16 m
- 153,62 m Tonstein, schwarzgrau, kohlig, blätterig
- 154,86 m Tonstein, schwarzgrau bis blaugrau, dolomitisch, mit dünnen Schluffsteinlagen, grau (Kluft bei 154,70–155,60 m circa 2° gegen die Bohrlochachse geneigt mit Calcitfüllung)
- 155,04 m Dolomitstein, grau bis schwach gelbgrau
- 157,09 m Tonstein, olivgrau bis grau, schluffig, zum Teil dolomitisch, splitterig, feingeschichtet, mit Dolomitstein, grau, schluffig, bei 155,84–155,93; 156,16–156,20; 156,42–156,45; 156,53–156,58 m
- 157,52 m Dolomitstein, grau, hart, zum Teil tonig, mit Tonstein, schwarzgrau bis dunkelgrau bei 157,40–157,45; 157,60–157,80 m)

Werksandstein-Bereich (kuW)

- 158,35 m Tonstein, dunkelgrau bis schwarzoliv; mit dünnen Dolomitsteinlagen, grau; mit Schluffstein, grau, zum Teil feinsandig, feinschichtig, teils horizontal, teils schräg geschichtet bei 157,73–157,80; 157,93–158,02 m (Kluft bei 157,62–157,70 m, circa 15° gegen die Bohrlochachse geneigt, mit Calcitfüllung ~ 1 mm, Kluft bei 158,06–158,33 m, circa 5° gegen die Bohrlochachse geneigt, mit Calcitfüllung ~ 1 mm)
- 158,95 m Wechsel von Schluffstein, braungrau bis grau, feinsandig, feinschichtig und Tonstein, schwarzgrau bis olivschwarz
- 159,72 m Tonstein, schwarzgrau, mit wenigen schluffigen Einschaltungen, grau, dünnlagig
- 160,05 m Wechsel von Schluffstein, dunkelgrau bis braungrau, feinsandig, feinschichtig mit Tonstein, schwarzgrau, schluffig, mergelig
- 162,54 m Tonstein, schwarzgrau bis olivschwarz, mit wenigen Schluffsteinlagen, grau, feinschichtig, dünn (Kluft bei 162,29–162,37 m, circa 55° gegen die Bohrlochachse geneigt)
- 162,64 m Sandstein, braungrau, fein- bis mittelkörnig, feinschichtig, horizontalschichtig
- 162,95 m Tonstein, schwarzgrau, mergelig mit wenigen feinen Schluffsteinlagen, grau
- 163,80 m Sandstein, dunkelgrau bis braungrau, fein bis mittelkörnig, feinschichtig, teils horizontal, teils deutlich schräg geschichtet, im Wechsel mit Tonstein, schwarzgrau bis olivgrau bei 162,99–163,00; 163,13–163,17; 163,22–163,39 m (Kluft bei 163,27–163,50 m, circa 20° gegen die Bohrlochachse geneigt, mit dünner Calcitfüllung)
- 164,17 m Tonstein, schwarzgrau, feingeschichtet, lagenweise schwach mergelig oder schluffig, mit Sandstein, feinkörnig, feingeschichtet bei 163,93–164,01 m
- 164,89 m Sandstein, grau bis dunkelgrau, fein bis mittelkörnig, teils horizontal, teils schräg geschichtet, mäßig hart, mit dünnlagigen Tonsteineinschaltungen, schwarzgrau bei 164,44–164,62; 164,70–164,89 m
- 165,03 m Schluffstein, grau, tonig, mergelig, horizontal und schwach schräg geschichtet, massig bei mit Tonstein, schwarzgrau bei 164,89–164,92; 164,98–164,99 m

Untere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku1)

