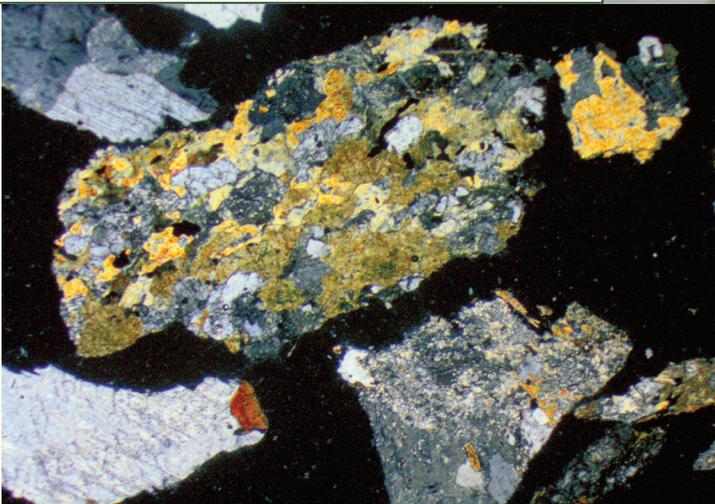
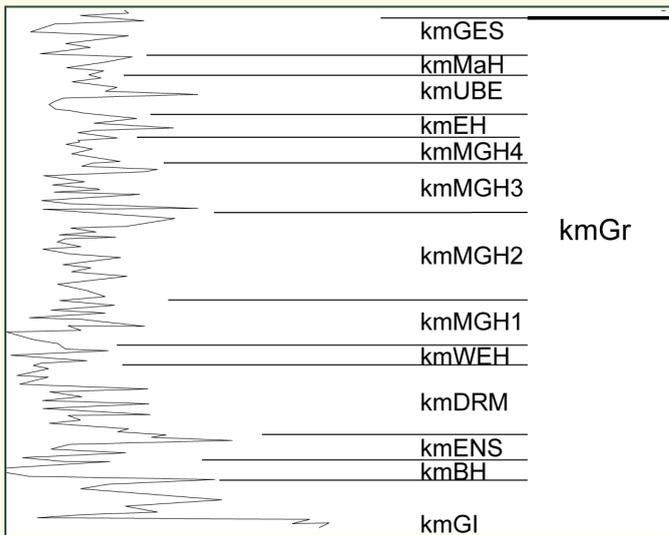


# Geologische Ergebnisse der Geothermiebohrungen Urach 1, Urach 3 und Urach 4



**Titelseite:**

Geophysikalische Messungen und Bohrproben aus der Bohrung Urach 3

- links oben: Geophysikalische Bohrlochmesskurve und stratigraphische Interpretation, Mesozoikum (Keuper)
- rechts: Bohrkerne aus dem Permokarbon
- unten: Dünnschliff eines Streupräparats aus dem Bohrklein, Grundgebirge



# Geologische Ergebnisse der Geothermiebohrungen Urach 1, Urach 3 und Urach 4

Beiträge:

MANFRED MARTIN & HUBERT ZEDLER

Die Geothermiebohrungen Urach 1, Urach 3 und Urach 4

MATTHIAS FRANZ, EDGAR NITSCH & THEO SIMON

Das mesozoische Deckgebirge der Geothermiebohrungen  
Urach 1, Urach 3 und Urach 4 (Baden-Württemberg)

UTE GEBHARDT

Das Permokarbon der Bohrung Urach 3 (Baden-Württemberg)

HORST PETER HANN, MANFRED MARTIN & HUBERT ZEDLER

Kristallines Grundgebirge der Geothermiebohrungen  
Urach 3 und Urach 4

LGRB-Informationen	29	152 S.	38 Abb.	3 Tab.	2 Anh.	Freiburg i.Br. Dezember 2014
--------------------	----	--------	---------	--------	--------	---------------------------------



ISSN 1619-5329

LGRB – Informationen

Herausgeber: REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG – Abteilung 9  
LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (RPF-LGRB)  
Albertstraße 5, 79104 Freiburg i. Br.  
Telefon: (07 61) 208-3000  
Telefax: (07 61) 208-3029  
E-Mail: [abteilung9@rpf.bwl.de](mailto:abteilung9@rpf.bwl.de)  
Internet: <http://www.rp-freiburg.de> bzw. <http://www.lgrb-bw.de>

Bearbeiter: Dr. MATTHIAS FRANZ, Dr. MANFRED MARTIN, Dr. EDGAR NITSCH & HUBERT ZEDLER  
(alle RPF-LGRB)  
sowie  
Prof. Dr. THEO SIMON (Fichtenberg), Dr. UTE GEBHARDT (Staatliches Museum für  
Naturkunde, Karlsruhe) & Dr. HORST PETER HANN (Stuttgart)

Graphik: MARIA WEIKERT, JÜRGEN CROCOLL, EDGAR NITSCH, ISABEL RUPF & BETTINA SCHMÜCKING  
(alle RPF-LGRB)  
sowie  
UTE GEBHARDT (Staatliches Museum für Naturkunde, Karlsruhe)

Satz und Layout: BETTINA SCHMÜCKING (RPF-LGRB)

Druck: Simon Druck GmbH & Co., Riegeler Straße 4b, D-79111 Freiburg  
[www.simon-druck.de](http://www.simon-druck.de)

Ausgabe: Dezember 2014

© Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.  
Übersetzung, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem  
Wege sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise –  
nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.



## Vorwort

Gut untersuchte und dokumentierte geologische Standardprofile der Schichtenfolge sind ein Kernbaustein der geowissenschaftlichen Landesaufnahme. Insbesondere in Anbetracht einer wachsenden Anzahl meist flacher bis mitteltiefer Bohrungen, die nur sehr eingeschränkte Bohrbeschreibungen aufweisen, stellen solche Referenzprofile eine unverzichtbare Vergleichsgrundlage zur zuverlässigen Beurteilung der Schichtenfolge dar. Qualitätsgesicherte geologische Profilbeschreibungen von Bohraufschlüssen gehören darum zu den wichtigsten Primärdaten, auf deren Grundlage im Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau geowissenschaftliche Fragestellungen im gesamten Spektrum der Amtstätigkeit bearbeitet werden.

Im Zentrum dieses Bandes der LGRB-Informationen stehen die geologischen, insbesondere die stratigraphischen und petrographischen Ergebnisse der Geothermiebohrungen Urach 1 bis Urach 4. Die Geothermiebohrungen bei Bad Urach wurden zwischen 1970 und 2003 im Rahmen eines geothermischen Forschungsprojekts abgeteuft und haben viele wichtige Ergebnisse zur hydrogeologischen Situation und zur Temperaturverteilung im tieferen Untergrund der Schwäbischen Alb erbracht. Sie gaben zudem Auskunft über die lokale Beschaffenheit des tieferen geologischen Untergrunds und stellen wichtige Referenzprofile für die Stratigraphie der Region vom Karbon bis in den Jura dar.

In früheren Publikationen wurde die Schichtenfolge meist nur kurz nach dem damaligen Stand der stratigraphischen Nomenklatur beschrieben. In den letzten 20 Jahren wurden, insbesondere durch die Zusammenarbeit zwischen den Staatlichen Geologischen Diensten und der Deutschen Stratigraphischen Kommission, große Fortschritte in Richtung einer länderübergreifend einheitlichen stratigraphischen Nomenklatur gemacht. Dies führt zwangsläufig dazu, dass viele uneinheitlich oder nur regional verwendete Bezeichnungen ersetzt wurden. Mit der vorliegenden Veröffentlichung werden Schichtenfolge und Grundgebirge nach den Bohrergebnissen der Uracher Bohrungen aufgrund neuer Profilaufnahmen, Auswertung geophysikalischer Bohrlochmessungen und petrographischer Dünnschliffuntersuchungen und mit aktueller Nomenklatur beschrieben.

Insbesondere Jura und Trias schließen sich in ihrer Ausbildung eng an die Verhältnisse der benachbarten Ausstrichgebiete an, weshalb das zusammenhängende Profil und die Bohrlochmessungen aus den Bohrungen von Bad Urach für die gesamte Region als Standardprofile gelten können. Wichtigste neue Erkenntnis in der Bohrung Urach 3, der mit 4444 m tiefsten Bohrung in Baden-Württemberg, war 1978 erstmals der Nachweis von über 600 m Permokarbon im Untergrund der Schwäbischen Alb, das bis dahin nur aufgrund geophysikalischer Messungen vermutet worden war. Die Gesteine des Permokarbons sind im Bereich der Schwäbischen Alb seither nur von wenigen weiteren Bohrungen (Bad Überkingen, Gomadingen, Urach 4) erreicht worden. Zugleich stellen die Bohrungen Urach 3 und 4 die umfangreichsten Grundgebirgsaufschlüsse im Schichtstufenland zwischen Schwarzwald und Nördlinger Ries dar.

Prof. Dr. Ralph Watzel  
Abteilungspräsident





## Inhalt

1	Die Geothermiebohrungen Urach 1, Urach 3 und Urach 4 .....	7
	MANFRED MARTIN & HUBERT ZEDLER	
2	Das mesozoische Deckgebirge der Geothermiebohrungen Urach 1, Urach 3 und Urach 4 (Baden-Württemberg) .....	11
	MATTHIAS FRANZ, EDGAR NITSCH & THEO SIMON	
3	Das Permokarbon der Bohrung Urach 3 (Baden-Württemberg) .....	49
	UTE GEBHARDT	
4	Kristallines Grundgebirge der Geothermiebohrungen Urach 3 und Urach 4 .....	113
	HORST PETER HANN, MANFRED MARTIN & HUBERT ZEDLER	





LGRB-Informationen	29	S. 7–10	3 Abb.	1 Tab.	0 Anh.	Freiburg i. Br. Dezember 2014
--------------------	----	---------	--------	--------	--------	----------------------------------

## Die Geothermiebohrungen Urach 1, Urach 3 und Urach 4

M. MARTIN UND H. ZEDLER

Die im Jahre 1970 bis 770 m abgeteufte Thermalwasserbohrung Urach 1 und die 1974 auf eine Tiefe von 760 m niedergebrachte Thermalwasserbohrung Urach 2 erschließen und nutzen das geothermische Potenzial der vom Jura bis zum Muschelkalk stammenden Wässer des Deckgebirges im Zentrum der Bad Uracher geothermischen Anomalie.

Mit Beginn der 1. Ölkrise von 1973 wurden von der Arbeitsgruppe Geothermik des Forschungs-Kollegiums Physik des Erdkörpers (FKPE), die sich aus Wissenschaftlern von Hochschulen und der Staatlichen Geologischen Dienste zusammensetzte, sowie von Seiten der Stadt Bad Urach Pläne erstellt, mittels einer Forschungsbohrung das geothermische Potential der Anomalie Bad Urach im Kristallin unterhalb des Deckgebirges zu erkunden.

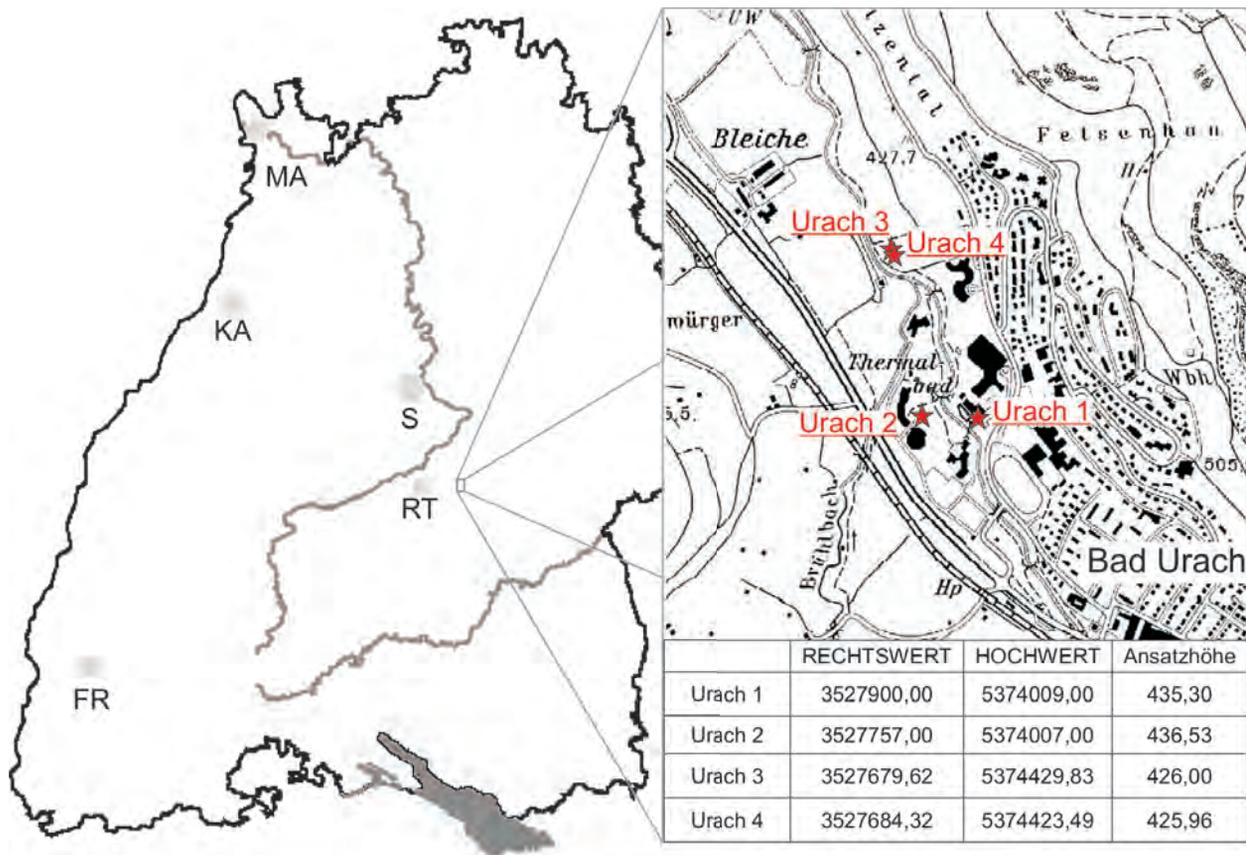


Abb. 1: Lage und Koordinaten der Bohrungen.

Ziel dieser Forschungsbohrung (Urach 3) war die Erkundung des Temperaturfeldes, die Verbesserung geophysikalischer Methoden sowie die Durchführung geophysikalischer Vorarbeiten für eine eventuelle, spätere Nutzung der geothermischen Energie im Hot-Dry-Rock-Verfahren.

Die Bohrung Urach 3 wurde von Oktober 1977 bis Mai 1978 auf eine vorläufige Endteufe von

3334 m niedergebracht. Eine erste Vertiefung bis 3488 m erfolgte um die Jahreswende 1982/1983. Eine weitere und letztmalige Vertiefung der Bohrung Urach 3 erfolgte 1992, bei der die Endteufe von 4444 m kurz vor Jahresende erreicht wurde. Urach 4 wurde als Dublettenbohrung 2004 abgeteuft. Sie erreichte wegen Erschöpfung der Geldmittel ihr Ziel nicht und wurde bei einer Bohrlänge von 2793 m eingestellt.

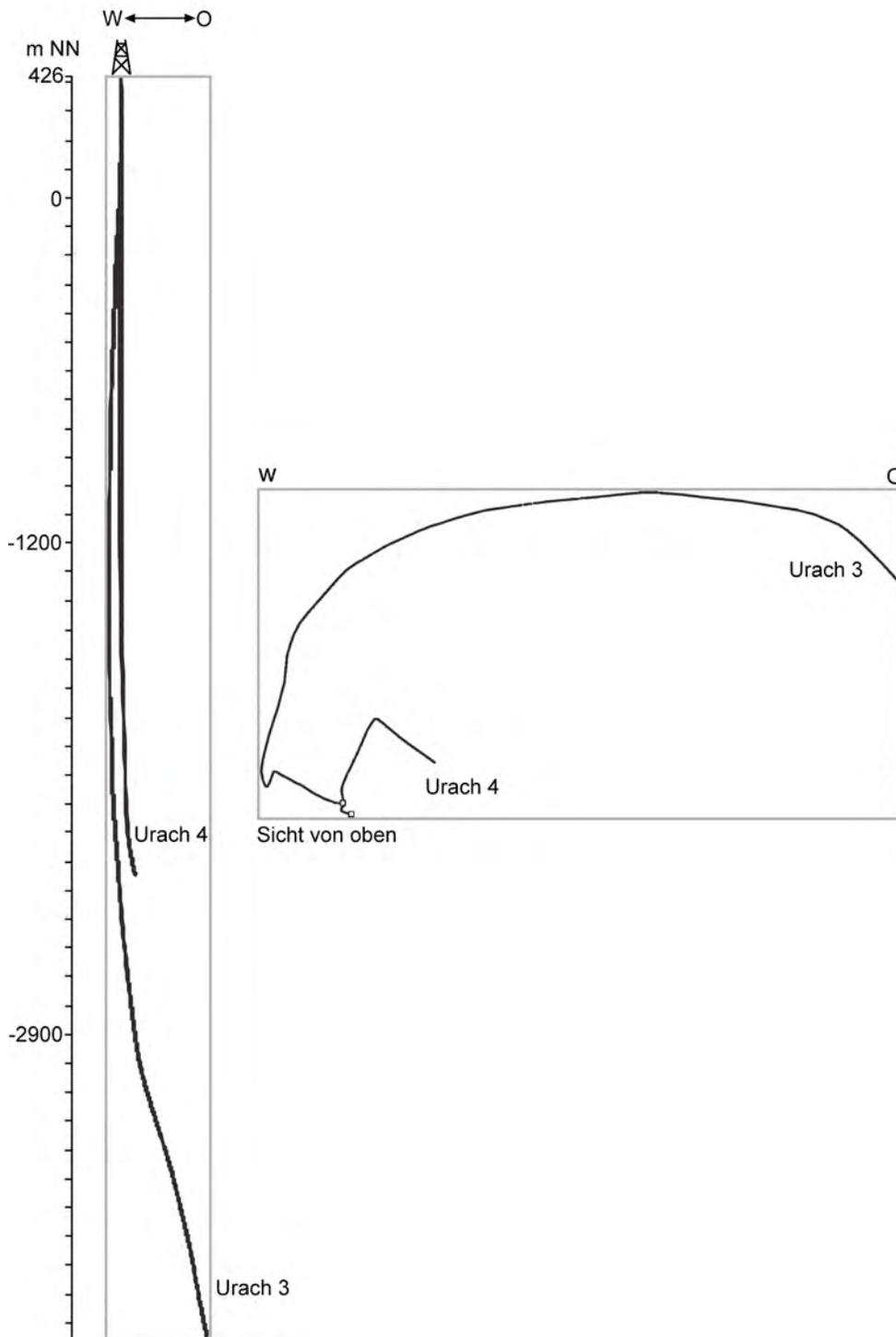


Abb. 2: Übersicht Bohrfeld Urach 3 und Urach 4.