- 165,24 m Tonstein, schwarzgrau, lagenweise schwach mergelig
- 165,57 m Dolomitstein, grau
- 166,17 m Tonstein, schwarzgrau bis schwarzoliv im Wechsel mit dünnen Schluffsteinlagen, feinschichtig, grau
- 166,50 m Dolomitstein, grau bis mittelgrau
- 167,00 m Tonstein, schwarzgrau, weich mit kohligen Anteilen, schwarz, blättrig bei 166,50–166,56; 166,69–166,71 m und Schluffstein, grau, mergelig, feinschichtig bei 166,93–166,97 m
- 170,08 m Wechsel von Dolomitstein, grau, hart, zum Teil feinschichtig mit Tonstein, olivschwarz bis blauschwarz, zum Teil mergelig, schluffig, blättrig und feinschichtig bei 167,63–167,90; 168,12–168,92; 169,00–169,25; 169,40–169,53; 169,62–169,78 m
- 170,40 m Schluffstein, grau bis hellgrau, tonig, zum Teil schwach kieselig, feinschichtig im Wechsel mit einzelnen dünnen Tonsteinlagen, olivschwarz, schluffig
- 171,10 m Wechsel von Tonstein, schwarzgrau bis olivschwarz, zum Teil mergelig, feinschichtig mit Schluffstein, grau bis hellgrau, mergelig, feinschichtig, dünnlagig
- 171,32 m Schluffstein, feinsandig, grau bis braungrau, feinschichtig,
- 171,85 m Wechsel von Schluffstein, feinsandig, grau bis braungrau, feinschichtig mit Tonstein, schwarzoliv bis blauschwarz, mergelig
- 172,16 m Sandstein, grau bis braungrau, feinkörnig, schluffig, tonig, feinschichtig
- 172,76 m Wechsel von Schluffstein, grau bis braungrau, feinsandig, feinschichtig mit Tonstein, schwarzoliv bis blauschwarz, mergelig
- 174,25 m Dolomitstein, grau, hart, feinschichtig, lagenweise Tonstein, schwarzgrau bis blaugrau, dolomitisch, feinschichtig, Schluffstein, grau, feinschichtig bei 173,55–173,63 m
- 175,74 m Tonstein, olivschwarz bis blauschwarz, dolomitisch, feinschichtig, zum Teil splitterig
- 176,58 m Dolomitstein, grau bis hellgrau, sehr hart mit Tonstein, schwarzblau, dolomitisch bei 176,38–176,43 m
- 178,00 m Tonstein, blaugrau, zum Teil dolomitische Lagen, dann grau bis hellgrau, mit Schluffstein, grau, tonig, feinschichtig bei 176,60–176,70; 176,72–177,06; 177,85–177,88; 177,91–177,96 m
- 178,32 m Dolomitstein, grau, hart, feinschichtig mit schluffigen und tonigen Lagen
- 178,90 m Tonstein, blaugrau, dolomitisch, feinschichtig mit Schluffsteinlagen, grau, dolomitisch, hart
- 179,25 m Schluffstein, grau bis hellgrau, zum Teil dolomitische Lagen, zum Teil schwach kieselig, feinschichtig mit wenigen dünnen Tonsteinlagen, schwarzgrau
- 179,32 m Tonstein, schwarzgrau bis grau, schluffig, zum Teil dolomitisch, feinschichtig
- 179,62 m Schluffstein, grau bis hellgrau, zum Teil kieselig, zum Teil dolomitisch, feinschichtig mit wenigen dünnen Tonsteinlagen, schwarzgrau
- 180,05 m Tonstein, schwarzgrau bis blaugrau, schluffig, mit wenigen grauen, dolomitischen Lagen
- 180,65 m Schluffstein, grau, tonig, feinschichtig mit wenigen grauen, dolomitischen Lagen
- 181,31 m Tonstein, schwarzgrau bis blaugrau, schluffig mit grauen, dolomitischen Lagen sowie Schluffstein, grau, dolomitisch, hart, feinschichtig bei 180,75–180,80; 180,85–180,92; 180,97–181,5; 181,25–181,31 m
- 182,60 m Schluffstein, grau, zum Teil tonig, dolomitisch, feinschichtig, im Wechsel mit Tonstein, schwarzgrau, feinschichtig
- 182,95 m Tonstein, schwarzgrau, schluffig, mit grauen, dolomitischen Lagen
- 183,35 m Tonstein, schwarzgrau bis blaugrau, feinschichtig
- 183,46 m Dolomitstein, grau, hart mit Tonsteinlagen, schwarzgrau (Klüfte bei 183,40; 183,41 m, ± in Schichtlagerung, gefüllt mit Calcit)

Oberer Muschelkalk (mo)**Oberer Muschelkalk 3 (mo3)**

- 183,49 m Kalkstein, grüngrau, mit sehr viel Glaukonit, Fischschuppen, Wirbeltierresten (Grenzbonebed)
- 183,63 m Kalkstein, graublau bis graugrün, dicht, lagenweise feinsparitisch oder flaserig, (Grenzglaukonitkalkstein)
- 183,68 m Tonstein, blaugrau
- 183,73 m Kalkstein, graublau bis graugrün, dicht
- 183,93 m Tonstein, dunkelblaugrau, feingeschichtet mit einzelnen schluffigen bis feinsandigen Lagen, mergelig
- 184,37 m Tonstein, dunkelgrau bis schwarzgrau, mäßig hart, mit Kalksteinlagen (1–2 cm dick), grau, dicht, bei 184,04; 184,16; 184,23; 184,28m
- 184,62 m Tonstein, schwarzgrau, weich
- 184,90 m Kalkstein, grau bis dunkelgrau, feingeschichtet, zuunterst schluffig
- 186,51 m Tonstein, schwarzgrau, feinschichtig mit Tonmergelstein, weich, Kalksteinlagen, grau, dicht, hart bei 184,91; 184,94; 184,97–184,98; 185,7; 185,11–185,12; 185,20; 185,22; 185,25; 185,28; 185,35; 185,38; 185,40; 185,49; 185,50; 185,52; 185,62–185,63; 185,73; 185,76; 185,77; 185,78; 185,87; 185,90; 185,94; 185,99; 186,20; 186,09; 186,14; 186,19; 186,17–186,18; 186,38; 186,42; 186,48 m
- 186,54 m Kalkstein, grau, dicht, sehr hart
- 187,13 m Tonstein, schwarzgrau, weich mit Kalksteinlagen (circa 0,5–1,5 cm), grau, dicht, hart bei 186,66; 186,71; 186,74; 186,89; 186,93; 186,96; 186,99; 187,03; 187,05; 187,08; 187,11 m
- 187,25 m Kalkstein, grau, dicht, zum Teil wulstig, knauerig
- 187,36 m Kalkstein, grau, dicht, feinschichtig, mit Tonmergelsteinlagen (0,5 cm), schwarzgrau
- 187,42 m Tonmergelstein, dunkelgrau, wellig, lagenweise schluffig
- 187,46 m Kalkstein, grau, dicht, hart
- 188,12 m Tonstein, schwarzgrau, weich mit Kalkstein, grau, dicht, bei 187,55–187,56; 187,60–187,62 m (Kluft zw. 187,68–187,89 m; ~10° gegen die Bohrlochachse geneigt)
- 188,15 m Kalkstein, grau, dicht, hart
- 188,22 m Tonstein, schwarzgrau, weich, mit kleinen Kalksteinlinsen
- 188,24 m Kalkstein, grau, dicht, hart
- 189,29 m Tonstein, schwarzgrau, weich mit dünnen Mergelsteinbändern, dunkelgrau, porös bei 188,37–188,50 m; Kalkstein, grau, dicht, hart bei 188,32–188,37; 188,50–188,56; 188,73–188,80; 188,98–189,00; 189,18–189,22 m
- 189,54 m Kalkstein–Schluff(mergel)stein, graubraun bis grau, hellgrau, feinschichtig, hart, zum Teil mergelig (vorwiegend zw. 189,44–189,50 m), lagenweise sparitisch, mit schwachwellige Schichtflächen
- 189,61 m Tonstein, schwarzgrau, mit Kalksteinlinsen, grau
- 189,67 m Kalkstein, grau, dicht, hart
- 189,86 m Kalkstein, grau, dicht, hart, laibartig mit wenig Tonstein, schwarzgrau, weich, zum Teil lagig bei 189,70–189,73 m
- 189,94 m Kalkstein, grau, dicht, hart
- 189,98 m Kalkstein, grau, sparitisch, sehr hart
- 190,14 m Tonstein, schwarzgrau mit Kalkstein, grau, dicht, laibartig, bei 189,95–189,98; 190,00–190,03; 190,04–190,08 m
- 190,20 m Kalkstein, grau, dicht, hart, zuoberst (circa 1,5 cm) sparitisch, sehr hart