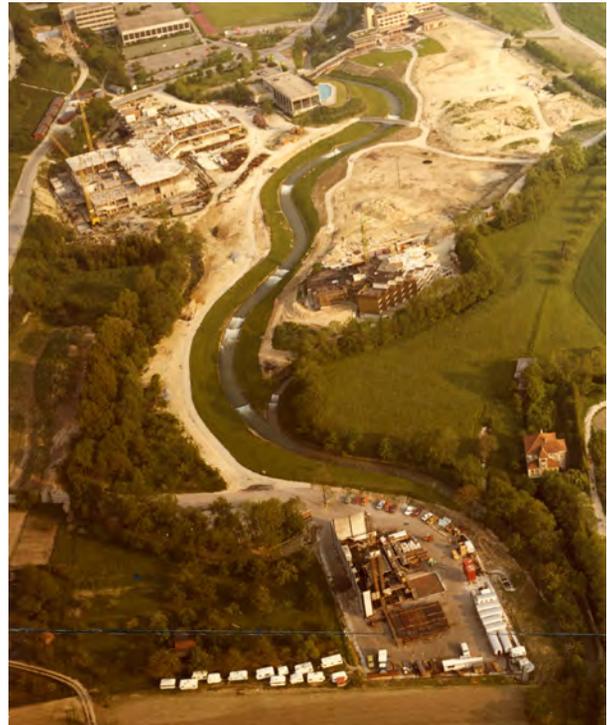
**Tab. 1:** Bohrkernintervalle in der Geothermiebohrung Urach 3. Kerngewinnung während der drei Bohrphasen 1977/1978, 1982/1983 und 1992 (nach DIETRICH, H.-G. (2013): Aus dem Geothermie-Archiv der Stadt Bad Urach.– [unveröff.], ergänzt um Kernmärsche im Deckgebirge); *KM* = Kernmarsch; *Kristallin* ab *KM 21*

KM-Nr.	Kernbohr- Datum	Kernstrecke	Kerngewinn
1	14.10.1977	511,5 – 520,5 m = 9,0 m	8,0 m (88,9 %)
2	15.10.1977	565,0 – 573,5 m = 8,5 m	8,0 m (94,1 %)
3	16.10.1977	598,0 – 607,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
4	27.10.1977	659,0 – 668,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
5	11.11.1977	717,0 – 726,0 m = 9,0 m	8,0 m (88,9 %)
6	14.11.1977	832,0 – 837,8 m = 5,8 m	5,5 m (94,8 %)
7	14.11.1977	837,8 – 844,8 m = 7,0 m	6,4 m (91,4 %)
8	17.11.1977	935,0 – 942,9 m = 7,9 m	7,3 m (92,4 %)
9	19.11.1977	983,0 – 992,0 m = 9,0 m	8,8 m (97,8 %)
10	20.11.1977	1017,0 – 1025,6 m = 8,6 m	7,4 m (86,0 %)
11	22.11.1977	1064,0 – 1073,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
12	22.11.1977	1073,0 – 1082,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
13	08.12.1977	1200,0 – 1209,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
14	10.12.1977	1260,0 – 1269,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
15	10.12.1977	1269,0 – 1278,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
16	11.12.1977	1278,0 – 1287,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
17	12.12.1977	1287,0 – 1296,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
18	14.12.1977	1353,0 – 1362,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
19	17.12.1977	1422,0 – 1431,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
20	18.12.1977	1431,0 – 1440,0 m = 9,0 m	9,0 m (100 %)
21	05.01.1978	1634,0 – 1635,7 m = 1,7 m	1,0 m (59,8 %)
22	06.01.1978	1635,7 – 1643,7 m = 8,0 m	7,1 m (88,8 %)
23	09.01.1978	1660,0 – 1661,8 m = 1,8 m	0,15 m (8,3 %)
24	10.01.1978	1661,8 – 1664,7 m = 2,9 m	2,0 m (69,0 %)
25	11.01.1978	1664,7 – 1668,4 m = 3,7 m	0,0 m (0,0 %)
26	14.01.1978	1675,0 – 1677,9 m = 2,9 m	2,2 m (75,9 %)
27	17.01.1978	1750,5 – 1756,8 m = 6,3 m	6,3 m (100 %)
28	11.02.1978	1853,0 – 1862,0 m = 9,0 m	7,8 m (86,7 %)
29	15.02.1978	1945,0 – 1953,0 m = 8,0 m	7,4 m (92,5 %)
30	20.02.1978	2013,5 – 2017,3 m = 3,8 m	3,8 m (100 %)
31	26.02.1978	2124,2 – 2133,2 m = 9,0 m	8,2 m (91,1 %)
32	01.03.1978	2189,5 – 2195,7 m = 6,2 m	5,8 m (93,5 %)
33	05.03.1978	2302,4 – 2311,4 m = 9,0 m	8,7 m (96,7 %)
34	09.03.1978	2412,0 – 2421,0 m = 9,0 m	8,7 m (96,7 %)
35	14.03.1978	2517,5 – 2521,3 m = 3,8 m	3,7 m (97,4 %)
36	03.04.1978	2795,7 – 2802,0 m = 6,3 m	5,6 m (88,9 %)
37	17.04.1978	2930,0 – 2939,0 m = 9,0 m	8,5 m (94,4 %)
38	22.04.1978	3053,0 – 3060,0 m = 7,0 m	5,5 m (78,6 %)
39	25.04.1978	3125,0 – 3132,0 m = 7,0 m	3,1 m (44,3 %)
40	30.04.1978	3205,0 – 3211,0 m = 6,0 m	5,8 m (96,7 %)
41	03.05.1978	3250,0 – 3258,2 m = 8,2 m	7,9 m (96,3 %)
42	06.05.1978	3290,0 – 3294,7 m = 4,7 m	4,3 m (91,5 %)
43	07.05.1978	3294,7 – 3298,4 m = 3,7 m	3,7 m (100 %)
44	08.05.1978	3298,4 – 3301,0 m = 2,6 m	2,1 m (80,8 %)
45	13.05.1978	3302,0 – 3306,2 m = 4,2 m	3,6 m (85,7 %)
46	16.05.1978	3321,0 – 3321,9 m = 0,9 m	0,6 m (66,7 %)
47	18.05.1978	3323,0 – 3325,3 m = 2,3 m	1,2 m (52,2 %)
48	19.05.1978	3226,0 – 3330,6 m = 4,6 m	3,1 m (67,4 %)
49	21.05.1978	3331,0 – 3334,0 m = 3,0 m	2,0 m (66,7 %)
50	10.12.1982	3345,5 – 3345,8 m = 0,3 m	0,0 m (0,0 %)
51	20.12.1982	3374,5 – 3376,2 m = 1,7 m	ca. 0,7 m (35 %)
52	22.12.1982	3394,2 – 3394,0 m = 1,6 m	ca. 1,2 m (70 %)
53	04.01.1983	3413,0 – 3420,6 m = 7,6 m	ca. 1,4 m (20 %)
54	06.01.1983	3440,5 – 3442,1 m = 1,6 m	ca. 0,85 m (55 %)
55	08.01.1983	3461,0 – 3464,0 m = 3,0 m	ca. 2,6 m (85 %)
56	11.01.1983	3480,5 – 3484,1 m = 3,6 m	ca. 2,8 m (80 %)
57	10.10.1992	3876,0 – 3884,7 m = 8,7 m	ca. 8,2 m (94 %)
58	28.10.1992	4340,0 – 4346,2 m = 5,8 m	ca. 1,1 m (17 %)
59	02.11.1992	4420,0 – 4424,2 m = 4,2 m	ca. 4,1 m (97 %)
60	04.11.1992	4424,2 – 4427,2 m = 3,0 m	ca. 1,5 m (50 %)

Die Bohrungen wurden in Bad Urach im Ermstal bei der Bleiche bzw. beim Thermalbad niedergebracht, siehe Abb. 1. Urach 3 und Urach 4 sind ab ca. 500 m Teufe als abgelenkte Bohrungen ausgeführt, der Endpunkt der Bohrung Urach 4 ist lateral ca. 105 m vom deutlich tiefer liegenden Zielpunkt von Urach 3 entfernt, siehe Abb. 2. Die Bohrungen wurden generell als Meißelbohrungen ausgeführt. Lediglich bei der Bohrung Urach 3 wurden abschnittsweise Kernmärsche gefahren; über die aus Urach 3 gewonnenen Kernstrecken gibt Tab. 1 Auskunft.

Zur Klärung der durch den Projektabbruch offen gebliebenen Fragen wurde 2008/2009 mit Beteiligung des LGRB eine Machbarkeitsstudie für ein Hot-Dry-Rock-Wärme- und Stromnutzungskonzept Bad Urach durchgeführt, im Rahmen dessen erstmals vollständige lithologische Profile der Bohrungen Urach 3 und Urach 4 erstellt werden konnten.

Durch neuere Aufnahmen ergänzt sollen diese nun im vorliegenden Heft erstmals gemeinsam dargestellt werden.



**Abb. 3:** Bohrplatz Urach 3 in Bad Urach, bei der Bleiche (Aufnahme: GROHE, 1978).



LGRB-Informationen	<b>29</b>	S. 11 – 47	9 Abb.	2 Tab.	1 Anh.	Freiburg i. Br. Dezember 2014
--------------------	-----------	------------	--------	--------	--------	----------------------------------

# Das mesozoische Deckgebirge der Geothermiebohrungen Urach 1, Urach 3 und Urach 4 (Baden-Württemberg)

M. FRANZ, E. NITSCH & T. SIMON

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Frühere Bearbeitungen des Deckgebirges der Uracher Geothermiebohrungen .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Die mesozoische Schichtenfolge in den Uracher Bohrungen .....</b>	<b>13</b>
2.1	Jura .....	15
2.1.1	Mittlerer Jura .....	15
2.1.2	Unterer Jura .....	17
2.2	Trias .....	22
2.2.1	Keuper .....	22
2.2.2	Muschelkalk .....	27
2.2.3	Buntsandstein .....	32
<b>3</b>	<b>Regionalgeologischer Ausblick .....</b>	<b>33</b>
	Literatur .....	35
	Anhang .....	37

Schlagworte: Trias, Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Jura, Unterjura, Mitteljura, Stratigraphie, Bohrlochmessungen

### Kurzfassung

Die Geothermie-Forschungsbohrungen Urach 1, 3 und 4 haben ein vollständiges Profil der Schichtenfolge vom Mitteljura bis zum Buntsandstein erschlossen. Für die vorliegende Arbeit wurden die Meißelproben und Kernstrecken der Bohrung Urach 3 neu aufgenommen, mit den Ergebnissen der Bohrlochmessungen verglichen und nach dem heutigen Stand der lithostratigraphischen Nomenklatur neu gegliedert. Die fazielle Ausbildung und Mächtigkeitsentwicklung der durch die Bohrung erschlossenen Schichten von Jura und Trias entspricht weitgehend derjenigen in den Ausstrichgebieten der Mittleren Schwäbischen Alb und ihres Vorlandes. Lediglich Buntsandstein und Unterer Muschelkalk liegen in reduzierter Mächtigkeit vor und lassen sich in ihrer Ausbildung mit den Verhältnissen im Südschwarzwald vergleichen. Das Bohrprofil von Urach 3, ergänzt durch Informationen aus Urach 4 und 1, kann daher als Referenzprofil für Trias und Jura im zentralen Baden-Württemberg betrachtet werden. Hierfür werden die Messkurven von Gammalog, Widerstandslog und Soniclog (soweit verfügbar) als Standardprofil wiedergegeben.

### **The Mesozoic cover rocks of the geothermal boreholes Urach 1, 3 and 4 (Baden-Württemberg)**

Keywords: Triassic, Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Jurassic, Lower Jurassic, Middle Jurassic, stratigraphy, well logging

### Abstract

The geothermal research boreholes Urach 1, 3 and 4 revealed the complete stratigraphic section from the Middle Jurassic down to the Buntsandstein. For the present work we re-assessed the cuttings and core sections as well as the geophysical well logs of Urach 3 to update its stratigraphic subdivision and nomenclature. Facies development and thickness of the Jurassic and Triassic deposits of Urach 3 compare to those of the neighbouring region of the central Swabian Alb and its foreland. Only Buntsandstein and Lower Muschelkalk show reduced thicknesses more similar to their development in the southern Black Forest. Thus, the stratigraphic results of the Urach 3 borehole, supplemented by information from Urach 4 and 1 are shown in Gamma, Resistivity and Sonic logs, represent a good reference for Triassic and Jurassic stratigraphy of central Baden-Württemberg.

Die Region um Bad Urach nimmt in der Geologie des Landes Baden-Württemberg in mehrfacher Hinsicht eine besondere Stellung ein. Aufgrund einer flachen Einsenkung der Schichtlagerung, der Uracher Mulde (RUPF & NITSCH 2008, GEYER et al. 2011), ist hier die mesozoische Schichtenfolge vollständiger erhalten als in den meisten anderen Gebieten der Schwäbischen Alb. Entlang der Talhänge der Erms und auf der Hochfläche der Alb steht ein vollständiges Profil des Oberjura an, dessen jüngste Einheit, die Hangende-Bankkalke-Formation aus dem Tithonium (Später Jura), zugleich das jüngste mesozoische Schichtglied Baden-Württembergs darstellt (Abb. 1).

Ein ungewöhnlich hoher geothermischer Gradient war Anlass für mehrere Forschungsbohrungen zur Erkundung von geothermischen Nutzungsmöglichkeiten (HAENEL 1982). Die Bohrungen wurden als Geothermiebohrungen Urach 1 bis Urach 4 zwischen 1970 und 2004 im Ermstal etwa 2 km nordwestlich des Bad Uracher Ortskerns abgeteuft (s. MARTIN & ZEDLER in diesem Heft). Die Bohrungen Urach 1 und 2 erschlossen unter ca. 13 m quartärer Talfüllung den Mittleren und Unteren Jura, Keuper und Oberen Muschelkalk, bevor sie bei Erreichen der Sulfatgesteine des Mittleren Muschelkalks eingestellt wurden. Die etwa 475 m talabwärts angesetzten Bohrungen Urach 3 und 4 durchteuften von einer geringfügig tieferen Ansatzhöhe aus dieselbe Schichtenfolge und weiter den gesamten Mittleren und Unteren Muschelkalk, den hier nur noch geringmächtigen Buntsandstein und eine zuvor unbekannte permokarbone Schichtenfolge, bevor sie in das kristalline Grundgebirge eindrangen. Aufgrund der Uracher Bohrungen liegt damit erstmals ein vollständiges und durchgehendes Profil der Schichtenfolge im Uracher Raum vor, das für die gesamte Mittlere Schwäbische Alb und darüber hinaus als Referenzprofil betrachtet werden kann.

Das Bohrprofil wurde in verschiedenen früheren Veröffentlichungen in zusammengefasster Form bzw. als Kurzprofil dargestellt, doch fehlt bislang eine allgemein zugängliche detaillierte Profilbeschreibung. Während in zwei weiteren Beiträgen in diesem Heft die Schichten des Permokarbons (Beitrag GEBHARDT) und das Grundgebirge (Beitrag HANN et al.) näher beschrieben werden, soll hier die erbohrte Schichtenfolge von Jura und Trias mit besonderer Rücksicht auf die geophysikalischen Bohrlochmessungen kurz vorgestellt werden.

Die Profilentwicklung ist in den nahe benachbarten Bohrungen sehr ähnlich, weshalb hier vornehmlich auf die Verhältnisse der am ausführlichsten dokumentierten Bohrung Urach 3 eingegangen wird.



# Das Mesozoikum von Bad Urach

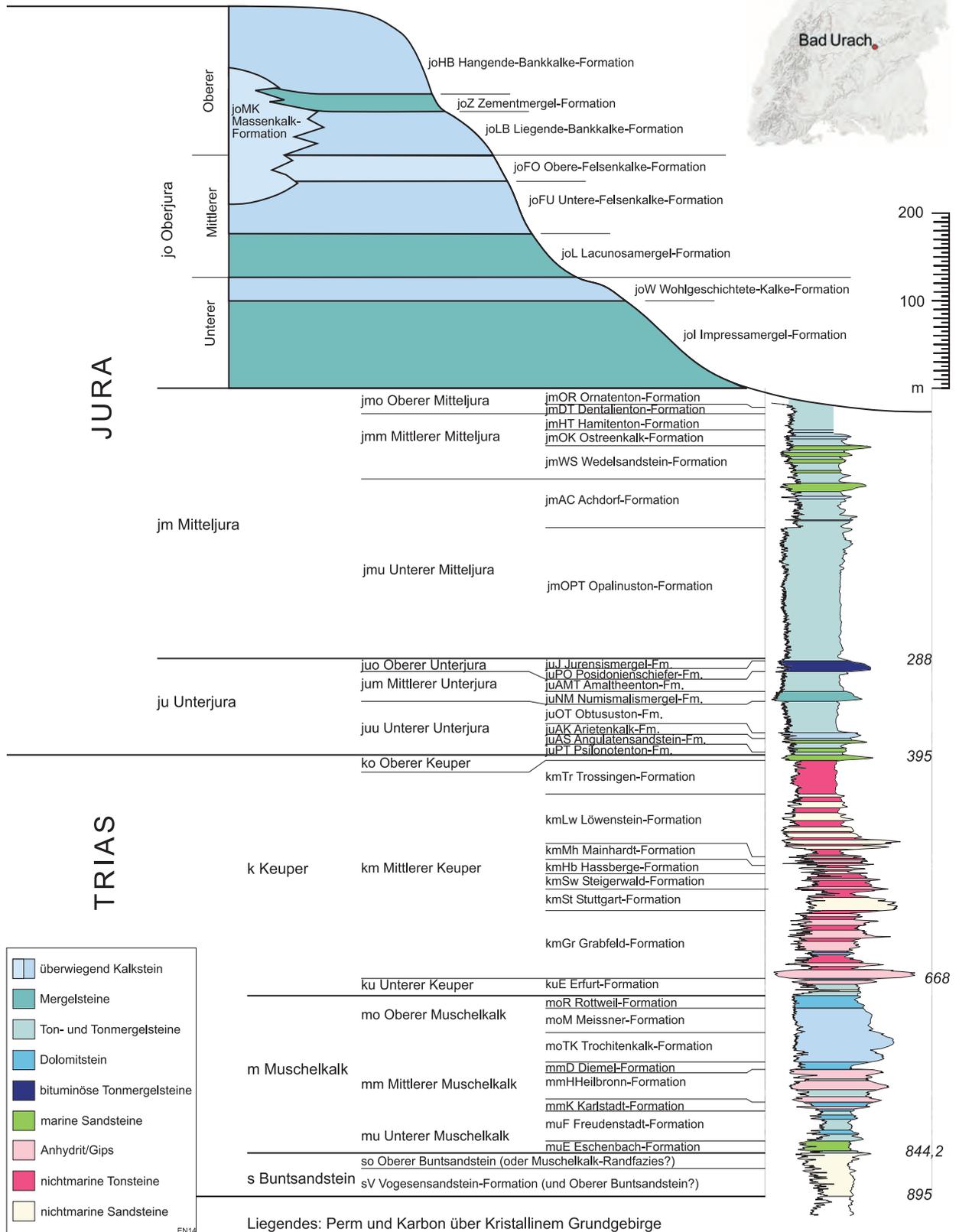


Abb. 1: Das mesozoische Deckgebirge bei Bad Urach, nach den Ergebnissen der Bohrungen Urach 1 und 3, sowie der GK 25, Blatt 7522 Urach (GWINNER et al. 1998).

Ergebnisse der Bohrungen Urach 1 und 4 werden jedoch herangezogen, wo zusätzliche Daten, z. B. ergänzende Bohrlochmessungen oder geringfügig abweichende Fazies- oder Mächtigkeitsentwicklungen, vorliegen. Aus der Bohrung Urach 2 lag keine verwertbare Profilbeschreibung vor.