- 190,34 m Kalkstein, zwischen 190,23–190,26 m grau, dicht; zwischen 190,26–190,34 m dunkelgrau, sparitisch, sehr hart
- 190,95 m Tonstein, schwarzgrau, feingeschichtet mit eingeschalteten Mergeln, grau (Kluft zw. 190,46–190,80 m, ~10° gegen die Bohrlochachse geneigt)
- 191,12 m Kalkstein, grau, dicht, knauerig–knollig, hart
- 191,95 m Tonstein, schwarzgrau, weich, mit Kalkstein, grau, dicht, bei 191,40–191,42; 191,56–191,70 m
- 192,03 m Kalkstein, grau, dicht, hart, sparitische Lage bei 191,99–192,00 m; Tonstein, schwarzgrau, weich bei 191,98–191,99 m
- 192,48 m Tonstein, schwarzgrau mit Kalkstein, grau, dicht, laibartig, bei 192,10–192,13; 192,21–192,25; 192,41–192,46 m
- 192,71 m Kalkstein, grau, sparitisch, schillhaltig, sehr hart, mit dichter Lage zuunterst (192,69–192,71 m) und Tonsteinlage, schwarzgrau, bei 192,61–192,67 m
- 193,47 m Tonstein, schwarzgrau, weich im Wechsel mit Tonmergelsteinen, feinschichtig, dunkelgrau und Kalksteinlagen, grau, sparitisch, sehr hart, bei 192,80–192,85; 192,90–193,00; 193,10–193,13 m und dicht bei 192,39–193,41 m
- 193,69 m Kalkstein, grau bis hellgrau, sparitisch, sehr hart mit Schilllagen, zuunterst dicht bei 193,63–193,69 m, mit Tonstein, schwarzgrau bei 193,50–193,55 m
- 194,01 m Ton(mergel)stein, dunkelgrau, im Wechsel mit Kalkstein, grau, dicht, bei 193,72–193,76; 193,80–193,84; 193,87–193,90; 193,91–193,95; 193,97–193,99 m
- 194,10 m Kalkstein, grau, sparitisch, sehr hart
- 194,25 m Kalkstein, grau, dicht, dünne Schilllagen bei 194,15; 194,17 m, mit Tonsteinlagen, schwarzgrau, bei 194,10–194,15; 194,17–194,20 m
- 195,08 m Ton(mergel)stein, schwarzgrau bis dunkelgrau, mit Kalksteinlagen, grau, dicht, bei 194,46–194,50; 194,92–194,99 m
- 195,27 m Kalkstein, grau, dicht, mit Schillkalk bei 195,08–195,11 m und Tonsteinlagen, schwarzgrau bei 195,13–195,15; 195,19–195,22 m
- 195,52 m Tonstein, schwarzgrau, mit Kalkstein, grau, dicht, laibartig bei 193,32–195,37; 195,43–195,45 m
- 196,54 m Kalkstein, grau bis hellgrau, dicht, Schilllage bei 195,69–195,70; 196,37–196,38 m, Wellenrippeln bei 196,38 m mit engständiger Amplitude (circa 1,5 cm), und Ton(mergel)steinlagen, schwarzgrau bis dunkelgrau
- 197,23 m Tonstein, schwarzgrau, weich bis mäßig hart im Wechsel mit dünnen Mergelsteinlagen, dunkelgrau, Kalkstein, grau, dicht bei 196,98–197,03; 197,10–197,13; 197,17–197,18 m
- 197,72 m Kalkstein, grau bis hellgrau, dicht, mit Kalkschlammgeröllen zwischen 197,30–197,45 m, Tonstein als Zwickelfüllungen; Tonsteinlagen, schwarzgrau bei 197,59–197,61; 197,67–197,70 m
- 198,09 m Tonstein, schwarzgrau, mit dünnen Mergelsteinlagen, dunkelgrau, mäßig hart
- 198,53 m Tonstein, schwarzgrau mit Mergellagen, zum Teil stärker kalkig; stärker schluffhaltig bei 198,08–198,18; 198,19–198,24; 198,26–198,29 m
- 198,66 m Kalkstein, hellgrau, sparitisch, sehr hart mit Schilllagen bei 198,54–198,60 (eingeregelt); 198,63; 198,65 m
- 199,21 m Ton(mergel)stein, dunkelgrau, mäßig hart, mit Kalkstein, grau, dicht, bei 198,78–198,80; 198,84–198,88; 198,92–198,99; 199,02–199,06 m
- 199,36 m Kalkstein, hellgrau, zuoberst sparitisch, sehr hart, bei 199,22–199,32 m; zuunterst dicht, hart bei 199,32–199,36 m

- 199,94 m Tonstein, schwarzgrau mit dünnen Mergelsteinlagen, dunkelgrau und Kalkstein, grau, dicht, bei 199,55–199,59; 199,63–199,67; 199,72–199,73 m; Kalkstein, hellgrau, sparitisch, bei 199,73–199,74 m (Kluft zwischen 199,36–199,50; 199,81–199,92 m; ~25° gegen die Bohrlochachse geneigt)
- 200,73 m Wechsel von Kalkstein, grau bis hellgrau, dicht, hart, plattig, lagenweise sparitisch bei 200,53–200,55; 200,68–200,72 m; Schilllage (circa 1cm) bei 200,42 m; und Tonstein, schwarzgrau bei 200,06–200,13; 200,15–200,18; 200,24–200,27; 200,30–200,38; 200,42–200,44; 200,48–200,51; 200,55–200,56; 200,60–200,66; 200,72–200,73 m
- 201,11 m Kalkstein, hellgrau bis grau, sparitisch, sehr hart; dichte Lagen bei 200,95–200,96; 201,08–201,11 m; flaserig bei 200,73–200,76 m und Tonmergelstein, schwarzgrau bis dunkelgrau bei 200,96–200,97; 201,00–201,02 m
- 201,57 m Wechsel von Tonmergelstein, dunkelgrau, mäßig hart mit Kalksteinlagen, grau, dicht, bei 201,25–201,30; 201,44–201,47; 201,48–201,50 m; Kalkstein, hellgrau, sparitisch, bei 201,40–201,42 m
- 201,70 m Kalkstein, grau, dicht, bei 201,57–201,62; 201,67–201,70 m, und grau bis hellgrau, sparitisch, sehr hart bei 201,62–201,67 m
- 202,05 m Tonmergelstein, schwarzgrau bis dunkelgrau mit Kalksteinlage, mikritisch bei 201,91–201,95 m
- 202,25 m Kalkstein, grau bis hellgrau, geschichtet, dicht und sparitisch, sehr hart, gewölbte Oberkante und Tonsteinlage, schwarzgrau bei 202,10–202,11 m
- 202,77 m Wechsel von Tonmergelstein, schwarzgrau bis dunkelgrau, mäßig hart mit Kalksteinlagen, grau, dicht, bei 202,40–202,44; 202,47–202,51; 202,58–202,61; 202,69–202,72 m und hellgrau, sparitisch, sehr hart, bei 202,72–202,73 m
- 202,93 m Kalkstein, grau bis hellgrau, geschichtet, Wechsel von dichten und sparitischen Lagen bzw. Feinschilllagen, sehr hart; Tonmergelstein, dunkelgrau 202,87–202,89 m