Für die Beschreibung der Profilentwicklung wurden die Bohrproben der Bohrung Urach 3 von den Autoren neu aufgenommen und die Messkurven der Bohrlochmessungen, insbesondere von Gammalog, Widerstandslog und Soniclog, neu interpretiert. Ergänzend dazu wurden die vorhandenen, größtenteils unveröffentlichten Probenbeschreibungen und Loginterpretationen durchgesehen und teilweise berücksichtigt (vgl. Hinweise in den folgenden Kapiteln).

## 1 Frühere Bearbeitungen des Deckgebirges der Uracher Geothermiebohrungen

Die 1970 zuerst abgeteufte Bohrung Urach 1 wurde von W. HAHN und K. SCHÄDEL (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg) aufgenommen, deren Profil in den Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25000, Blatt Urach, veröffentlicht ist (GWINNER 1974: S. 86f; Neuauflagen 1987, 1998). Eine Kernstrecke im Unteren Unterjura („Lias Alpha“) hat G. BLOOS im Rahmen seiner Dissertation detailliert aufgenommen und eine Abschrift im Juni 1972 dem GLA zugesandt. Diese Profilaufnahme ist in BLOOS (1976) als Profil 464 auf S. 51 und 269 abgebildet. Eine weitere Kernstrecke im Unteren Keuper hat A. ETZOLD im Februar 1973 aufgenommen (unveröff. Bohrrakte LGRB: BO7422-43).

Zur Bohrung Urach 2 liegt keine Profilaufnahme vor. Aus dem damaligen Schriftverkehr geht hervor, dass die Bohrung nach Erreichen des ersten Anhydrits im Mittleren Muschelkalk eingestellt wurde. Bei GWINNER (1998: 87) findet sich ein Hinweis, die Bohrung habe eine „nahezu identische Schichtenfolge“ erbracht. Das in den Unterlagen erwähnte Gammalog ist heute verschollen.

Die erste geologische Aufnahme und Interpretation der Bohrlochmessungen aus der 1978 abgeteufte Bohrung Urach 3 erfolgten durch K. SCHÄDEL, H.-G. DIETRICH, G. NETH, C.D. JUNG, der Buntsandstein wurde zusätzlich von J. LEIBER bearbeitet, die Kernstrecke im Unteren Keuper von A. ETZOLD

aufgenommen (Bohrakte LGRB: BO7422-79). Die Ergebnisse wurden in einem unveröffentlichten Projektbericht niedergelegt (Stadtwerke Urach 1983). Veröffentlicht wurden jedoch lediglich Kurzprofile und Übersichtsgrafiken, begleitet von ebenfalls kurzen Beschreibungen (DIETRICH 1982, LEIBER 1982, SCHÄDEL 1982 und weitere Beiträge in HÄNEL 1982). Dieses Kurzprofil findet sich auch bei VILLINGER (1982, etwas ausführlicher im Keuper) und KÄMPFE (1984) wieder. Der Neuauflage der Erläuterungen zu Blatt Urach (GWINNER 1987) wurde von K. SCHÄDEL ein Nachtrag zu den Ergebnissen der Bohrung Urach 3 angefügt (S. 106–112), wobei einige Grenzziehungen für die dritte Auflage (GWINNER 1998) nochmals leicht verändert wurden. Diese dritte Auflage wurde zudem durch ein Kurzprofil der Bohrung Urach 3 ergänzt (GWINNER 1998: S. 87ff) und um einen Hinweis, dass A. ETZOLD die Basissandsteine des Muschelkalks nach Logkorrelationen dem Oberen Buntsandstein zurechne (S. 107 Fußnote). In einer erneuten Bearbeitung der Trias in den Gammalogs von Urach 1, 3 und 4 parallelisiert er 2012 die betreffenden Sandsteine mit dem Rötquarzit und spricht den grauen Tonhorizont an der (Fazies-)Grenze Buntsandstein-Muschelkalk als ‚Untere Röttone‘ an (Bohrakte LGRB: BO7422-79 und -322).

Die Bohrung Urach 4, abgeteufte 2003, wurde bohrbegleitend von H. MÜLLER aufgenommen (unveröff. Bericht: Geo-data GmbH 2005) und nochmals 2004 am LGRB von M. FRANZ (Bohrakte LGRB: BO7422-322). Dabei wurden ergänzend das Gammalog und ein Bohrfortschrittslog bei der Interpretation verwendet. Zum Vergleich wurden neben den Ergebnissen der geologischen Kartierung auch Bohrprofile aus der näheren Umgebung herangezogen, insbesondere aus fünf Erkundungsbohrungen im Mitteljura des Ermstals, die zur Vorbereitung der Bohrung Urach 4 niedergebracht wurden (FRANZ & STÖBER 2004).

## 2 Die mesozoische Schichtenfolge in den Uracher Bohrungen

Während die Bohrproben aus den Bohrungen Urach 1 und 2 heute nicht mehr verfügbar sind, befinden sich die Proben der Bohrungen Urach 3 und 4 im Bohrprobenarchiv des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Regierungspräsidium Freiburg, Baden-Württemberg). Der Probenabstand der Meißelbohrungen beträgt im Re-



gelfall 2 m (in Urach 3 teilweise 4 m), in einzelnen Fällen wurden Zwischenproben im Meterabstand genommen. Aus Urach 3 liegen mehrere Kernstrecken vor, die Teile des Keupers, Muschelkalks und die Muschelkalk-Buntsandstein-Grenze erschließen. Die Meißelproben sind in beiden Bohrungen stark von Nachfall aus den jeweils höheren Schichten geprägt, der in manchen Proben das gesamte Bohrgut ausmacht.

Eine zuverlässige Interpretation der Schichtenfolge ist daher erst durch den Vergleich mit den Bohrlochmessungen möglich, da einige Gesteinsgrenzen oder Leitbänke erst in den Meißelproben aus einigen Meter unter der wahren Teufe erscheinen. Von Bedeutung für die stratigraphische Interpretation sind hier insbesondere die Gammalogs (alle Bohrungen) und das Widerstandslog (Kleine Normale, nur Urach 3). Das parallel dazu gefahrene Leitfähigkeitslog zeigt im Vergleich dazu, von den inversen Ausschlägen abgesehen, wenig Unterschiede zum Widerstandslog. Für Urach 3 liegt zudem unterhalb 600 m ein Soniclog vor, das in unleserlichen bzw. übersteuerten Abschnitten der anderen Logs ergänzend herangezogen werden kann, während Neutron- (Urach 1 und 3) und Dichtelog (Urach 3 unterhalb 450 m) für das Deckgebirge keine stratigraphischen Hilfen anboten. Das Bohrfortschrittslog von Urach 3 ist für eine lithologische Deutung zu gering auflösend, dasjenige von Urach 4 kann jedoch zur Identifizierung harter Gesteinsbänke herangezogen werden.

## 2.1 Jura

Der Jura ist in Urach 1 in einer Restmächtigkeit von 407 m, in Urach 3 und 4 in einer Restmächtigkeit von 382 bzw. 383 m erhalten und entspricht in seiner faziellen Ausbildung und der Mächtigkeit der einzelnen Schichtabschnitte weitgehend den Verhältnissen im benachbarten Albvorland (vgl. Tab. 1). Für die folgende Beschreibung wurden die Meißelproben dieses Abschnitts neu durchgesehen und mit den Messkurven der Bohrlochmessungen verglichen. Im Jura wurden in den Bohrungen Urach 3 und 4 keine Bohrkerne gezogen. Es liegt aber eine Bohrkernbeschreibung aus Urach 1 von G. Bloos (unveröff., Profil Nr. 464 in Bloos 1976) für den Abschnitt Arietenkalk- bis Psilonotenton-Formation vor.

### 2.1.1 Mittlerer Jura

Die erhaltene Mächtigkeit des Mittleren Jura (Opalinuston-Formation bis Hamitenton-Formation, in Urach 1 bis Ornatenton-Formation) beträgt 296 m

in Urach 1, 276 m in Urach 3 und 265 m in Urach 4, wobei in der zuletzt genannten Bohrung bis 22 m keine Proben vorliegen. Lithologie und Fazies entsprechen dabei der aus dem Raum Reutlingen.

### Oberer Mitteljura

Schichten des Oberen Mitteljura sind nur in den etwas höher angesetzten Bohrungen Urach 1 und 2 angetroffen worden. Der in der Region etwa 28–30 m mächtigen **Ornatenton-Formation** lassen sich die obersten 7 m der Juraschichtenfolge in Urach 1 zuordnen. Unmittelbar unter der quartären Talfüllung bieten die grauen Tonsteine der Formation allerdings keine charakteristische Messkurve im Gammalog. An der Basis erwähnen HAHN & SCHÄDEL (in GWINNER 1970) Macrocephalen-Oolith. Die etwa 7 m mächtige **Dentalienton-Formation** darunter zeigt gegenüber der Hamitenton-Formation im Liegenden geringfügig höhere Strahlungswerte.

### Mittlerer Mitteljura

Von der in Urach 1 ca. 19 m mächtigen **Hamitenton-Formation** sind in Urach 3 nur die unteren 8 m erhalten. Diese bestehen aus grauen feinglimmerigen, schluffigen Tonsteinen. Die spärliche Fossilführung beschränkt sich auf Schalengrus, einzelne, z.T. dickschalige Muscheln und Belemniten. In Urach 1 schließt die Formation nach oben mit dem Parkinsoni-Oolith ab (HAHN & SCHÄDEL in GWINNER 1970, damals mit abweichender Grenzdefinition).

Der Hamitenton zeigt im Gammalog gleichbleibend hohe Strahlungsintensitäten; etwa 10 m über der Basis ist die Hamitenbank als markante niedrig strahlende Logspitze zu erkennen.

Die **Ostreenkalk-Formation** (ca. 18 m) setzt sich aus einer Wechselfolge hell- bis mittelgrauer fossilführender, z.T. sparitischer Kalksteine und dunkelgrauer kalkiger Tonsteine bis Tonmergelsteine (Coronatenschichten) zusammen. Im unteren Teil der Abfolge dominieren dunkelgraue, fette Tonsteine (Giganteuston), in die nur wenige Kalksteinbänke eingelagert sind. Die Basis ist durch zahlreiche Fossilbruchstücke gekennzeichnet (Abraumschichten). Die geringmächtigen Eisenoolithe des Subfurcaten-Ooliths (am Top) und des Humphriesianum-Ooliths (Grenze Coronatenschichten/Giganteuston) sind aufgrund des Probenabstands von 4 m im Spülgut nicht nachweisbar. Die Fauna umfasst Belemniten, Muscheln, Brachiopoden, Seeigelstacheln, Serpuliden und Echinodermenreste.

**Tab. 1:** Teufen und Mächtigkeiten des mesozoischen Deckgebirges  
(in Klammern einige historische Bezeichnungen bzw. die wichtigste Untereinheit)

Stratigraphische Einheit		Basis m u. A. (Mächtigkeit in m)		
		Urach 1	Urach 3	Urach 4
<b>q</b>	<b>Quartär</b>	13	13	13
<b>j</b>	<b>Jura</b>	( $\Sigma >407$ )	( $\Sigma >398$ )	( $\Sigma >383$ )
<i>jm</i>	<i>Mitteljura</i>	( $\Sigma >296$ )	-	-
<i>jmo</i>	<i>Oberer Mitteljura</i>	( $\Sigma >14$ )	-	-
jmOR	Ornatenton-Formation	20 (>7)	-	-
jmD	Dentalienton-Formation	27 (7)	-	-
<i>jmm</i>	<i>Mittlerer Mitteljura</i>	( $\Sigma 75$ )	( $\Sigma >63$ )	( $\Sigma >64$ )
jmHT	Hamitenton-Formation	46 (19)	20 (>7)	22 (>9)
jmOK	Ostreenkalk-Formation	65 (19)	40 (20)	38 (16)
jmWS	Wedelsandstein-Formation	102 (37)	76 (36)	77 (39)
<i>jmu</i>	<i>Unterer Mitteljura</i>	( $\Sigma 207$ )	( $\Sigma 212$ )	( $\Sigma 211$ )
jmAC	Achdorf-Formation („Ludwigienton“)	159 (57)	136 (60)	135 (58)
jmOPT	Opalinuston-Formation	309 (150)	288 (152)	288 (153)
<i>ju</i>	<i>Unterja</i>	( $\Sigma 111$ )	( $\Sigma 107$ )	( $\Sigma 108$ )
<i>juo</i>	<i>Oberer Unterja</i>	( $\Sigma 12$ )	( $\Sigma 12$ )	( $\Sigma 13$ )
juJ	Jurensismergel-Formation	311 (2)	290 (2)	292 (4)
juPO	Posidonieschiefer-Formation	321 (10)	300 (10)	301 (9)
<i>jum</i>	<i>Mittlerer Unterja</i>	( $\Sigma 36$ )	( $\Sigma 32$ )	( $\Sigma 33$ )
juAMT	Amaltheenton-Formation	346 (25)	321 (21)	321 (20)
juNM	Numismalismergel-Formation	357 (11)	332 (11)	334 (13)
<i>juu</i>	<i>Unterer Unterja</i>	( $\Sigma 63$ )	( $\Sigma 63$ )	( $\Sigma 62$ )
juOT	Obtususton-Formation	393 (36)	368 (36)	370 (36)
juAK	Arietenkalk-Formation	401 (8)	374 (6)	375 (5)
juAS	Angulatensandstein-Formation	415 (14)	390 (16)	391 (16)
juPT	Psilonotenton-Formation	420 (5)	395 (5)	396 (5)
<b>tr</b>	<b>Trias</b>	( $\Sigma >350$ )	( $\Sigma 504$ )	( $\Sigma 500$ )
<i>k</i>	<i>Keuper</i>	( $\Sigma 267$ )	( $\Sigma 273$ )	( $\Sigma 273$ )
<i>ko</i>	<i>Oberkeuper</i>	( $\Sigma 5$ )	( $\Sigma 6$ )	( $\Sigma 6$ )
koE	Exter-Formation („Rhätkeuper“)	425 (5)	401 (6)	402 (6)
<i>km</i>	<i>Mittelkeuper</i>	( $\Sigma 245$ )	( $\Sigma 252$ )	( $\Sigma 249$ )
kmTr	Trossingen-Formation („Knollenmergel“)	461 (36)	439 (38)	437 (35)
kmLw	Löwenstein-Formation („Stubensandstein“)	532 (71)	510 (71)	508 (71)
kmMh	Mainhardt-Formation („Obere Bunte Mergel“)	543 (11)	521 (11)	520 (12)
kmHb	Hassberge-Formation („Kieselsandstein“)	550 (7)	530 (9)	529 (9)
kmSw	Steigerwald-Formation („Unt. Bunte Mergel“)	569 (19)	547 (17)	547 (18)
kmSt	Stuttgart-Formation („Schilfsandstein“)	603 (34)	572 (25)	571 (24)
kmGr	Grabfeld-Formation („Gipskeuper“)	670 (67)	653 (81)	651 (80)
<i>ku</i>	<i>Unterkeuper</i>	( $\Sigma 17$ )	( $\Sigma 15$ )	( $\Sigma 18$ )
kuE	Erfurt-Formation („Lettenkeuper“)	687 (17)	668 (15)	669 (18)
<i>m</i>	<i>Muschelkalk</i>	( $\Sigma >83$ )	( $\Sigma 176$ )	( $\Sigma 172$ )
<i>mo</i>	<i>Oberer Muschelkalk</i>	( $\Sigma 73$ )	( $\Sigma 75$ )	( $\Sigma 77$ )
moR	Rottweil-Formation („Trigonodusdolomit“)	700 (13)	681 (13)	682 (13)
moM	Meißen-Formation („Tonplatten“)	727 (27)	712 (31)	713 (31)
moTK	Trochitenkalk-Formation	760 (33)	743 (31)	746 (33)
<i>mm</i>	<i>Mittlerer Muschelkalk</i>	770 (10)	( $\Sigma 55$ )	( $\Sigma 54$ )
mmD	Diemel-Formation („Obere Dolomite“)		752 (9)	752 (6)
mmH	Heilbronn-Formation („Anhydritgebirge“)		788 (36)	790 (38)
mmK	Karlstadt-Formation („Orbicularisschichten“)		798 (10)	800 (10)
<i>mu</i>	<i>Unterer Muschelkalk</i>		( $\Sigma 46$ )	( $\Sigma 41$ )
muF	Freudenstadt-Formation („Wellendolomit“)		832 (34)	830 (30)
muE	Eschenbach-Formation („Muschelsandstein“)		844 (12)	841 (11)
<i>s</i>	<i>Buntsandstein</i>		( $\Sigma 51$ )	( $\Sigma 51$ )
so	Oberer Buntsandstein		859 (15)	860 (15)
sV	Vogesensandstein-Formation		895 (36)	896 (36)



Im Widerstandslog ist ein deutlicher stufenweiser Rückgang von höheren Werten im Bereich der Coronatenschichten über den Humphriesianum-Oolith zu niedrigohmigen Spitzen im Giganteuston mit einem leichten Anstieg zur Basis zu beobachten. Das Gammalog zeigt nach einem sehr markanten Rückgang der Strahlungsintensität im Subfurcaten-Oolith in der Kalk-Mergel-Wechselfolge der Coronatenschichten einschließlich des Humphriesianum-Ooliths einen unruhigen Verlauf mit nach unten ansteigendem Trend bis zu einem relativen Maximum im Giganteuston. In den untersten 3–4 m werden wieder mittlere Werte erreicht.

Das Profil der **Wedelsandstein-Formation** (36 m) zeigt eine Dreigliederung: In den oberen 10 m dominieren blaugraue feinsandige Kalksteine, die durch dunkelgraue feinsandige Tonmergelsteine zweigeteilt sind (Oberer und Unterer Blaukalk). Darunter folgen 15–17 m ebenfalls dunkelgraue feinsandige Tonsteine bis Tonmergelsteine, oben mit wenig feinsandigem Kalkstein (Oberer Wedelsandstein). Die basalen 10 m bestehen aus dunkelgrauen Tonmergelsteinen mit wenigen, mittelgrauen feinsandigen Kalksteinbänken (Unterer Wedelsandstein) im unteren Abschnitt. An der Basis befindet sich ein geringmächtiger, fein kalkoolithischer Kalkstein (Sowerbyi-Oolith).

Der obere Blaukalk verursacht eine hochohmige Spitze im Widerstandslog sowie stark negative Spitzen im Gammalog. Der Untere Blaukalk und der Obere Wedelsandstein sind durch deutlich geringere Ausschläge in den Bohrlochmessungen gekennzeichnet. Die untere Profilhälfte zeichnet sich durch geringe Widerstände und hohe Strahlungsintensität aus. Direkt über der Basis zeigt sich noch eine deutliche positive Spitze im Widerstandslog und eine negative Spitze im Gammalog.

## Unterer Mitteljura

Die **Achdorf-Formation** (60 m) besteht vorwiegend aus dunkelgrauen schluffigen Tonsteinen mit Lagen von Toneisensteingeoden. Etwa acht Meter unter der Obergrenze tritt der 7–8 m mächtige Obere Donzdorf-Sandstein als westlicher Ausläufer der Eisensandstein-Formation auf. In der oberen Profilhälfte sind unregelmäßige Sandstein-Flasern und mehrere dünne Kalksteinbänke eingeschaltet, die Chamosit-Ooide und kleine Gerölle führen. In den unteren 10–15 m ist die Einschaltung von plattigen Feinsandsteinen (Sinonbänke, Comptumbänke) zu verzeichnen; die Formationsbasis wurde mit der ersten Geröllführung gezogen.