Geologische Deutung:

- 0,18 m Quartär (q)
- 139,75 m Mittlerer Keuper (km)
- 26,76 m Estherienschichten (kmE)
- 14,45 m Modiolabank
- 26,76 m A-C-Horizont
- 85,56 m Obere Myophorienschichten (kmMO)
- 139,75 m Untere Myophorienschichten (kmMU)
- 85,56 m Bleiglanzbank
- 89,35 m Bibarter Bank
- 117,68 m Hellmitzheimer Bank
- 139,75 m Grundgipsschichten
- 183,46 m Unterer Keuper (ku)
- 142,92 m Grenzdolomit (kuD)
- 157,52 m Oberer Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2)
- 143,60 m Obere Drusengelbkalksteine
- 145,77 m Rote und Grüne Lettenmergel
- 147,95 m Gelbkalkstein-Gelbmergel-Horizont
- 148,35 m Bunte Lettenmergel

– 152,88 m	Anoplophorahorizont mit Anoplophorasandstein
– 155,04 m	Anthrakonitbank
– 157,09 m	Sandige Pflanzenschiefer
– 157,52 m	Albertibank
– 165,03 m	Werksandstein-Bereich (kuW)
– 183,46 m	Untere Tonstein-Gelbkalkschichten (ku1)
– 166,17 m	Obere Estherienschiefer
– 166,50 m	Zellige Mergelkalkschiefer
– 170,08 m	Mittlere Estherienschiefer
– 170,40 m	Hauptquarzitschieferplatten
– 172,76 m	Untere Estherienschiefer mit Unterem Sandstein
– 174,25 m	Untere Dolomitsteine
– 175,74 m	Dolomitische Mergelschiefer
– 176,58 m	Blaubank-Bereich
– 183,46 m	Vitriolschiefer mit Wagners Plattenhorizont
– 202,93 m	Oberer Muschelkalk (mo)
– 202,93 m	Oberer Muschelkalk (mo3)
– 183,63 m	Grenzglaukonitkalkstein mit Grenzbonebed
– 189,29 m	Ostracodenton
– 189,54 m	Gelber Kipper (Äquivalent)
– 190,34 m	Obere Terebratelbank
– 192,71 m	Knauerige Bank
– 193,47 m	Kiesbank
– 193,69 m	Hauptterebratelbank
– 194,01 m	Schusters Mergelleitschicht
– 197,72 m	Plattenkalksteinfoolge 6
– 198,53 m	Tonsteinhorizont 5
– 202,93 m	Dickbankzone

Anmerkung zu Schichtlagerung und Tektonik: Die Schichtlagerung erscheint durchgängig ± söhlig. Einzig im Unteren Keuper, bei 145,20 m, erscheint ein Harnisch mit circa 40° Neigung gegen die Bohrachse. Aufgrund der zu geringen Mächtigkeit der Oberen Tonstein-Gelbkalkschichten (ku2) ist ein Versatz von rund 3 bis 5 m anzunehmen.

4 Dank

Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. VOSSMERBÄUMER (Universität Würzburg) für die Betreuung der Kartierung und der Bohrbearbeitung.

Die Finanzierung erfolgte durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit mit Kofinanzierung im Rahmen der EU-Maßnahme „Informationsoffensive Oberflächennahe Geothermie“ des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