Das Widerstandslog zeigt im Bereich der Sandsteine drei starke asymmetrische Maxima mit je-

weils scharfer Obergrenze und z. T. deutlich abgestufter Untergrenze. Diesen stehen im Gammalog ebensolche, in sich stärker gegliederte Minima gegenüber. Dies deutet darauf hin, dass die Sandsteine am Top regressiver Zyklen abgelagert wurden und dass darüber jeweils eine relativ rasche Transgression erfolgte.

Die **Opalinuston-Formation** (152 m) zeigt die landesweit typische Zweiteilung: oben ca. 60 m feinsandige, glimmerführende Tonsteine mit Einschaltung kalkiger Feinsandsteinlinsen und –bänke, die sich in den obersten 25 m zu den Zopfplatten und den Wasserfallschichten zusammenschließen (Zillhausen-Subformation). Die darunter folgende Teufelsloch-Subformation besteht aus ca. 90 m schwarzgrauen, fossilarmen Schlufftonsteinen mit Lagen von Toneisensteingeoden (FRANZ & NITSCH 2009). In diesem unteren Abschnitt fanden sich in den Spülproben vereinzelt Fragmente der charakteristischen weißschaligen Fossilien, darunter zwischen 186 m und 280 m *Leioceras* sp., (Urach 4). In den unteren 6–8 m fanden sich nicht selten pyritisierte kleine Schnecken (*Coelodiscus minutus*) sowie bei 282 m *Pachylytoceras* sp.

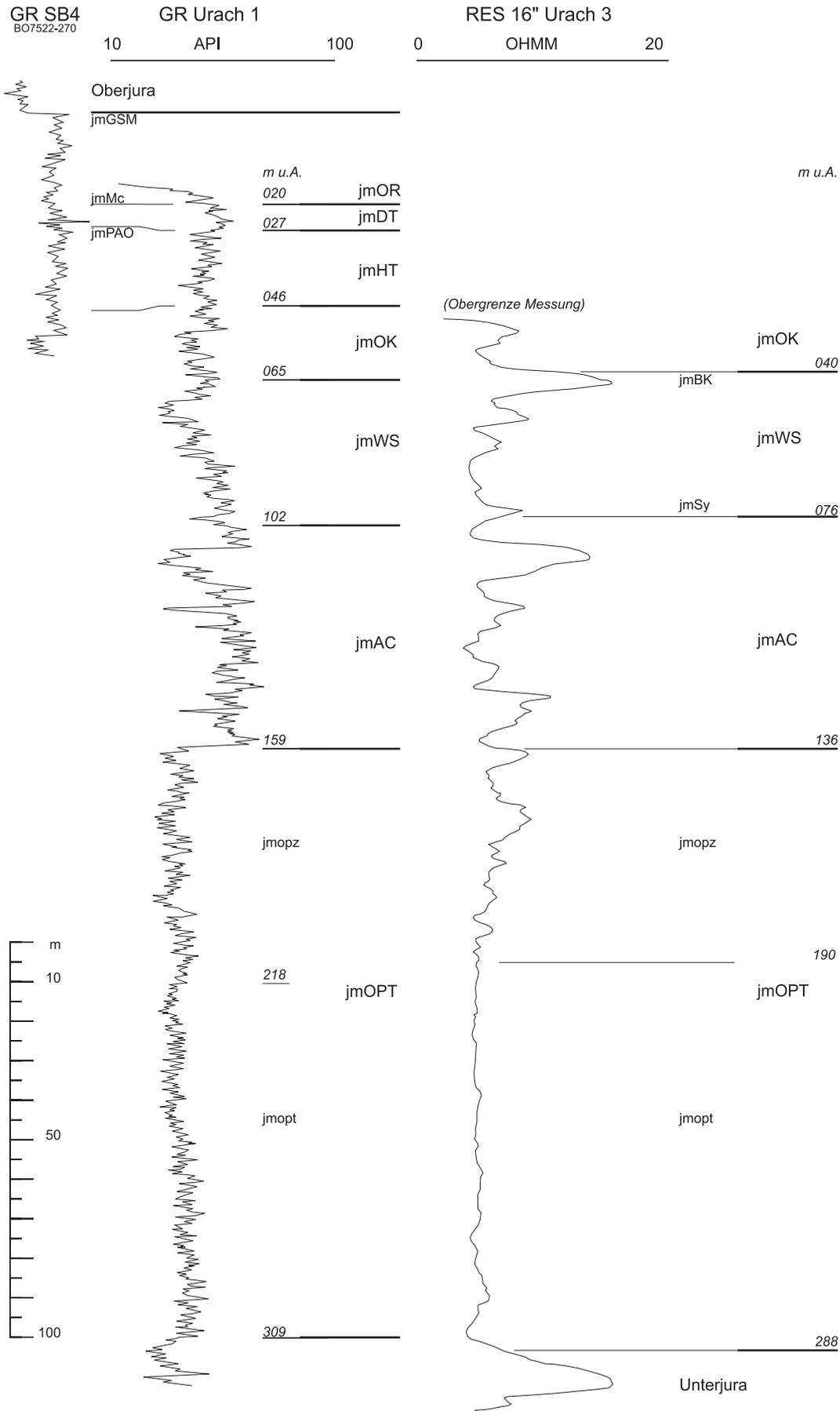
Das Widerstandslog zeigt zunächst mehrere mittelhohe Ausschläge, wovon der zweite breit und unscharf begrenzt ist. Der erste Peak entspricht den Zopfplatten, der zweite den Wasserfallschichten. Der nach unten allmählich zurückgehende Sandsteinanteil in der Zillhausen-Subformation spiegelt sich in einer stetigen Abnahme der Amplituden wieder. Den erhöhten Widerstandswerten entsprechen niedrige Strahlungsintensitäten im Gammalog, allerdings sind die Ausschläge dort weniger stark ausgeprägt. Die Tonsteine der Teufelsloch-Subformation sind durch gleichbleibend niedrige Widerstandswerte und hohe Gammastrahlung gekennzeichnet.

## 2.1.2 Unterer Jura

Der Untere Jura weist eine Gesamtmächtigkeit zwischen 107 m und 111 m auf (Tab. 1). Die nachfolgende Beschreibung stützt sich auf die Spülprobenbeschreibung und die Bohrlochmessungen.

### Oberer Unterjura

Die nur ca. 2 m mächtige **Jurensismergel-Formation** stellt eine Wechsellagerung aus hellgrauen Kalksteinbänken bzw. – knollenlagen und dunkelgrauen Tonmergelsteinen dar. Die in den Spülproben daneben angetroffenen Tonsteine und Toneisensteingeoden sind auf Nachfall zurückzuführen.



**Abb. 2:** Der Mitteljura im Gammalog der Bohrung Urach 1 im Vergleich zum Widerstandslog der Bohrung Urach 3.



Die Grenze Mittel-/Unterjura ist deutlich markiert durch einen kräftigen Anstieg der Widerstandswerte und eine deutliche Abnahme der Strahlungsintensität.

Die **Posidonienschiefer-Formation** (10 m) besteht aus dunkelgrauen, feingeschichteten bituminösen Tonmergelsteinen und wenigen, ebenfalls bituminösen Kalksteinbänken (sog. Stinkkalke). Diese sind u. d. M. aufgrund ihrer feinen Lamination braun/hellgrau gestreift. Die Dachbank (Fucoideengrenzbank) ist an der intensiven Bioturbation deutlich zu erkennen. Charakteristisch sind die platt gedrückten Fossileinschlüsse (besonders *Bositra* und *Inoceramus*) und die sog. Seegrasschiefer, die ebenfalls auf die Wühltätigkeit sedimentbewohnender Organismen zurückzuführen sind.

Das Widerstandslog zeigt eine ungegliederte hochohmige Spitze, die im Liegenden abrupt über den Costatenkalken der Amaltheenton-Formation einsetzt. Im Gammalog zeigt sich in der oberen Profilhälfte ein leichter, darunter ein starker Anstieg, auf den im untersten Abschnitt ein abrupter Abfall folgt. Dieser entspricht vermutlich den Aschgrauen und den Blaugrauen Mergeln.

### Mittlerer Unterjura

Die **Amaltheenton-Formation** (21 m) zeigt ebenfalls eine deutliche Zweiteilung: eine etwa 4 m mächtige Wechselfolge hellgrauer, teilweise schluffiger Kalksteine und grauer Tonmergelsteine wird unterlagert von ca. 16 m dunkelgrauen Tonsteinen, in denen u. d. M. zahlreiche Ostracoden der Gattung *Ogmoconcha* auffallen.

Die lithologischen Unterschiede bilden sich sowohl im Widerstands- als auch im Gammalog deutlich ab: Mittelhohe Widerstände und mittlere Gammastrahlung im Bereich der Costatenkalke, die abgelöst werden durch niedrige Widerstände und hohe Strahlungsintensitäten im Bereich des Amaltheentons s. str.

Die **Numismalimergel-Formation** (11 m) ist durch die intensive Bioturbation ihrer Gesteine gekennzeichnet. Es handelt sich um Kalksteine und Kalk- bzw. Tonmergelsteine, die wechselnd hell- und dunkelgrau gefärbt sind. Eine besonders auffällige Fleckung zeigt die Davoeibank im oberen Profildrittel.

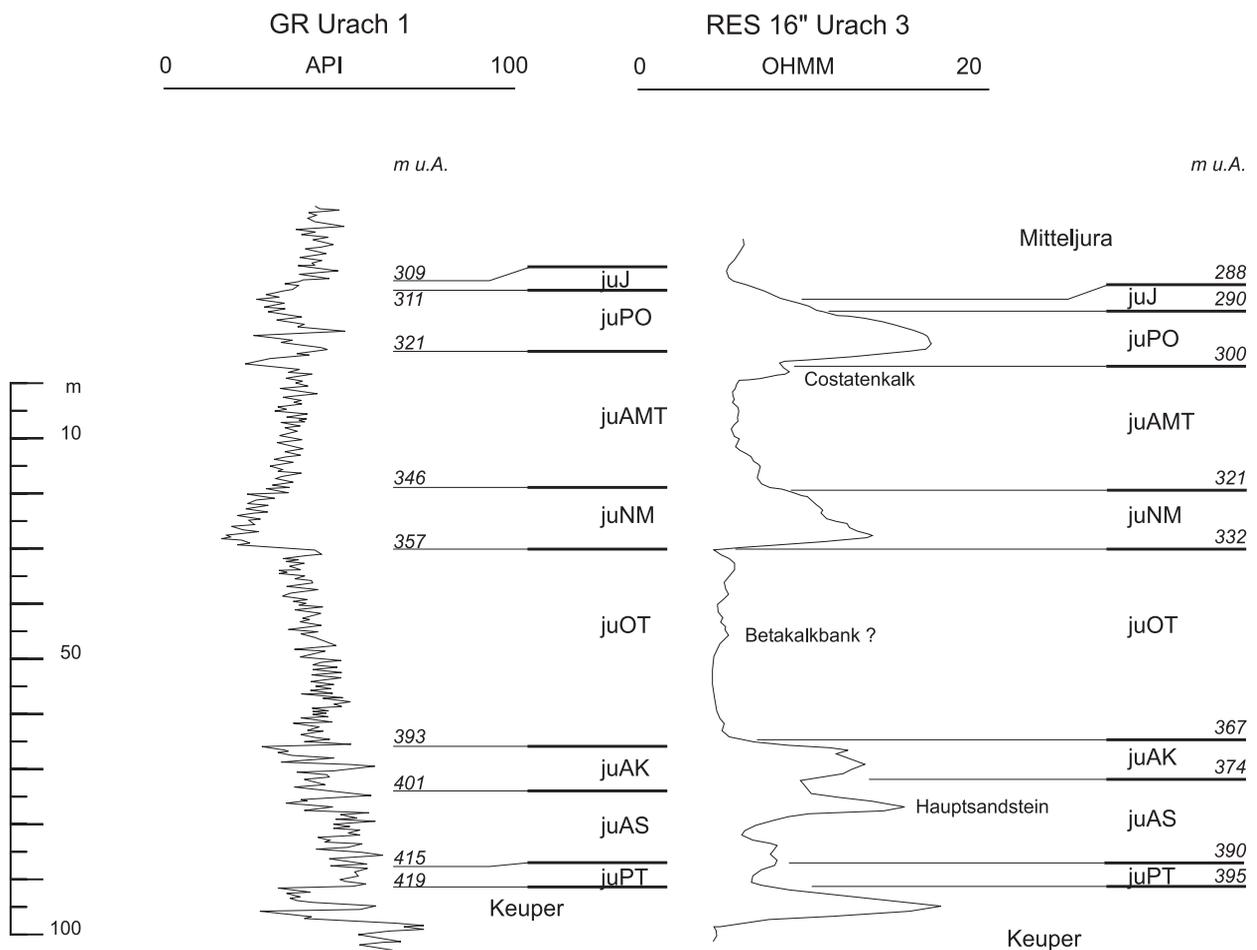


Abb. 3: Der Unterjura im Gammalog der Bohrung Urach 1 im Vergleich zum Widerstandslog der Bohrung Urach 3.

Das Widerstandslog zeigt einen gleichmäßigen Anstieg zu einer hochohmigen Spitze und einen abrupten Abfall an der Basis. Im Gammalog ist die Hangendgrenze etwas weniger ausgeprägt, was auf die Zunahme der Tonmergellagen oberhalb der Davoeibank zurückzuführen ist. Bis zur Basis fällt die Strahlungsintensität gleichmäßig bis auf die niedrigsten Werte im Unterjura.

### Unterer Unterjura

Die **Obtususton-Formation** (35 m) ist die mächtigste Tonsteinsfolge im Unterjura. Der Karbonatgehalt beträgt in der unteren Profilhälfte etwa 10 %, darüber kann er auf knapp 20 % ansteigen. Wenige Meter unter der Obergrenze ist mit der Betakalkbank eine einzige Kalksteinbank zwischengeschaltet, die aber in den Spülproben nicht nachgewiesen werden konnte.

Der gesamte Bereich ist gekennzeichnet durch gleichbleibend niedrige Widerstandswerte; leichte Schwankungen im oberen Bereich bilden die etwas erhöhten Karbonatgehalte ab. Die geringmächtige Betakalkbank macht sich nicht deutlich bemerkbar. Die Gammastrahlung ist durchgehend hoch, aufgrund des abnehmenden Kalkgehalts mit noch leicht erhöhten Werten in der unteren Hälfte.

Die **Arietenkalk-Formation** (ca. 3–6 m) besteht aus grauen, fossilführenden, sparitischen Kalksteinen mit Zwischenlagen aus grauen Tonmergelsteinen. Neben Zweischalerresten treten lagenweise massenhaft Echinodermenreste auf.

In der Bohrung Urach 1 besteht die Formation aus 20–50 cm mächtigen, teils mikritischen und mergeligen, teils bioklastischen Kalksteinen im Wechsel mit wenige Zentimeter mächtigen Mergelstein- und Tonsteinlagen (BLoos, unveröff.). Im oberen Teil der Formation ist, abgesehen von einer 3 cm mächtigen schwarzen Mergellage, keine Ölschieferfazies ausgebildet. Der Riek'sche Tonhorizont des Teckgebietes ist hier auf 35 cm reduziert. An der Basis ist ein 47 cm mächtiger tonflaseriger Sandstein als Äquivalent des Plochingen-Sandsteins ausgebildet, in dem Lösungshohlräume auf eine einstige Fossilführung hinweisen.

Im Widerstandslog zeigt sich eine markante, hochohmige Doppelspitze, der im Gammalog zwei negative Spitzen mittlerer Strahlungsintensität entsprechen. Die Logausschläge sind dabei im Vergleich zum Kern etwa 3 m zu tief registriert, was bei der ersten Gliederung der (nicht gekernten) Bohrung Urach 3 zu einer zu hoch liegenden Ausgliederung der Arietenkalk-Formation

geführt hatte. Die scheinbar größere Mächtigkeit im Widerstandslog von Urach 3 im Vergleich zum Gammalog von Urach 1 beruht vermutlich auf der anderen Messtechnik und muss nicht für einen tatsächlichen Mächtigkeitsunterschied sprechen. Allerdings ist auch eine Rinnenposition für den Plochingen-Sandstein denkbar, der dadurch trotz der geringen Entfernung in Urach 3 etwas mächtiger sein könnte als in Urach 1.

Die **Angulatensandstein-Formation** (ca. 17–18 m) setzt sich zusammen aus hellgrauen bis hellbraunen kalkigen Feinsandsteinen und dunkelgrauen teils sandigen Tonsteinen bis Tonmergelsteinen. Im Bohrkern der Bohrung Urach 1 konnte BLoos (unveröff.) 6,95 m Hauptsandstein im oberen und 71 cm Ebersbacher Sandstein im unteren Teil der Formation ausweisen. Die Basis bildet der rostbraune bis graubraune eisenoolithische Kalkstein der Oolithenbank.

Das Widerstandslog zeigt nach einer raschen Abnahme auf mittlere Werte bei 375 m eine steile hochohmige Spitze zwischen 378 und 382 m im Bereich des Hauptsandsteins. Die sich anschließenden mittel- bis niedrigohmigen Werte (bis 386 m) bilden die Tonsteine im Hangenden der Oolithenbank ab. Die Oolithenbank und Ausläufer des Ebersbacher Sandsteins sind an zwei schwachen Zwischenmaxima im mittelohmigen Bereich erkennbar. Im Gammalog sind die Bereiche des Hauptsandsteins und des Ebersbacher Sandsteins und der Oolithenbank durch mittlere Strahlungswerte gekennzeichnet, während die Tonsteine dazwischen sich durch hohe Gammastrahlung bemerkbar machen.

Die **Psilonotenton-Formation** (ca. 5–6 m) besteht aus dunkelgrauen bis schwarzen Tonsteinen und wenigen, dünnplattigen, häufig leicht schräg geschichteten Feinsandstein- und Schluffsteinlagen. Im Bohrkern der Bohrung Urach 1 zeigten sich einzelne bioklastische Kalksteinlagen zwischen 0,5 und 16 cm Mächtigkeit (BLoos, unveröff.). Ein hellgrauer feinsandiger, stark biodetritischer Kalkstein (Psilonotenbank) beschließt die Jura-Schichtenfolge nach unten.

Im Log zeigt sich zwischen 390 und 395 m ein Minimum des elektrischen Widerstands, die Grenze zum Keuper ist durch einen raschen Anstieg bei 395 m markiert. Die Gammastrahlung ist im gleichen Abschnitt hoch und nimmt an der Basis abrupt ab.

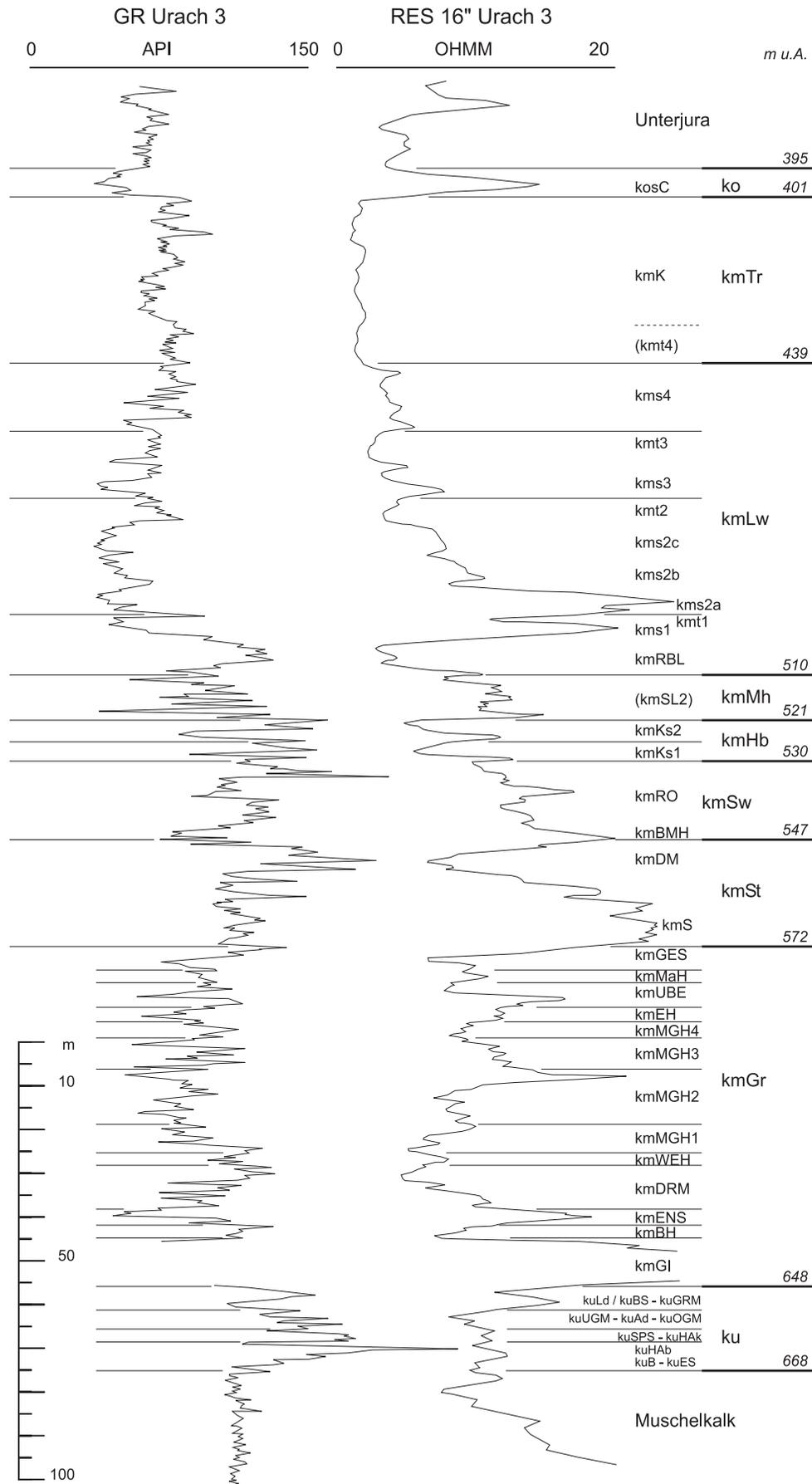


Abb. 4: Der Keuper im Gamma- und Widerstandslog der Bohrung Urach 3.

## 2.2. Trias

### 2.2.1 Keuper

Der Keuper entspricht in seiner faziellen Ausbildung weitgehend den Verhältnissen in den benachbarten Aufschlussgebieten und erreicht mit 267–273 m eine ähnliche Mächtigkeit wie im Raum Tübingen (Tab. 1). Für die folgende Beschreibung wurden die Meißelproben und Bohrkernproben dieses Abschnitts neu durchgesehen und mit den Messkurven der Bohrlochmessungen verglichen. Für den Unteren Keuper lag neben der Kerndokumentation aus dem Fertigstellungsbericht auch eine unveröffentlichte Profilaufnahme von A. ETZOLD (GLA Baden-Württemberg, erstellt 1977) vor. Die Kernstrecken im Keuper umfassen die Abschnitte bei 511,5–520 m, 565,0–573,5 m, 598,0–607,0 m und 659,0–668,0 m.

#### Oberer Keuper

Die etwa 7 m mächtigen Sedimente des Oberen Keupers beschränken sich auf kieselig gebundene Sandsteine, die der **Exter-Formation** zugeordnet werden können. Sie entsprechen faziell den Contorta-Sandsteinen (Mittlere Exter-Formation) des benachbarten Albvorlands. Hinweise auf Gesteine der Unteren (Posteraschichten) oder Oberen Exter-Formation (Triletesschichten) fanden sich nicht. In den Spülproben erscheinen zwischen dem anhaltenden Juranachfall weiße kalkfreie bis schwach kalkige Feinsandsteine, ab 398 m auch ein schlecht sortierter grüngrauer Feinsandstein. Ob ein Teil der kalkfreien schwarzen Tonsteine im Spülgut aus Zwischenlagen des Oberen Keupers oder aus dem Jura stammt, lässt sich nicht sicher bestimmen.

Im Widerstandslog von Urach 3 heben sich diese Sandsteine vor den Ton- und Tonmergelsteinen darüber und darunter durch einen ungegliederten hochohmigen Abschnitt von 401 bis 395 m ab. Gamma- und Soniclog deuten eine Gliederung in drei Bänke an, deren Grenzen bei etwa 397 und 400 m liegen. Die Zwischenmaxima der Strahlung und Minima der Schallgeschwindigkeit sprechen allerdings eher für porösere oder tonigere Sandsteine an den Bankgrenzen als für Tonsteinlagen.

#### Mittlerer Keuper

Die **Trossingen-Formation** (38 m) besteht aus schwach kalkigen Tonsteinen bis Tonmergelsteinen von überwiegend rotbrauner, in Flecken und vielleicht Lagen auch graugrüner Farbe und liegt damit in der Fazies des Knollenmergels vor. Die

Spülproben bestehen in diesem Abschnitt vorwiegend, und oben fast vollständig, aus Juranachfall. Nach unten treten jedoch zunehmend bunte Tonsteinreste und etwas hell grüngraue Kalksteine auf, die auf die namengebenden Kalkkonkretionen im Knollenmergel zurückgeführt werden können.

Das Widerstandslog zeigt ein unregelmäßig gegliedertes niedrigohmiges Intervall zwischen dem steilen Anstieg zum Oberen Keuper bei 401 m und einem Anstieg zu mittleren Werten an der Obergrenze der Löwenstein-Formation bei 439 m. Auch im Soniclog hebt sich der Knollenmergel als Intervall niedrigerer Geschwindigkeiten mit starken unregelmäßigen Schwankungen heraus, während die Sandsteine im Liegenden (bei 440 m) und Hangenden bei 401 m) deutlich höhere Werte erreichen. Dagegen ist im Gammalog nur die Obergrenze deutlich, während die offenbar tonigen Sandsteine der obersten Löwenstein-Formation an der Liegendgrenze keinen auffälligen Wechsel der Logcharakteristik hervorrufen. Im Gammalog wäre die Untergrenze daher möglicherweise erst einige Meter tiefer als in den anderen Logs oder nach Spülproben zu vermuten gewesen.

Die **Löwenstein-Formation** (71 m) setzt sich aus einer Wechselfolge grobkörniger sowie mittel- bis feinkörniger Sandsteine (Stubensandsteine) und sandiger Tonsteine (Zwischen- bzw. Hangendletten) zusammen, wobei letztere lagenweise Konkretionen aus kalkigem Dolomitstein aufweisen. Die Farbe der Grobsandsteine ist meist hell- bis weißgrau, im Oberen Stubensandstein auch gelblich. Die mittel- bis feinkörnigen Sandsteine sind teils grau, teils braun oder rotbraun und häufig stark schluffig und teilweise tonig. Geröllführende Grobsandsteine finden sich vorwiegend im Mittleren Stubensandstein. In Verbindung mit den Bohrlochmessungen lässt sich die regional übliche Gliederung in vier Sandstein-Horizonte erkennen. Im Oberen Stubensandstein von Urach 3 (439 bis 469 m) trennt der 3. Hangendletten (454 bis 461 m) den 4. vom 3. Stubensandstein. Im 4. Stubensandstein sind dabei drei kompakte Sandsteinbänke als hochohmige und niedrigstrahlende Logspitzen zu erkennen, wobei zwischen dem oberen und dem mittleren Sandstein mittlere Messwerte mit einigen schallschnellen Lagen auf eine Wechsellagerung von Sandsteinen und feinerkörnigen Lagen hinweisen. Im Spülgut treten hier neben Grobsandsteinen auch Mittel- und Feinsandsteine auf sowie schluffige rotbraune Tonsteine, im Bereich der Wechsellagerung auch etwas Dolomitstein. In den 3. Hangendletten herrschen rotbraune schluffige Tonsteine vor, die sich als niedrigohmiges Intervall, höhere Strahlungswerte und mittlere Schallgeschwindigkeiten ohne herausstechende Spitzen

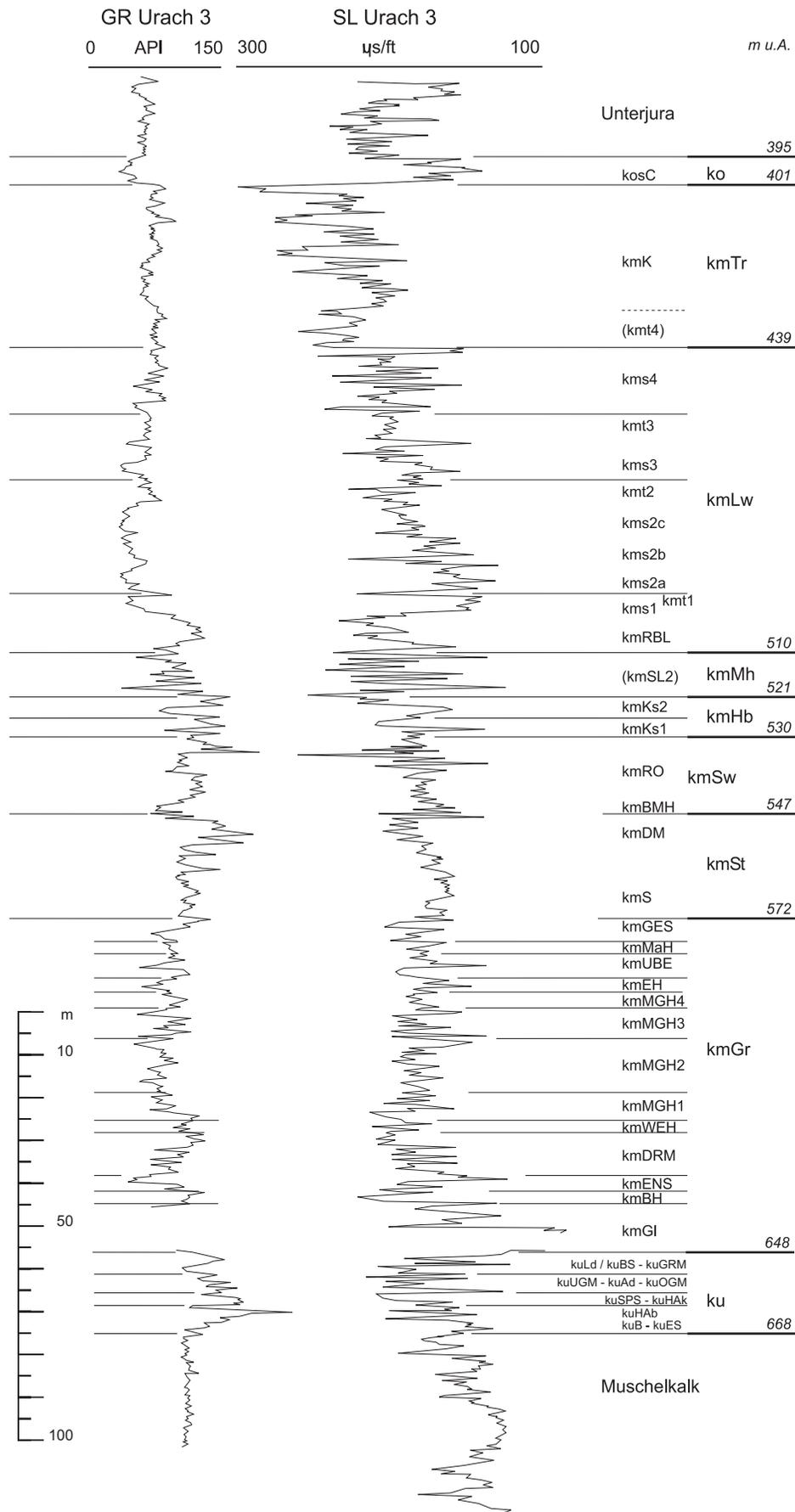


Abb. 5: Der Keuper im Gamma- und Soniclog der Bohrung Urach 3.

abbilden. Im 3. Stubensandstein zeigen sich in den Logs zwei Sandsteinbänke mit einem offenbar tonigen Zwischenmittel. Im Spülgut erscheinen hellgraue Grobsandsteine, die sich von den gelblichen des 4. Stubensandsteins nur wenig unterscheiden, sowie Feinsandstein und schluffiger Tonstein.

Im Mittleren Stubensandstein herrschen Grobsandsteine vor, die in den Logs an tonigen „Zwischenletten“ in drei Sandsteinhorizonte (2a, 2b und 2c) gegliedert werden können. Den Abschluss im Hangenden bildet der Hangendletten 2 (669 bis m) als niedrigohmiges Intervall mit erhöhter Gammastrahlung. Im Widerstandslog zeichnen sich die Sandsteinhorizonte des Mittleren Stubensandsteins durch hohe bis sehr hohe Werte aus, zwischen denen lokale Minima die Zwischenletten angeben. Der untere der drei Horizonte (Stubensandstein 2a) weist dabei den höchsten elektrischen Widerstand der gesamten Löwenstein-Formation auf. Das Soniclog zeigt nach unten zunehmende Schallgeschwindigkeiten. Im Gammalog treten besonders die Zwischenletten mit etwas höheren Strahlungswerten in Erscheinung.

Die auch aus dem Keuperbergland bekannte Zweiteilung des Unteren Stubensandsteins zeigt sich im Log durch einen oberen Sandsteinhorizont (Stubensandstein 1b), der sich kaum vom hangenden Stubensandstein 2a unterscheidet (sehr hoher Widerstand, hohe Schallgeschwindigkeiten, niedrige Gammastrahlung) und von diesem nur durch einen gering mächtigen Hangendletten 1 mit jeweils einer scharfen Logspitze zwischen 497 und 498 m getrennt ist. Die Spülproben enthalten aus diesem Abschnitt Grobsandstein neben Feinsandstein und Schlufftonstein, wobei sich Nachfall aus dem Mittleren Stubensandstein und teufentreue Probe nicht sicher unterscheiden lassen. Etwas rotbraun-grün geädertes Kalkstein könnte aus dem Hangendletten 1 stammen, aber auch Nachfall sein. Der untere Abschnitt (Rote Basisletten als Faziesvertretung des Stubensandsteins 1a) besteht nach den Spülproben überwiegend aus rotbraunen Schlufftonsteinen und grauen Mittel- und Feinsandsteinen, lediglich an der Basis tritt nochmals Grobsandstein auf. Das Widerstandslog zeigt entsprechend an der Basis eine hochohmige Spitze von 509 bis 510 m und darüber ein deutliches niedrigohmiges Intervall mit nur einer wenig auffälligen Zwischenspitze. Die Gliederung im Soniclog ist derjenigen im Widerstandslog sehr ähnlich, mit hohen Schallgeschwindigkeiten an der Basis und im oberen Abschnitt und niedrigen Werten in den Roten Basisletten (mit Zwischenspitze) und im Hangendletten 1. Auch im Gammalog sind Basissandstein und Stubensandstein 1b als Minima

zu erkennen, zwischen denen die Basisletten als stärker strahlendes Intervall die höchsten Werte der Löwenstein-Formation erreichen.

Die Mainhardt-Formation (ca. 11 m) wurde in Urach 3 fast vollständig gekernt. Es handelt sich um dünn-schichtige dunkel graugrüne Tonsteine mit weißgrauen bis rötlichen Anhydrit- und Gipsknollen. Mit Fasergips belegte Klüfte zeigen, dass der Anhydrit nicht erst beim Bohrvorgang vergipst ist, sondern die Sekundärgipsbildung bereits in mehr als 500 m Tiefe begonnen hat – der Kern aus der Mittleren Grabfeld-Formation belegt dies ebenso für die Teufe von ca. 600 m.

Im Widerstandslog bilden die anhydritführenden Tonsteine einen hochohmigen Abschnitt, der sich nicht wesentlich von einer Sandstein-Abfolge unterscheidet. Auch im Soniclog ähneln die hohen Amplituden der Anhydritlagen solchen von Sandstein-Tonstein-Abfolgen. Lediglich das Gammalog zeigt wegen der sehr geringen Strahlungswerte im Anhydrit höhere Amplituden als die übrigen Keuperschichten.

Die **Hassberge-Formation** (ca. 9 m) besteht nach Ausweis der Spülproben aus fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen von weißer bis gelblicher Farbe. Die Sandsteine sind teilweise schwach kalkig, teilweise erscheinen sie schwach kieselig und etwas löchrig, was auf einen leicht löslichen Zement hinweisen dürfte, der beim Bohrvorgang aufgelöst wurde (Anhydrit?). Neben den Sandsteinen treten schluffige und teilweise sandige rotbraune und grüne Tonsteine auf. Die zu diesen Gesteinen noch zugemischten gröberen Sandsteine, Kalk- und Dolomitsteine, Gipssteinbröckchen und schwarzen Ton- und Tonmergelsteine entsprechen den höheren Schichten und müssen daher als Nachfall eingestuft werden.

Das Widerstandslog zeigt an der Basis und in der Mitte zwei scharfe Maxima, denen im Gammalog Minima mittlerer Strahlungsintensität gegenüberstehen. Nach oben werden die Logspitzen jeweils durch einen Abschnitt mit geringerem Widerstand und höheren Strahlungswerten abgelöst. Dies deutet ebenso wie der zweimalige Wechsel zwischen hohen und niedrigen Schallgeschwindigkeiten darauf hin, dass die Sandsteine offenbar vorwiegend an der Basis des Unteren und Oberen Kieselsandsteins auftreten und nach oben von tonigeren Abschnitten bzw. Sandstein-Tonstein-Wechselagerungen abgelöst werden.

Die **Steigerwald-Formation** (ca. 17 m) besteht überwiegend aus den bunten gipsführenden Tonsteinen der Roten Wand. An der Basis ist ein etwa



3–4 m mächtiger Sulfathorizont ausgebildet, der dem Beaumont-Horizont entspricht. Der in Nordwürttemberg verbreitete Lehrberg-Horizont im Dach der Formation keilt bereits weiter nördlich aus.

Die Spülproben enthalten im Bereich der Steigerwald-Formation charakteristische schluffige bis sehr schwach feinsandige Tonsteine von rotbrauner bis ziegelroter und untergeordnet graugrüner Farbe. Hinzu treten wechselnde Mengen weißer Gipsstein, der in Analogie zu anderen Gebieten wohl auf Sulfatknollen zurückzuführen ist. Ob im Niveau des Beaumont-Horizonts auch geschichtete Sulfatablagerungen vorhanden sind, lässt sich den Meißelproben nicht entnehmen.