5 Literatur

- BÜTTNER, G. (1989): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 5928 Obertheres. – 161 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- BÜTTNER, G. & STÜRMER, G. (1984): Vergleichende Stratigraphie im Hauptmuschelkalk Nordunterfrankens. – Naturwiss. Jb. Schweinfurt, **2**: 50–58, Schweinfurt.
- BÜTTNER, G. & STÜRMER, G. (1994): Neubau der Bundesstraße 303 zwischen Forst und Hofheim i. Ufr. – Naturwiss. Jb. Schweinfurt, **12**: 1–74, Schweinfurt.
- BÜTTNER, G. & STÜRMER, G. (2006): Geologische Profilaufnahmen im Oberen Muschelkalk entlang des Autobahn-Neubaus A71 von Schweinfurt bis zu bayerischen Landesgrenze im Vergleich mit den Profilaufnahmen BÜTTNER und STÜRMER (1984, 1994 und 2006) und der Forschungsbohrung Ebenhausen HOFFMANN (2000). – Naturwiss. Jb. Schweinfurt, **21–23**: 399–464, Schweinfurt.
- FREUDENBERGER, W. (1996): Trias. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Geologische Karte von Bayern 1 : 500 000, Erläuterungen. – 4. Aufl.: 65–89, München.
- 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. (2001): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. – Erläuterungen zum Blatt Nr. 6126 Dettelbach. – 36 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- 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, Stuttgart (Schweizerbart).
- FREUDENBERGER, W. (2010): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. – Erläuterungen zum Blatt Nr. 6026 Werneck. – 136 S., Augsburg (Bayer. LfU).
- FREUDENBERGER, W., FRITZER, T. & GEIGER, A. (2000): Der Keuper in den Kernbohrungen bei Coburg. – *Geologica Bavarica*, **105**: 137–200, 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 (Bayer. Geol. L.-Amt).
- GEYER, G. (2002): Geologie von Unterfranken und angrenzenden Regionen. – 588 S., Gotha-Stuttgart (Klett-Perthes).
- HOFFMANN, U. (2005): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. – Erläuterungen zum Blatt Nr. 5726 Bad Kissingen Nord und Blatt Nr. 5826 Bad Kissingen Süd. – 64 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- HOFFMANN, U. (2010): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. – Erläuterungen zum Blatt Nr. 5727 Münnerstadt. – 74 S., Augsburg (Bayer. LfU).

- KUHN, O. (1937): Neue Lebensspuren von Würmern aus der deutschen Obertrias (Steigerwald). – Sitz.-Ber. Ges. naturforsch. Freunde Berlin, **1936**: 363–373, Berlin.
- NATHAN, H. (1935): Quarz und Anhydriteinschlüsse im unterfränkischen Keuper. – Abh. Geol. L.-Unters. Bayer. Oberbergamt, **18**: 41–51, München.
- SCHRÖDER, B. (1976): Geologische Karte von Bayern 1:25 000. – Erläuterungen zum Blatt Nr. 5929 Hofheim i. Ufr. – 116 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- SEIDEL, G. (2003): Geologie von Thüringen. – 601 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- SPECHT, S. (2013): Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 5828 Stadtlauringen. – 132 S., Augsburg (Bayer. LfU).
- SPECHT, S. (in Druckvorb.): Geologische Karte von Bayern 1:25 000 – Erläuterungen zum Blatt Nr. 5827 Maßbach. – Augsburg (Bayer. LfU).
- ULBRICH, R. (1949): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000 Blatt Stadtlauringen (Nordhälfte). – Dipl.-Arb. Uni. Würzburg: 33 S., Würzburg.
- 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.

Nachruf



Dr. UWE HANNO GOTTFRIED HOFFMANN

Dr. UWE HANNO GOTTFRIED HOFFMANN

***10.4.1938, † 7.2.2016**

Am 7. Februar 2016 verstarb im Alter von 77 Jahren Herr Dr. UWE HANNO GOTTFRIED HOFFMANN nach kurzer schwerer Krankheit. Er war seit 1965 bis 1967 und von 1985 bis 2003 Angehöriger des Bayerischen Geologischen Landesamtes (heute: Landesamt für Umwelt). Aber auch im Ruhestand war er noch weitere 11 Jahre bis 2014 in der Rhön kartierend im Auftrag des Geologischen Dienstes tätig.

UWE HOFFMANN wurde am 10.04.1938 in Liegnitz (Niederschlesien) als Sohn und drittes von fünf Kindern von MAXIMILIAN und LYDIA HOFFMANN geboren. Nach dem ersten Grundschuljahr in Hermsdorf im Riesengebirge musste die Familie vor dem russischen Einmarsch 1945 fliehen über Burkhardtsdorf bei Chemnitz, Seltsch bei Saaz (Sudetenland), Landwust im Vogtland nach Osterburg (Altmark), wo der Vater nach Rückkehr aus russischer Gefangenschaft wieder Anstellung als Grundschullehrer fand. Dort besuchte UWE HOFFMANN die Grundschule und ein Jahr die Oberschule. Doch 1952 entschloss sich die Familie, erneut zu fliehen und verließ die DDR über Westberlin und fand schließlich Unterschlupf im Flüchtlingslager Weinsberg bei Heilbronn.

In Weinsberg und später in Heilbronn besuchte UWE HOFFMANN das Gymnasium, wo er 1957 das Abitur ablegte. Sogleich begann er das Geologie-Studium in Würzburg und Kiel und schloss es 1962 mit dem Diplom ab. Thema der Arbeit war die „Geologische Kartierung und Erläuterung NE-Quadrant Blatt Ochsenfurt“. Es folgte ebenfalls an der Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg die Promotion zum Dr. rer. nat. Die von Prof. Dr. E. RUTTE mit „summa-cum-laude“ ausgezeichnete Doktorarbeit mit dem Titel „Die Geologie des Blattes Würzburg-Süd 1:25 000 (Stratigraphie der Trias und Tektonik im südlichen Unterfranken)“ wurde 1964 mit einer Prämie von 1.000 DM durch die Unterfränkische Stiftung für Wissenschaft gewürdigt.