Das Widerstandslog zeigt konstant mittlere bis hohe Werte, wobei die Maxima den Sulfaten des Beaumont-Horizonts an der Basis und offenbar einem Sulfatknollen-Horizont in der Mitte der Roten Wand entsprechen dürften. Ihnen stehen im Gammalog relative Minima gegenüber, die jedoch noch etwas höhere Strahlungswerte aufweisen als die Strahlungsminima der meisten anderen Formationen. Insgesamt gehört die Steigerwald-Formation zusammen mit der liegenden Stuttgart-Formation damit zu den Intervallen mit den höchsten Gammawerten im Keuper. Das Soniclog zeigt überwiegend einen homogenen Verlauf mit geringen Amplituden, die jedoch in den anhydritführenden Lagen von schmalen intensiven Ausschlägen in beide Richtungen unterbrochen werden.

Die **Stuttgart-Formation** (ca. 25 m) gliedert sich in die sandig-tonigen Dunklen Mergel unmittelbar unter der Steigerwald-Formation und den überwiegend sandigen eigentlichen Schilfsandstein darunter. Die sonst weithin erkennbare Zweiteilung des Schilfsandsteins in einen Unteren und Oberen Schilfsandstein lässt sich weder in den Uracher Bohrproben noch in den Bohrlochmessungen sicher durchführen.

In den Spülproben ist die Grenze von der Steigerwald- zur Stuttgart-Formation am Einsetzen von Feinglimmer führenden, grauen und rotbraunen Tonsteinen aus den Dunklen Mergeln erkennbar. Bereits 2–3 m darunter treten erste Glimmer führende grüngraue, tonig-schluffige Feinsandsteine hinzu. Vereinzelt treten feinsandige graue Tonsteine und tonige Schluffsteine mit Pflanzenresten auf.

Die untersten 6,6 m der Stuttgart-Formation liegen als Kern vor. Die gekernte Abfolge besteht fast durchgehend aus fein- bis mittelkörnigen, grüngrauen bis braungrauen Sandsteinen, die in

wechselnden Mengen Glimmer und Pflanzenreste führen. In Abständen zwischen 0,4 und 1,5 m sind Tonstein-Intraklasten angereichert, die als Basis-konglomerate von gekappten, ursprünglich 1–2 m mächtigen Rinnenfüllungen aufgefasst werden können. Die dunkelgrauen, feinsandig-glimmerigen Tonstein-Intraklasten weisen auf tonig-schluffige Hochflutablagerungen zwischen den Rinnen hin, von denen in der Regel sonst nichts erhalten ist. Eine etwa 0,4 m mächtige Lage aus feinschichtigem sandigen Tonstein mit Pflanzenhäcksel etwa ein Meter über der Basis der Formation dürfte jedoch dieser sonst stets aufgearbeiteten Fazies entsprechen.

Das Widerstandslog zeigt im unteren Teil der Formation einen wenig gegliederten hochohmigen Bereich des Schilfsandsteins, der im Liegenden abrupt über den Ton- und Sulfatgesteinen der Grabfeld-Formation einsetzt und der nach oben einem breiten, ebenfalls wenig gegliederten Minimum der Dunklen Mergel nachgibt. Die Profilgliederung ist im Gammalog weitaus weniger deutlich, da die tonigen Sandsteine des Schilfsandsteins ebenfalls mittlere bis hohe Strahlungswerte aufweisen und damit wenig Kontrast zu den Maxima der Dunklen Mergel. Ähnliches gilt für das Soniclog, dessen geringe Amplituden auf ähnliche Schallgeschwindigkeiten in den tonigen Sandsteinen und sandigen Tonsteinen hinweisen. Bei Profilkorrelationen zeigt sich allerdings, dass die Messkurven im Bereich der Stuttgart-Formation kleinräumig unterschiedlich ausfallen und sich mehr durch ihre Wechselhaftigkeit als durch ein bestimmtes Logmuster von den besser korrelierbaren Logintervallen darunter und darüber unterscheiden.

Die **Grabfeld-Formation** („Gipskeuper“, ca. 76 m) besteht aus geschichteten, teilweise auch knolligen Anhydritsteinen im Wechsel mit teils rotbraunen, teils dunkelgrauen Tonsteinen und einzelnen Dolomitsteinbänken. In der Bohrung Urach 3 fehlen im Dach der Grabfeld-Formation mehr als 20 m diskordant unter dem Schilfsandstein der Stuttgart-Formation. Im Kern sind von 571,8 m abwärts feinschichtige dunkelgraue Tonsteine erschlossen, die nach Korrelation der Logs mit Nachbargebieten bereits in den Engelhofen-Horizont an der Basis der Oberen Grabfeld-Formation zu stellen sind und nach Widerstands-, Sonic- und Gammalog offenbar bis 575 m fortsetzen. Darunter folgen bis 617 m Wechsel von hochohmigen, geringstrahlenden und schallschnellen Anhydrit- und Gipssteinbänken mit tonigeren Zwischenlagen, in denen die Logs auf mittlere Werte zurückfallen und die der Mittleren Grabfeld-Formation entsprechen. Besonders im Widerstandslog heben sich vier Intervalle mit mittleren Werten heraus, die den Leithorizonten

dieses Abschnitts entsprechen dürften: von oben Nenzenheim-Horizont, Enzlar-Horizont, Altmannshausen-Horizont und Weinsberg-Horizont. In den Spülproben aus diesen Niveaus und z. T. etwas darunter sind neben den sonst vorherrschenden rotbraunen und grüngrauen Tonsteinen auch graue Tonsteine und grüngraue Dolomitsteine enthalten. Auch in der Unteren Grabfeld-Formation lässt sich die regional übliche Gliederung in den Logs erkennen: oben die Dunkelroten Mergel als stärker strahlendes, niedrigohmiges Intervall mit etwas reduzierten Schallgeschwindigkeiten (617 bis 628 m), darunter hochohmige, geringstrahlende Spitzen des Entringen-Sulfats (bis 635 m) und wieder stärker strahlende, niedrigohmige Schichten des Bochingen-Horizonts (bis 638 m). Die Spülproben sind von Nachfall beherrscht, weshalb neben den zu erwartenden rotbraunen Tonsteinen und grauen Anhydritsteinen auch ähnliche und weitere graue Tonsteine und Anhydritsteine aus dem Hangenden eine klare Grenzziehung erschweren. Lediglich in den Proben von 636 bis 638 m zeigen sich dunkel grauviolette Tonsteine aus dem Bochingen-Horizont neu im Probenspektrum. Darunter nimmt der Anteil der Anhydritsteine rasch zu, während sehr hohe Widerstandswerte, hohe Schallgeschwindigkeiten und geringe Gammastrahlung hier die Grundgipsschichten als massives, nur von dünnen Tonstein- und Dolomitsteinlagen unterbrochenes Sulfatlager abbilden.

### Unterer Keuper

Der Untere Keuper ist in Urach 3 in Beckenfazies und damit als **Erfurt-Formation** (ca. 20 m) ausgebildet. Die Formation besteht aus einer Wechselfolge von grauen Ton- und Dolomitsteinen, in die im tieferen Teil ein Sandstein-Horizont eingeschaltet ist. Die Dolomitsteinbänke sind teilweise mit knolligen oder schichtigen Anhydrit-Einlagerungen verbunden. Aus den oberen 11 m der Abfolge liegen nur Meißelproben vor, wobei sich zu den grauen Dolomit- und Dolomitmergelsteinen, Tonsteinen und Anhydritsteinen der Erfurt-Formation auch viel Nachfall aus der Grabfeld-Formation mischt. Die Obergrenze der Einheit ist vornehmlich aus den Bohrlochmessungen zu entnehmen, wobei es sich bei einer leichten Stufe im Kurvenverlauf unter dem Grundgips-Maximum möglicherweise um den Horizont des Grenzdolomits handelt. Ob die im Nachfall weiter unten auftretenden oolithischen Gipsbröckchen auf diese Lage oder eine höhere aus dem Grundgips selbst zurückgehen, ist offen, da anhydritisch zementierte Dolomit-Oolithe aus beiden Bereichen bekannt sind. In den Meißelproben treten unmittelbar unter der Grenze erstmals grüngraue bis grüne dolomitische Tonsteine auf, die aus dem Horizont der Grünen Mergel stammen dürften.

Im Widerstands- und Soniclog bilden die Grünen Mergel ein schmales Minimum, dem im Gammalog eine etwas breitere Strahlungsspitze gegenüber steht. Sie trennt die hochohmigen und sehr gering strahlenden Grundgipsschichten im Hangenden von den jeweils etwas weniger intensiv ausgeprägten Spitzen des Linguladolomit-Horizonts und Böhringen-Sulfats im Liegenden. Unter dem Linguladolomit-Horizont liegt eine Wechselfolge von Dolomitsteinbänken und Tonstein-Zwischenlagen, der unterste noch gemeißelte Tonstein-Horizont führt etwas sandig-schluffige Glanzbraunkohle (Lettenkohle). Es handelt sich wahrscheinlich um den Horizont der Sandigen Pflanzenschiefer und bei der darüber folgenden Logspitze – mit niedriger Gammastrahlung, hohem Widerstand und hoher Schallgeschwindigkeit – um die Anthrakonitbank. In den Schichten zwischen Anthrakonitbank und Linguladolomit-Horizont, also Untere Graue Mergel, Anoplophoradolomit-Horizont und Obere Graue Mergel, weisen drei Maxima im Gammalog auf eine Zweiteilung der Anoplophoradolomite durch eine Tonlage hin, die im Soniclog weniger deutlich und im Widerstandslog kaum erkennbar ist.

Die unteren 9 m der Erfurt-Formation wurden durch Kernstrecke 4 erschlossen, die von der Basis der Sandigen Pflanzenschiefer bis in die oberste Lage des Oberen Muschelkalks reicht. Der Albertibank-Horizont ist darin etwa 1,5 m mächtig und besteht aus zwei Dolomitsteinbänken, die ein 70 cm mächtiges Sulfatlager einschließen. Darunter folgen etwas mehr als 4 m Hauptsandstein-Schichten, die oben aus sandig-schluffigen Tonsteinen bestehen und unten 2,7 m teils schräggeschichteten, teils flaserig-tonigen Sandstein aufweisen. Die Hauptsandstein-Schichten überlagern mit geringem tonigem Zwischenmittel die Dolomitsteinbänke der Basisschichten, von denen die oberste eine Anreicherung von Muschelschill führt. Die tieferen Dolomitbänke sind teilweise kleinkavernös, was auf ausgelaugte Sulfatknollen hinweisen dürfte, und weisen bei 667 m eine grobsandige Lage auf. Über der Grenze zum Muschelkalk beginnt die Erfurt-Formation mit einer etwa 25 cm mächtigen, lagenweise ebenfalls sandigen Tonsteinlage, die sich im Gammalog als kleine Strahlungsspitze abzeichnet, während sich die Dolomite der übrigen Basisschichten nur wenig von denen des Muschelkalks unterscheiden. Die Hauptsandstein-Schichten zeigen hier einen stufigen Anstieg der Strahlung auf den höchsten Wert im ganzen Keuper, der unmittelbar unter dem Minimum der Albertibank erreicht wird. Im Widerstands- und Soniclog zeichnen sich die Unterschiede der Bankung weniger deutlich ab, sind aber ebenfalls erkennbar.



## 2.2.2 Muschelkalk

Die fazielle Ausbildung des Muschelkalks in der Bohrung vermittelt zwischen der Fazies in den Ausstrichgebieten des mittleren Neckarraums und der Fazies unter der östlichen Alb und Oberschwaben. Die Gesamtmächtigkeit des Muschelkalks beträgt in Urach 3 ca. 176 m, in Urach 4 172 m. Der Unterschied geht vermutlich auf einen geringen tektonischen Schichtausfall im Unteren Muschelkalk der Bohrung Urach 4 zurück. Die Bohrungen Urach 1 und 2 haben nur den Oberen Muschelkalk vollständig durchteuft (Tab. 1). Die Mächtigkeit in den Uracher Bohrungen vermittelt ebenfalls zwischen dem Stuttgarter Raum (SIMON 1998: 190–195 m) und dem oberschwäbischen Gebiet (Neu-Ulm, FRANZ et al. 2001: 129 m). Die 30 km weiter südlich gelegene Bohrung Upflamör hat 158 m Muschelkalk erbracht (WIRTH 1960), was gut zur Mächtigkeit in der Uracher Bohrung passt.

Die Schichtbeschreibung geht auf eigene Profilaufnahmen (T. SIMON) aus den Jahren 1990 und 2013 zurück. Außerdem wurde ein Manuskript der Aufnahmen zur Bohrzeit von H.-G. DIETRICH, K. SCHÄDEL, G. NETH und P. BUDEUS berücksichtigt (vgl. HAENEL 1982). Gamma-Ray- und Sonic-Log fanden ebenfalls Verwendung. Von A. ETZOLD liegt eine lithostratigraphische Gliederung mit Hilfe der Logs vor. Das Meißelbohrgut aus der Muschelkalkschichtenfolge ist abschnittsweise sehr schlecht und unbrauchbar, so dass in den betreffenden Bereichen ohne die Berücksichtigung der Logs keine Beschreibung der Schichten und stratigraphische Gliederung möglich gewesen wäre. Kerne liegen in den Gesteinen des Muschelkalks aus Urach 3 von folgenden Teufen vor: 667,50–668,00 m, 717,00–726,00 m, 832,00–844,20 m.

### Oberer Muschelkalk

Der Obere Muschelkalk setzt in der Bohrung mit der **Rottweil-Formation** ein, die eine Mächtigkeit von 13,50 m besitzt. In den obersten Metern herrschen noch Kalksteine vor, die dem Sphärocodiencalk der Stuttgarter Gegend entsprechen. In ihrem oberen Bereich führen sie Schill, nach unten werden sie dolomitisch. Im mittleren Abschnitt erscheinen Dolomitsteine und dolomitische Kalksteine. In den unteren 3 m wird die Schichtenfolge wieder kalkiger und geht in die liegenden Kalksteine der Meißner-Formation über.

Die **Meißner-Formation** ist 30,50 m mächtig. Die Aufnahme der Meißelproben zeigt wenig Unterschiede in der Gesteinsausbildung. Es überwiegen mikritische, graue Kalksteine, denen wenig sparitische Schillkalksteine und wenig Tonmergelsteine

zwischenlagert sind. Das Gammalog zeigt jedoch im unteren Teil drei deutliche Spitzen, die sich nach Profilvergleich mit den ca. 20 km weiter westlich gelegenen Aufschlüssen (Reusten, Rotenburg, Frommenhausen, Stetten; STIER 1985) mit den Tonhorizonten 1, 2b und 3 parallelisieren lassen. Die Verbreitungsgrenze dieser Tonhorizonte reicht nach STIER (1985) jedoch nicht bis nach Bad Urach. Dies liegt wohl daran, dass das Gammalog auch auf einen geringen Tongehalt in den Kalksteinen reagiert, der in einer klassischen Profilaufnahme noch nicht die Tonhorizonte als solche hätte erkennen lassen. Im oberen Bereich ist in den Logs keine sichere Ansprache eines Tonhorizonts mehr möglich. Insgesamt scheint in der Bohrung Urach schon die Ausbildung der Meißner-Formation in Plattenkalkfazies vorzuliegen, und zwar im oberen Bereich in stärkerem Maß als im unteren. Dies bestätigen auch die Ergebnisse der benachbarten Bohrungen Buttenhausen (WIRTH 1958), Upflamör (WIRTH 1960), Bad Überkingen (CARLÉ 1971), Bad Ditzenbach (CARLÉ & GROSCOPF 1972), Neu-Ulm (FRANZ et al. 2001; vgl. KÄMPFE 1984).

Die **Trochitenkalk-Formation** weist eine Mächtigkeit von 31,50 m auf. Sie beginnt mit der Spiriferinabank, deren Position nicht mit Hilfe der Meißelproben bestimmt werden konnte, jedoch im Gammalog mit Hilfe zweier Maxima, einem im Bereich des Tonhorizonts 1 und einem ca. 5 m darüber, annähernd festgelegt werden kann (vgl. BRUNNER & SIMON 1985). Unter der Spiriferinabank liegen 5,5 m mikritische Kalksteine mit wenig Tonmergelstein. Dann folgt eine 9 m lange Kernstrecke, die zumindest eine Bank der Trochitenkalk-Formation erkennen lässt. Dies ist die Trochitenbank 6 (Neckarwestheimer Seelilienbank, 723,60–723,80 m). Keine andere Bank zeigt im oberen Trochitenkalk ein derartig massenhaftes Vorkommen von *Encrinus liliiformis*. Auch der über der TB 6 liegende, ca. 1 m mächtige Bereich führt Trochiten und weist daher auf die Schichtenfolge um TB 6 und 7 hin. Zwei Trochiten führende Bänke (719,90–720,40 m und 717,50–717,90 m) könnten die Trochitenbänke 9 und 10 sein (vgl. WIRTH 1957). Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Coenothyris vulgaris* bei 718 m. Im Ausstrichbereich ist *Coenothyris vulgaris* in diesem Schichtabschnitt vergleichsweise selten. Allerdings scheint *Coenothyris vulgaris* in Richtung auf das Vindelizische Land, also nach Süden und Südosten an Häufigkeit zuzunehmen.

Unter der TB 6 folgen Kalksteine, die in den Meißelproben nach unten zunehmend sparitisch werden. Das Gammalog zeigt, dass bei 731 m die Mergelschiefer der Haßmersheim-Schichten beginnen. Die Obergrenze der Haßmersheim-Schichten ist

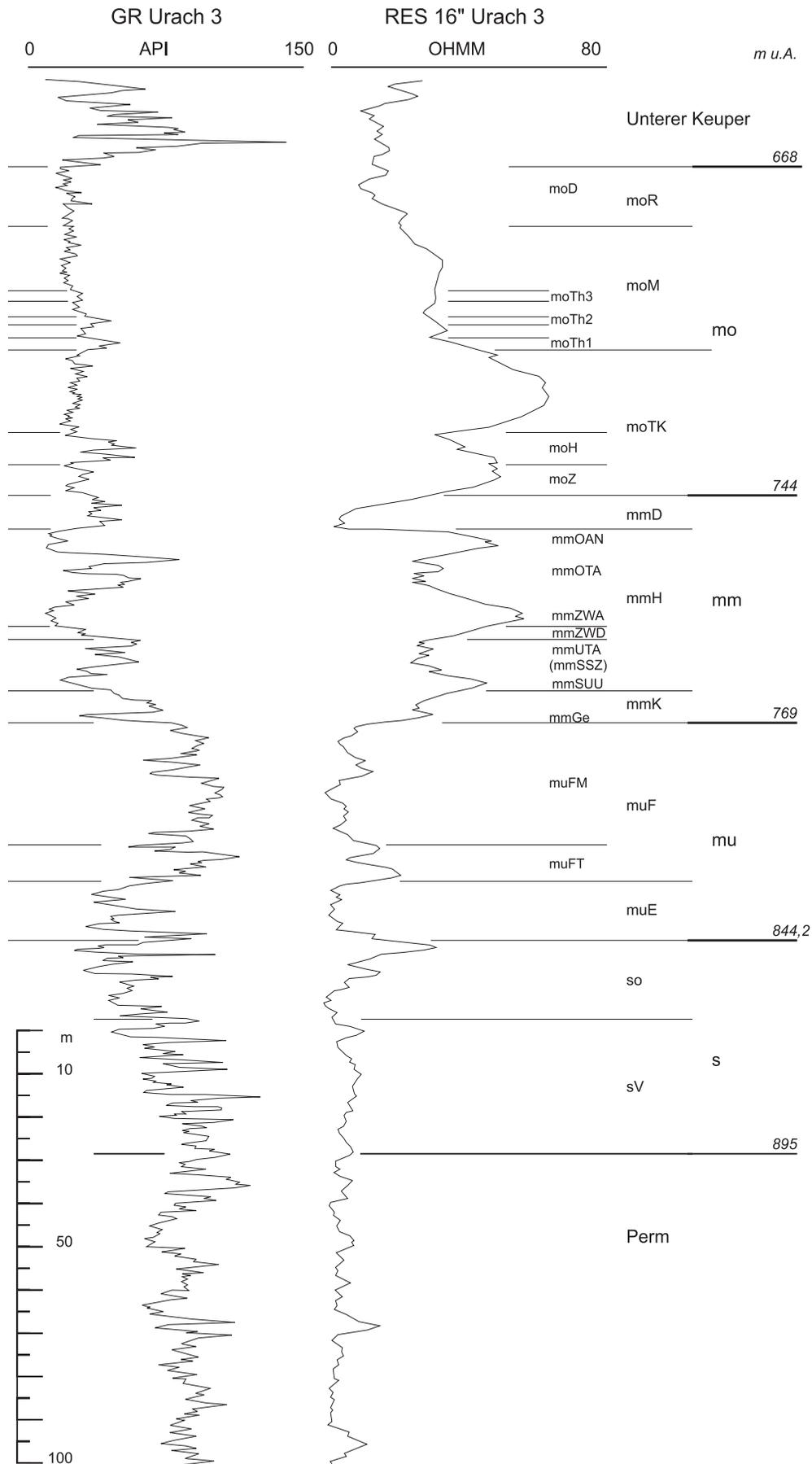


Abb. 6: Der Muschelkalk im Gamma- und Widerstandslog der Bohrung Urach 3.

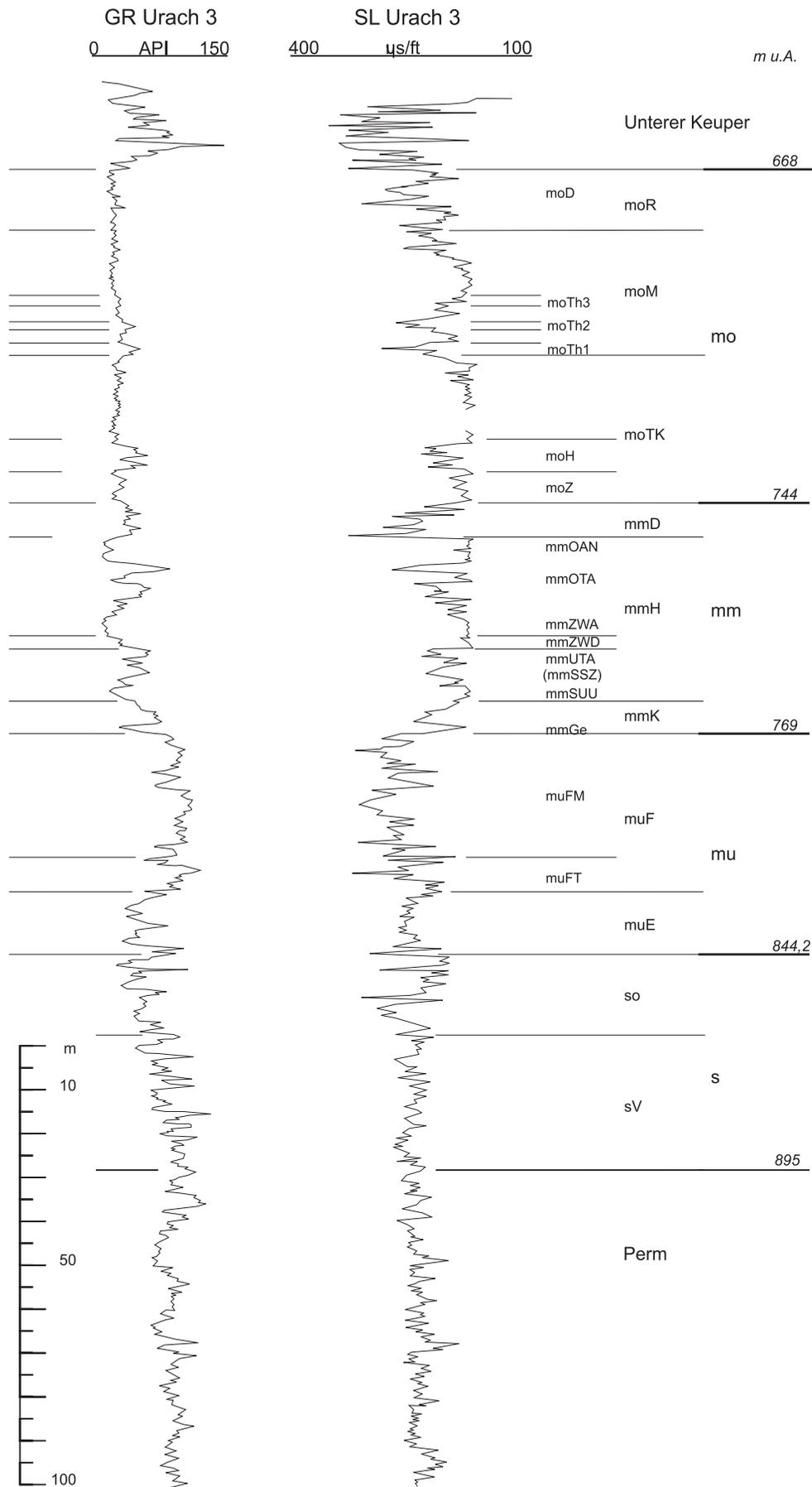
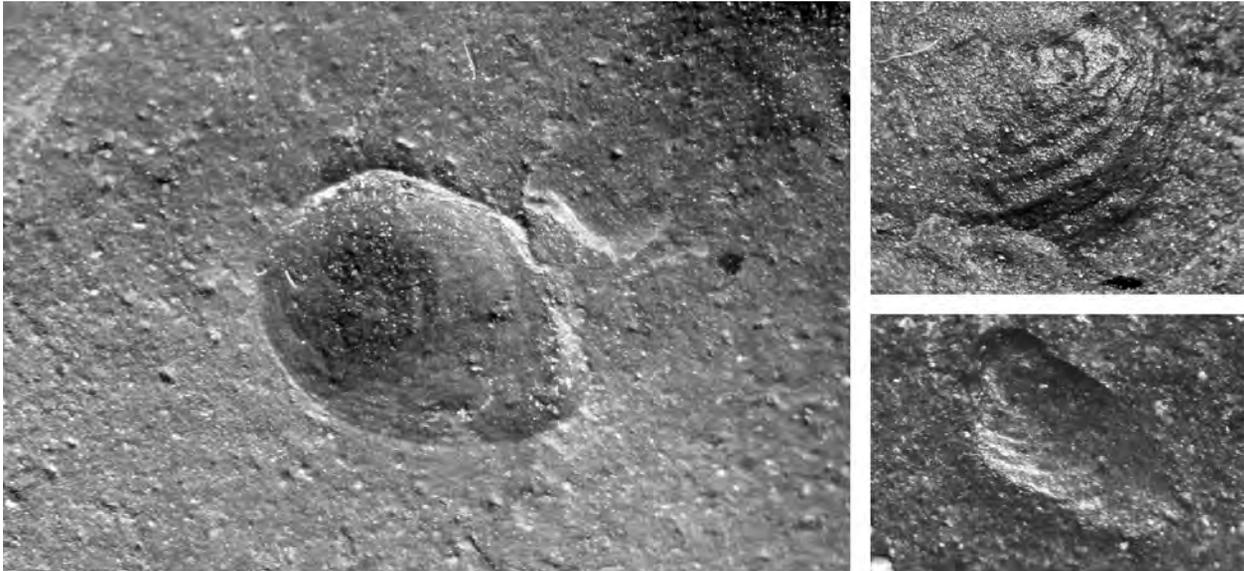


Abb. 7: Der Muschelkalk im Gamma- und Soniclog der Bohrung Urach 3.



**Abb. 8:** Conchostraken aus dem basalen Tonhorizont des Muschelkalks der Bohrung Urach 3 (843,2 m). Die Schalen sind jeweils ca. 1–1,5 mm lang. Nach Umriss und Skulptur handelt es sich wahrscheinlich um Exemplare von *Euestheria* sp.

ten ist demnach bei 729,50 m anzusetzen. Die Untergrenze der in der Bohrung nur einen geringen Tonmergelsteingehalt führenden Haßmersheim-Schichten liegt nach Log und Meißelprobenaufnahme bei 738 m. Eine durchgehend bioklastische Trochitenkalkfazies wie im Osten Baden-Württembergs (Crailsheim-Schichten) scheint in Bad Urach nicht vorzuliegen. Die liegenden Zwergfaunaschichten bestehen aus mikritischen und spartischen Kalksteinen. Wie das Gammalog zeigt, sind im oberen Bereich der Zwergfaunaschichten noch tonige Brockelkalk-Horizonte entwickelt.

### Mittlerer Muschelkalk

Die 9 m mächtige **Diemel-Formation** besteht aus mikritischen Dolomitsteinen. Die Meißelproben sind sehr stark durch Nachfall aus dem Oberen Muschelkalk geprägt, so dass mit der Probenaufnahme keine weitere Differenzierung gelingt.

Die **Heilbronn-Formation** ist 36 m mächtig. Die Meißelproben sind in diesem Bereich besonders stark gestört, sowohl durch Nachfall als auch durch die stark glimmerhaltige Bohrlochspülung. Es überwiegen dunkelgraue dolomitische Tonmergelsteine. Ein etwas höherer Anhydritanteil dürfte zwischen 760 und 775 m einzuordnen sein. Der Anteil der Dolomitsteine ist meist nicht sehr hoch. Die Bohrung ist anhand von Gamma- und Widerstandslog jedoch relativ gut gliederbar (teilweise nach einer Gliederung von A. ETZOLD). Folgende Abschnitte können ausgeschieden werden:

752 – 757 m	Oberer Anhydrit
757 – 765 m	Oberer Tonanhydrit

765 – 774 m	Zwischenanhydrit
774 – 777 m	Zwischendolomit
777 – 786 m	Unterer Tonanhydrit mit Steinsalzschiehten (jedoch ohne Salz)
786 – 788 m	Untere Sulfatschichten

Bad Urach liegt außerhalb der Steinsalzverbreitung (BOCK et al. 2009), die sich an die Senken im südwestdeutschen Sedimentationsgebiet hält (Fränkische Senke, Westschwäbische Senke; RUPF & NITSCH 2008, GEYER et al. 2011). Die vom Keuper an wichtige Mittelschwäbische Senke im Gebiet der Mittleren Alb ist für den Muschelkalk noch nicht als Senkungsgebiet belegt.

Die 10 m mächtige **Karlstadt-Formation** besteht aus dunkelgrauen dolomitischen Tonmergelsteinen, denen Dolomitsteinbänke zwischengeschaltet sind. Wie aus den Logs zu schließen ist, liegt bei 795 m ein stark sulfatführender Bereich, der der Geislingen-Bank zugeordnet werden kann. Diese Bank stellt das Äquivalent der 3. oder Oberen Schaumkalkbank im mittleren Germanischen Becken dar, die dort den oberen Abschluss des Unteren Muschelkalks bildet (HAGDORN & SIMON in Vorber.). Wegen ihrer dolomitischen oder anhydritischen Ausbildung wird die Geislingen-Bank jedoch zusammen mit den gebietsweise darunter liegenden Unteren Orbicularismergeln zum Mittleren Muschelkalk gerechnet, dessen Basis in den südlichen Randbereichen des Beckens damit etwas tiefer liegt, als in der Kalkfazies des inneren Germanischen Beckens.

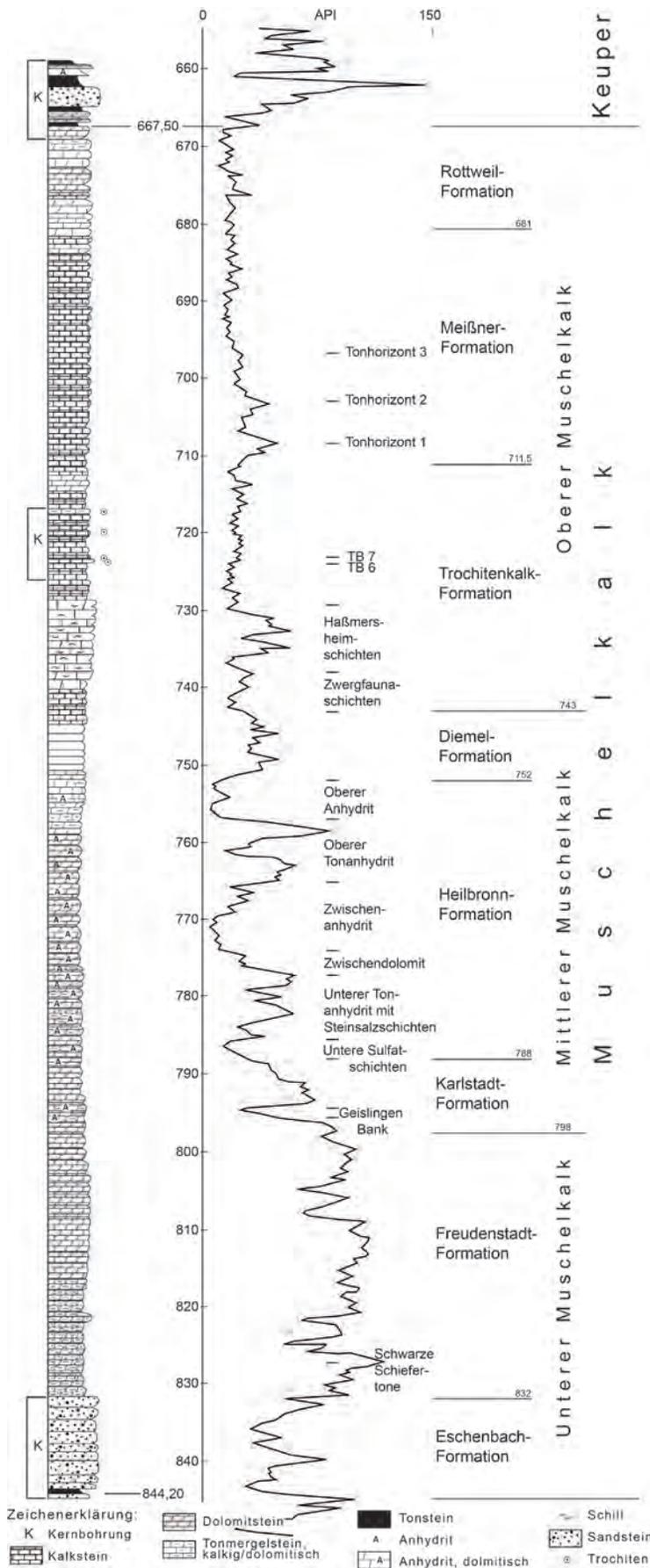


Abb. 9: Gliederung des Muschelkalks der Bohrung Urach 3 im Gammalog mit Position der Kernstrecken (K).

### Unterer Muschelkalk

Die **Freudenstadt-Formation** repräsentiert die dolomitisch-tonige Entwicklung des Unteren Muschelkalks und ist 34 m mächtig. Ein etwas höherer Karbonatgehalt von 798–800 m bietet eine Parallelisierung mit dem Bereich der oberen Jena-Formation (Kalkstein-Fazies des Unteren Muschelkalks) weiter im Norden an. Die weiteren Schichten bis zur Untergrenze der Freudenstadt-Formation lassen keine weitere sichere stratigraphische Zuordnung zu. Möglicherweise zeichnet sich im starken Ausschlag des Gammalogs bei 827–828 m der Bereich der Schwarzen Schiefertone ab. Die unteren 12 m weisen einen schwachen Feinsandgehalt auf und leiten somit zur liegenden Eschenbach-Formation über.

Die 12,50 m mächtige **Eschenbach-Formation** stellt die sandige Randfazies des Unteren Muschelkalks dar. Sie besteht aus fein- bis grobkörnigen, lagenweise feinkiesigen Sandsteinen, die bei höherem Feldspatanteil in Arkosen überleiten können. In einzelnen Lagen tritt Glaukonit auf. Die Korngröße nimmt von 836,8 m aufwärts und nochmals von 843,45 m nach oben ab. Die Sandsteine sind von 834,45–835,00 m und von 839,80–843,45 m karbonatisch gebunden. Die Farbe der Sandsteine ist grau oder grünlich grau, die der Tonsteine an der Basis dunkelgrau mit wenigen rotbraunen Lagen. Die Karbonatgehalt und die graue Farbe der Gesteine sind die Kriterien dafür, dass dieser sandige Abschnitt noch in den Muschelkalk gestellt wird.

Die untersten 0,95 m werden von feinschichtigen Sedimenten gebildet. Es handelt sich um lagenweise stärker schluffige bis feinsandige Tonsteine, die hier wegen ihrer grauen Farbe formal der Eschenbach-Formation zugeordnet werden. Der Tonstein ist undeutlich horizontal geschichtet und zeigt einzelne Wühlgefüge. Auf wenigen Schichtflächen liegen einzelne kleine Conchostraken (max. 1–2 mm lang). Die stärker skulpturierten Formen ähneln *Euestheria albertii albertii*, sind aber meist zu klein und zu unvollständig erhalten, um sicher bestimmt zu werden (Abb. 8 rechts). Eine schwach skulpturierte Schale (Abb. 8 links) entspricht im Um-

**Tab. 2:** Korrelationsmöglichkeiten des Buntsandsteins in Urach 3. Variante A entspricht der derzeitigen Interpretation.

Standardgliederung der Beckenfazies		A	B	C	D	E
Muschelkalk	Schaumkalkbänke	dolomitisch (zu mmK)				
	Oberer Wellenkalk	muF				
	Terebratelbänke					
	Mittlerer Wellenkalk	muE	muE	muE	muE	muE
	Oolithbänke					
	Unterer Wellenkalk					
Buntsandstein	Oberer Buntsandstein	so	,sV'	,sV'	,sV'	so
	Mittlerer Buntsandstein	sV		(fehlt)		sV
	Unterer Buntsandstein			(fehlt)	(fehlt)	

riss der „*Euestheria?* sp. E“ in KOZUR et al. (1993). Beide Formen stammen aus dem Bithynium (frühes Anisium; KOZUR et al. 1993, KOZUR & WEEMS 2010), was mit der stratigraphischen Position des Tonhorizonts zumindest in Einklang steht.

### 2.2.3 Buntsandstein

Der Buntsandstein weist mit einer im Vergleich zum Zentral- und Nordschwarzwald vergleichsweise grobkörnigen und lückenhaften Ausbildung bereits auf die Nähe des damaligen Beckenrandes hin (s. Kap. 3). Die Mächtigkeit von etwa 50 m und die fazielle Ausbildung entsprechen eher derjenigen in den Ausstrichgebieten im Südschwarzwald und Hochrheingebiet. Die revidierte Gliederung folgt daher der überarbeiteten Formationsgliederung der Randfazies im Schwarzwald (vgl. GEYER et al. 2011, LEIBER et al. 2013). Für die folgende Beschreibung wurden die Meißelproben aus Urach 3 neu durchgesehen und mit den Messkurven der Bohrlochmessungen verglichen. Abgesehen von ca. 60 cm Kern an der Obergrenze der Einheit liegen keine Kernstrecken vor.

#### Oberer Buntsandstein

Unmittelbar unter dem feingeschichteten Tonsteinhorizont an der Buntsandstein-Muschelkalk-Grenze folgen etwa 14 m mächtige, oben hellgraue bis blassrote, sonst überwiegend weiße, gelegentlich grünliche Sandsteine. Der Sand ist kaum gerundet, enthält oft einige Prozent Feldspat und ist durchgehend, aber wechselnd intensiv, kieselig zementiert. Nur einzelne Lagen scheinen auch et-

was karbonatischen Zement zu enthalten, manche Sandsteine sind leicht porös. Die Sandsteine sind überwiegend mittel- und feinkörnig und mäßig sortiert, doch treten zumindest in den obersten 6 m auch Grobsandsteine auf, die etwas Feinkies führen können. Ob die Grobsandsteine der tieferen Proben Nachfall sind oder dort weitere grobe Lagen auftreten, ist offen. Rotbraune tonige Schluffsteine mit etwas Feinglimmer treten nur ganz untergeordnet hinzu und stammen offenbar aus nur geringmächtigen Zwischenlagen.

Die Kieselsandsteine können nach ihrer Position unter dem Muschelkalk und ihrer schlechten Kornrundung dem Oberen Buntsandstein zugerechnet werden, lassen sich nach ihrer Fazies aber nicht ohne weiteres der weiter nördlich und westlich ausgebildeten Plattensandstein-Formation zurechnen. Selbst hydrothermal oder pedogen gebleichte Bereiche bzw. Lagen im Plattensandstein führen meist einen deutlich höheren Schluffanteil und Reste von detritischem Glimmer und Feldspat, während in den weißen Uracher Sandsteinen nur Quarz, lediglich in den grauen Sandsteinen auch etwas Feldspat erkennbar sind. Der für die Plattensandsteine typische Feinglimmer findet sich hier nur sehr feinkörnig in den wenigen rotbraunen Schluffsteinen.

Das Gammalog zeigt im Bereich des Oberen Buntsandsteins von Urach 3 einen unregelmäßigen Verlauf mit wechselnden Amplituden und ohne einen deutlichen Trend. Sonic- und Widerstandslog weisen deutlich stärkere Amplituden auf als der tiefere Buntsandstein, wobei Stärke und Mächtigkeit der Maxima nach oben leicht zunehmen. Be-



sonders das Maximum bei 847–849 m scheint auf massive Grobsandsteinbänke zurückzuführen zu sein.

### Tieferer Buntsandstein

Die unteren 36 m des Buntsandsteins können in Analogie zu den Verhältnissen im Südschwarzwald der **Vogesensandstein-Formation** zugeordnet werden. Ob, wie dies LEIBER (1982) noch angenommen hatte, Äquivalente des Unteren Buntsandsteins darin enthalten sind, lässt sich nicht sicher entscheiden. Da es bereits kurz über der Basis erste Hinweise auf Dolomit- und Kieselkrusten gibt, ist eine Einstufung als Äquivalent des höheren Mittleren Buntsandsteins (Kristallsandstein bzw. Felssandstein) wahrscheinlicher, möglicherweise für den höheren Abschnitt auch als grobkörniges Äquivalent der Plattensandstein-Formation, zu deren Gesteinen die Glimmer führenden Schluffsteine größere Ähnlichkeit aufweisen als zu jenen der Geröll- und Bausandsteine der Vogesensandstein-Formation im Schwarzwald. In diesem Fall weist die Schichtenfolge, ähnlich wie im Südschwarzwald und am Hochrhein, an der Basis eine Schichtlücke auf, die den Unteren und wahrscheinlich große Teile des Mittleren Buntsandsteins umfasst, während die hier als Oberer Buntsandstein eingestuft Sedimente bereits ein terrestrisches Äquivalent des tiefsten (hier nicht in mariner Fazies nachgewiesenen) Unteren Muschelkalk darstellen.

Die Abfolge besteht aus geröllführenden Grobsandsteinen von teils hellroter, teils weißer Farbe. Auffällig sind weiße schlecht sortierte Grobsandsteine mit einzelnen hellroten Quarzkörnern von Grobsand- bis Kiesgröße. Grobsand und Feinkies ist fast durchgehend gut gerundet, teilweise mattiert, während größere Gerölle in den Proben zerschlagen sind. Die Gerölle bestehen überwiegend aus grobkristallinem Quarz (weiße, klare und hellrote Quarze), vereinzelt kieseligen Gesteinen (meist verkieselte Sandsteine oder Arkosen) und oben wenig, nach unten zunehmend Feldspat. Braune feinsandige Schluff- und schluffige Feinsandsteine mit feinkörnigem detritischem Glimmer sind über die gesamte Abfolge in den Proben vorhanden, ohne dass sich einzelne Schichtniveaus aus den von Nachfall geprägten Proben eingrenzen ließen.

Im Dach der Einheit, bei 859–861 m, weist das Log einen möglichen Feinsediment-Horizont aus. Die Proben aus diesem Abschnitt enthalten (fast?) nur Nachfall aus Muschelkalk und Oberem Buntsandstein. Einige grauviolette Schluffsteine könnten ein Hinweis auf einen „Violetten Horizont“ sein und

wurden in der Vergangenheit stets so gedeutet. Der Horizont wird daher auch hier als Grenze zwischen Vogesensandstein-Formation und Oberem Buntsandstein verwendet. Ob es sich dabei um den VH2-Horizont handelt, wie bisher meist angenommen, oder um einen höheren (z. B. so3D = ‚VH5‘, womöglich auch ein nur am Beckenrand entwickelter Bodenhorizont im Bereich der Muschelkalkbasis), muss an dieser Stelle offen bleiben.

Splitter von Dolomit und buntem Hornstein, der auch teilweise gangartig Sandstein verdrängt, häufen sich in bestimmten Horizonten (876, 884, 888, 894 m). Echter Karneol findet sich nur vereinzelt darunter, vor allem unten in der Abfolge, und ist seltener als in den permischen Sedimenten. Während im Schwarzwald Paläoböden mit Kiesel- und Karbonatkrusten erst über den Oberen Geröllsandsteinen auftreten, erscheint die Abfolge in Urach zu mächtig, um nur den Kristallsandstein zu repräsentieren. Ob dessen Äquivalent die obersten 2–3 m einnimmt, wie LEIBER (1982) dies nach der etwas geringeren Kornrundung vermutete und wie es noch in LEIBER et al. (2013) angegeben ist, oder eher die untersten (!) 5 m, wie dies die dort erstmals auftretenden Karneoldolomite nahe legen, ist dabei offen. In letzterem Fall wäre die hier nach der Fazies eingestufte Vogesensandstein-Formation möglicherweise insgesamt eine grobklastische Randfazies des Oberen Buntsandsteins. Die hier als Oberer Buntsandstein ausgewiesenen Kieselsandsteine darüber stellen dann eher ein terrestrisches Äquivalent des tieferen Unteren Muschelkalks dar. Da bislang keine unabhängigen Datierungsmöglichkeiten vorliegen, stößt die rein lithologische Korrelation der Randmit der Beckenfazies hier an ihre Grenzen.

Gamma- und Soniclog zeigen mittlere bis hohe Amplituden und lassen einen Aufbau aus 1–3 m mächtigen Rinnenkörpern vermuten, die teilweise zu mehrere Meter mächtigen Sandsteinbänken amalgamiert sind. Das Gammalog weist einen insgesamt trichterförmigen Trend auf durch nach oben abnehmende Mittelwerte. Das Widerstandslog zeigt dagegen einen eher bogenförmigen Verlauf, der nahe Basis und Dach der Einheit von 5–7 m mächtigen Maxima eingerahmt wird. Diese Maxima könnten, falls die Deutung des Uracher Oberen Buntsandsteins als Muschelkalk-Randfazies zutreffen sollte, dem Kristallsandstein (mit Karneoldolomit im Hangenden) und eventuell dem Rötquarzit entsprechen.

Die Basis des Buntsandsteins zeichnet sich in den Proben durch den Wechsel von vorwiegend gut gerundeten Grobsandsteinen im Hangenden zu kaum zementierten, mäßig bis schlecht gerundeten und

vorherrschend mittelkörnigen Sanden mit höherem Anteil an Gesteinsbruchstücken im Liegenden aus. Die obersten 3–4 m unmittelbar unter dem Buntsandstein sind von Dolomitsteinen geprägt, die kantige Sandkörner einschließen, und enthalten Karneolsplitter, was faziell ganz den pedogenen Dolomitkrusten der Kirnbach-Formation im Schwarzwald entspricht (NITSCH & ZEDLER 2009). Die oberen 10 m dieser Sande wurden bei LEIBER (1982) nach der damals üblichen Zuordnung noch als ‚Unterer Buntsandstein‘ gewertet, was nach heutiger Zuordnung der Randfazies des Zechsteins entspricht. Der Wechsel von schwach zementierten Sanden und Dolomitkrusten, von denen auch in Urach noch mehrere in den nach unten anschließenden Schichten folgen, legt eine Einstufung dieses Abschnitts in die Kirnbach-Formation (äußerste Zechstein-Randfazies) nahe, auch wenn die Abgrenzung gegen das liegende Rotliegend schwierig ist (vgl. Beitrag GEBHARDT, dieses Heft). Im Gammalog zeigt sich an der Grenze ein Wechsel von wiederholten nach oben ansteigenden Trends der permischen Ablagerungen zum nach oben abfallenden Verlauf des tieferen Buntsandsteins.

### 3 Regionalgeologischer Ausblick

Die Schichtenfolge der Uracher Bohrungen entspricht im Keuper und Jura weitgehend den Verhältnissen des benachbarten Albvorlandes und des Keuperberglandes in Nord- und Mittelwürttemberg. Lediglich im tieferen Teil der mesozoischen Schichtenfolge, insbesondere im Buntsandstein und tieferen Muschelkalk, zeigen sich deutliche Abweichungen von der aus den Ausstrichgebieten bekannten Entwicklung. Dies ist auf eine größere Nähe des Beckenrandes zur Zeit ihrer Ablagerung zurückzuführen.

Der Buntsandstein ist seiner Mächtigkeit gegenüber den Verhältnissen am Schwarzwaldrand oder im Untergrund Nordwürttembergs stark reduziert. Fluviale bis alluviale Geröllsandsteine und Grobsandsteine herrschen besonders in der unteren Hälfte vor, mächtigere Tonsteinabfolgen fehlen. Die südöstliche Verbreitungsgrenze des Buntsandsteins streicht nach derzeitiger Kenntnis vom westlichen Bodensee zum Nördlinger Ries und dürfte höchstens etwa 30 km südöstlich des Uracher Bohrprofils das Donautal kreuzen. Die paläogeographische Situation ist damit ähnlich wie in den Nordschweizer Bohrungen des Randengebiets oder am südöstlichen Schwarzwaldrand.

Die dortigen Geröllsandsteine im Liegenden lassen sich mit der Vogesensandstein-Formation des Schwarzwalds korrelieren und stellen insbesondere deren höheren Anteil dar. Die Schichten des Unteren Buntsandsteins (Eck-Formation, tieferer Badischer Bausandstein der Vogesensandstein-Formation) keilen im Südschwarzwald unweit der Donau nach Süden bzw. Südosten aus, während Grob- und Geröllsandsteine der Vogesensandstein-Formation weiter südwärts auf das Kristallin der Südschwarzwald-Schwelle ausgreifen und als ‚Diagonalschichtiger Sandstein‘ das Hochrheingebiet erreichen (LEIBER et al. 2013). Die größte Verbreitung dürften die Äquivalente des Kristallins aufweisen, die in dieser randlichen Fazies jedoch nur noch schlecht von den Geröll- und Grobsandsteinen darunter zu unterscheiden sind. Die basalen Geröllsandsteine des Uracher Buntsandsteins werden daher hier mit den Kristall- und Geröllsandsteinen der Vogesensandstein-Formation korreliert und nicht mehr, wie zunächst geschehen (LEIBER 1982) der Eck-Formation zugeordnet. Ob im tiefsten Abschnitt der geringmächtigen Abfolge noch Äquivalente des Unteren Buntsandsteins heutiger Abgrenzung vorliegen, ist fraglich. (Die in älteren Veröffentlichungen – z. B. LEIBER 1982 und GWINNER 1998 – als ‚Unterer Buntsandstein‘ eingestuft Gesteine werden heute als Altersäquivalente der ‚Bröckelschiefer‘ der Zechstein-Gruppe zugeordnet).

Der Obere Buntsandstein weist im Hochrheingebiet und vermutlich auch in anderen Teilen des Landes eine etwas größere Verbreitung nach Süden auf als die Vogesensandstein-Formation. Im Wutachgebiet und südlich davon treten in der Plattensandstein-Formation neben den sonst vorherrschenden Fein- bis Mittelsandsteinen auch Grobsandsteine auf, die eine nahe am Beckenrand größere Transportkraft der alluvialen Flussläufe anzeigen. Die grobe Körnung des Uracher Oberen Buntsandsteins und die fehlende Röttonfazies können daher auf die randnahe Position zurückgeführt werden. Allerdings sprechen die bereits wenige Meter über der Basis des Buntsandsteins einsetzenden Karneoldolomite für die Möglichkeit, dass bereits die Geröllsande der Vogesensandstein-Formation hier eine grobkörnige Randfazies der (Kristall- und) Plattensandsteine bilden und der weiße Obere Buntsandstein unter Bad Urach in einer Schwemmlandebene unmittelbar vor der transgredierenden Muschelkalkküste entstand. Auch unterscheidet sich die Ausbildung der weißen Kieselsandsteine deutlich von den stets Feldspat und Glimmer führenden, schluffigen Sandsteinen der beckenwärts ausgebildeten Plattensandsteine. Ähnlichkeiten in Gesteinsausbildung und Logcharakter zeigen sich dagegen bei



manchen der basalen fluvialen Sandsteine, die weiter südlich unter dem Alpenvorland unmittelbar dem Kristallin aufliegen und sich nach oben mit höherem Unterem und z. T. Mittlerem Muschelkalk verzahnen (‚Basissande‘ oder ‚Melser Sandstein‘ der älteren Bohrprotokolle).

Die Grenze zum Muschelkalk nimmt in Urach 3 ein ca. 1 m mächtiger grauer Tonsteinhorizont mit dünnen Sandsteinlagen ein, der sich auch im Gamma-log von Urach 4 abzeichnet. An Kluft- und Schichtflächen treten rötliche Verfärbungen auf, die jedoch nur fleckhaft ins Gestein eindringen und offenbar sekundärer Natur sind. Der Tonhorizont wurde bei der ursprünglichen Profilaufnahme als Rötton angesprochen. Faziell handelt es sich allerdings nicht um eine pedogen überprägte Playa-Ablagerung, wie für die Röttone in Süddeutschland charakteristisch, sondern um die Ablagerung eines kleineren Sees oder einer Lagune ohne bedeutende pedogene Überprägung. Die zwergenhaften und vereinzelt Conchostraken weisen einerseits auf Süßwasserzuflüsse hin, gleichzeitig aber auf deren geringen Anteil am Ablagerungssystem, da sie weder normale Größe erreicht haben noch die sonst üblichen Massenvorkommen bilden konnten. Möglicherweise handelt es sich überhaupt um umgelagerte Exemplare aus dem alluvialen System, das vermutlich auch die dünnen Sandlagen beigesteuert hat. In seiner Position zwischen alluvialen Sandsteinen und den marinen Küstenablagerungen der Eschenbach-Formation lässt sich der Tonhorizont daher zwanglos als Ablagerung einer Küstenlagune deuten und mit der Transgression des Muschelkalks in Zusammenhang bringen.

Der Untere Muschelkalk beginnt mit den dolomitisch und teils kalkig gebundenen Sandsteinen der Eschenbach-Formation. Sie zeigen im Kern lagenweise klein- bis mitteldimensionale Schrägschichtungen, Tonfasern und vereinzelt Beulenschichtung, geröllführende Lagen stellen möglicherweise flache Rinnenfüllungen dar. Als Ablagerungsraum lässt sich daher ein sandiger Küstenstreifen vom flachen subtidal bis ins Litoral ableiten. Tonflaserige Partien und der offenbar geringe Anteil von Rinnensedimenten lassen ein mikrotidales Milieu mit wenig exponiertem Sandwatt möglich erscheinen. Tieferes, sandarmes bis -freies Subtidal erscheint unmittelbar darüber mit dem Fazieswechsel zur Freudenstadt-Formation. Diese beginnt mit einem Tonhorizont, der wahrscheinlich dem ‚Horizont der Schwarzen Schiefertone‘ und damit dem Horizont der Terebratelbänke in der Kalkfazies (Jena-Formation) entspricht. Dies lässt darauf schließen, dass die Äquivalente des Unteren und Mittleren Wellenkalks in Sandfazies vorliegen und die Freudenstadt-Formation von Urach lediglich

Terebratelbänke und Oberen Wellenkalk vertritt. Da die Mächtigkeit der Eschenbach-Formation hier nur etwa ein Viertel, der Abschnitt unter den Terebratelbänken aber sonst mehr als die Hälfte der Gesamtmächtigkeit des Unteren Muschelkalks ausmacht, stellt sich die Frage, ob und zu welchen Teilen der Buntsandstein von Urach eine alluviale Randfazies des tiefsten Muschelkalks darstellt oder ob zwischen Buntsandstein und Muschelkalk eine Schichtlücke vorliegt (Tab. 2).

Insgesamt zeigt sich im Muschelkalk eine Faziesentwicklung vom marinen, aber landnahen Ablagerungsraum im Unteren Muschelkalk (Ton- und geringer Feinsandeintrag in der Freudenstadt-Formation) über eine Salinarfazies im Mittleren Muschelkalk hin zur vollmarinen Fazies des Oberen Muschelkalks, der in seinem obersten Bereich durch eingeschränkt-marine bis lagunäre Dolomitsteine wiederum eine landnähere Fazies erkennen lässt. Die Entwicklung entspricht den Verhältnissen im Ausstrichgebiet, weshalb das Profil von Urach, insbesondere nach den Bohrlochmessungen, ein gutes durchgehendes Referenzprofil für die Region und einen wichtigen Stützpunkt bei der Korrelation der Bohrprofile im Alpenvorland zu den Profilen im Neckarraum und Nordwürttemberg darstellt.

Dies gilt auch für den Keuper und Jura, deren fazielle Entwicklung keine auffälligen Abweichungen von den benachbarten Ausstrichgebieten aufweist. Aus der Bohrung Urach 1 liegen für den Bereich des Mitteljura (13–143 m) 48 Mikroproben vor. Die darin enthaltenen Leitformen bestätigen die stratigraphische Einstufung und entsprechen der von OHMERT (2004) und FRANZ et al. (2009, im Druck) beschriebenen Vertikalverbreitung von Ostracoden und Foraminiferen. Die Mächtigkeiten sind allerdings bei einigen Formationen im Uracher Raum größer als in westlich oder östlich gelegenen Profilen, was paläogeographisch auf ein Gebiet stärkerer Subsidenz, die Mittelschwäbische Senke, hindeutet (RUPF & NITSCH 2008, GEYER et al. 2011). Diese Senke ist im Muschelkalk und tieferen Keuper noch nicht klar erkennbar und zeigt sich erstmals deutlich in der Mächtigkeit der Löwenstein-Formation. Die Senke wurde möglicherweise erst durch tektonische Bewegungen aktiviert, die mit der Altkimmerischen Hauptdiskordanz im frühen Norium in Verbindung stehen. Eine mittelkimmerische Reaktivierung im Aalenium deutet sich in der vergleichsweise großen Mächtigkeit der Opalinuston-Formation und der tonigen Fazies der Achdorf-Formation an, deren