Im folgenden Jahr heiratete UWE HOFFMANN seine Frau HANNELORE HELENE, geb. TRUNK. Aus dieser Ehe gingen fünf Kinder, OLIVER LORENZ, TADZIU LEANDER, HOLGER HAGEN, VIOLA VIRIDIANA und ARNICA CATHAYSIA, hervor.

1965 fand UWE HOFFMANN Anstellung am Geologischen Landesamt in München, wo er aber aus persönlichen Gründen bereits 1967 kündigte. Anschließend begann er immer wieder neue berufliche Herausforderung suchend die Welt zu bereisen, die Familie immer dabei:

1967: Kupfer-Exploration in Sambia („Kupfergürtel“)

bis 1972: Kupfer-Blei-Zink-Exploration in Südwestafrika/Namibia („Grube Tsumeb“ und „Grube Matchless“)

bis 1975: Uranexploration („Rössing-Lagerstätte“), Chief Geologist mit 50 Mitarbeitern

bis 1984: Metall- und Uranexploration in Bolivien, Botswana und Brasilien („Lagoa-Uranlagerstätte“)

1984 kehrte er mit der Familie zurück nach Deutschland und fand im folgenden Jahr Wiederanstellung am Geologischen Landesamt in München, wo er rasch zum Referatsleiter für „Geologie der Abfallablagerung und des tiefen geologischen Untergrundes“ ernannt wurde. Er kümmerte sich fortan auch um die Deponiestandortforschung in Bayern.

Ab **2000** wechselte er amtsintern in die „Geologische Landesaufnahme“, um neben der Exploration seiner zweiten großen beruflichen Leidenschaft zu folgen, der Kartierung im Schichtstufenland Unterfrankens. Was er einst mit den Blättern Würzburg Nord und Süd begonnen hatte, setzte er nun fort mit den Blättern Bad Kissingen Nord und Süd.

Im Alter von 65 Jahren wurde UWE HOFFMANN in den Ruhestand versetzt, was er aber wegen seiner Vitalität noch nicht akzeptieren wollte. Denn er war als Geologe ein so leidenschaftlicher Kartierer, dass er den Beruf zum Hobby machte und im Rahmen von Werkverträgen für den Geologischen Dienst des LfU in Hof in der bayerischen Rhön noch weitere fünf Buntsandstein-Blätter professionell bearbeitete und mit den zugehörigen Erläuterungen hinterließ: TK 25-Blätter Münnersstadt, Sandberg, Zeitlofs, Stangenroth und Wildflecken. Letzteres bezeichnete er als einen „nochmaligen Höhepunkt“ (Kreuzberg mit 928 m ü. NN) seiner geologischen Tätigkeit.

Als Ruheständler bezeichnete sich UWE HOFFMANN erst 76-jährig im Juni 2014. Sein Lebens- und Berufsweg war in jeder Hinsicht sehr außergewöhnlich und erfolgreich.

Von seiner wissenschaftlichen Tätigkeit zeugen neben wichtigen firmeninternen Berichten mindestens 15 Fachpublikationen (teils in Englisch oder Portugiesisch), die von der Stratigraphie des „Copperbelt of Zambia“, von der Uranprospektion in der Großlagerstätte Rössing („The Rössing Uranium Deposit“) in Südwestafrika über Explorationsarbeiten in Brasilien („Mineralização de Urânio em Rochas Graníticas“) bis zur Geologie Unterfrankens und speziell der Rhön reichen.

Als großes Glück für einen Geologen bezeichnete UWE HOFFMANN seinen einzigartigen Berufserfolg, v. a. dass ihm die Beteiligung an der Entdeckung und Erschließung von drei Lagerstätten (neben zahllosen Explorationsprojekten, die „nichts geworden sind“) beschieden war.

UWE HOFFMANN war und ist für mich ein Vorbild. Auf zahlreichen Geländebegehungen und Exkursionen in der Rhön durfte ich ihn näher kennenlernen. Neugierig befragt, hat er mir viel aus seinem bewegten, wahrhaft inhaltsreichen Leben, das auch seiner weltweiten Explorationstätigkeit geschuldet war, erzählt. Als Geologe hat er Großes geleistet. Als leidenschaftlicher Kartierer hat er neun amtliche Geologische Karten mit Erläuterungen produziert. Ebenso beeindruckt mich, wie er trotz dieses vielen beruflichen, oft auch gefährvollen Reisens eine intakte große Familie, auf die er so stolz war, haben konnte. Auf die Frage „Uwe, wie schaffst Du das nur?“ antwortete er gerne: „Dazu gehört die passende Frau!“

Zu seinen Hobbies zählte UWE HOFFMANN Klassisches Klavierspiel (Haydn, Beethoven) und Latein- und Standard-Tanzen, das er zusammen mit seiner Frau bis zuletzt in der TSV-Tanzsportabteilung in Weilheim pflegte.

Mit seiner wissenschaftlichen Leistung, seiner Hilfsbereitschaft und seiner freundlichen Art hat Dr. UWE HANNO GOTTFRIED HOFFMANN sich hohes Ansehen erworben. Wir, seine Kolleginnen und Kollegen vom GLA (heute LfU), werden ihm ein gutes Andenken bewahren.

Dr. W. FREUDENBERGER

Verzeichnis der Abbildungen

I Die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 bei Stadtprozelten/Unterfranken

Abb. I-1: Lageskizze der Bohrung	12
Abb. I-2: Kernstrecke 186 bis 190 m	17
Abb. I-3: Kernstrecke 275 bis 280 m	18
Abb. I-4: Vereinfachte Gliederung des Zechsteins	19
Abb. I-5: Kernstrecke 280 bis 285 m	20
Abb. I-6: Kernstrecke 296 bis 300 m	21
Abb. I-7: Kernstrecke 300 bis 305 m	22
Abb. I-8: Kernstrecke 325 bis 330 m	23
Abb. I-9: Kernstrecke 335 bis 350 m	24
Abb. I-10: Kernstrecke 375 bis 380 m	26
Abb. I-11: Kernstrecke 380 bis 385 m	27
Abb. I-12: Chemische Zusammensetzung des Grundwassers aus dem Unteren Buntsandstein	36

II Kleinzyklengliederung und Formationsgrenzen der Forschungsbohrung Neuenbuch 1

Abb. II-1: Lageskizze der Bohrung Neuenbuch 1 und Mittelsinn SR8	44
Abb. II-2: Vergleich der kleinzyklischen Buntsandstein-Gliederung	48
Abb. II-3: Kernstrecke 125 bis 130 m	49
Abb. II-4: Ansatz der beckenzyklischen Formations-Gliederung im Zechstein	53

III Der Obere Buntsandstein in Kernbohrungen im südöstlichen Rhönvorland

Abb. III-1: Lageskizze der Bohrungen B 1 – B 5	63
Abb. III-2: Kernfoto FB Mittelstreu 1, Teufe 12 bis 18 m	68
Abb. III-3: Kernfoto FB Mittelstreu 1, Teufe 24 bis 30 m	69
Abb. III-4: Kernfoto FB Mittelstreu 1, Teufe 54 bis 60 m	70
Abb. III-5: Kernfoto FB Mittelstreu 1, Teufe 135 bis 150 m	73

IV Die Forschungsbohrung Stadtlauringen 1 in Unterfranken

Abb. IV-1: Lage der Forschungsbohrung Stadtlauringen 1	93
Abb. IV-2: Forschungsbohrung Stadtlauringen 1 (2008)	100

Nachruf

Dr. Uwe Hanno Gottfried Hoffmann	119
----------------------------------	-----

Verzeichnis der Tabellen

I Die Forschungsbohrung Neuenbuch 1 bei Stadtprozelten/Unterfranken

Tab. I-1: Lage der Forschungsbohrung Neuenbuch 1 (2014)	11
Tab. I-2: Gliederung und Mächtigkeiten der Schichtenfolge der FB Neuenbuch 1 (2014)	13
Tab. I-3: Gliederung des Buntsandsteins	14
Tab. I-4: Hydrochemische Beschaffenheit des Grundwassers	35

II Kleinzyklengliederung und Formationsgrenzen der Forschungsbohrung Neuenbuch 1

Tab. II-1: Lage der Forschungsbohrung Neuenbuch 1 (2014)	43
Tab. II-2: Übersicht der Formationsgliederungen und Kleinzyklen des Unteren Buntsandstein	51

III Der Obere Buntsandstein in Kernbohrungen im südöstlichen Rhönvorland

Tab. III-1: Auflistung der Kernbohrungen	63
Tab. III-2: Bohrlochgeophysikalische Messungen	64
Tab. III-3: Gliederung des Buntsandsteins	66
Tab. III-4: Gliederung und Schichtmächtigkeiten in den Kernbohrungen B 1 bis B 5	67
Tab. III-5: Korrelation und Mächtigkeitsvergleiche repräsentativer Profile der Röt-Formation	67

IV Die Forschungsbohrung Stadtlauringen 1 in Unterfranken

Tab. IV-1: Überblick über die in der FB Stadtlauringen 1 durchteufte Schichtenfolge	94
Tab. IV-2: Gliederung des Mittleren Keupers mit Angaben zu Lithologie und Mächtigkeit	95
Tab. IV-3: Gliederung des Unteren Keupers mit Angaben zur Lithologie und Mächtigkeit	96
Tab. IV-4: Gliederung des Oberen Muschelkalks in Unterfranken	98

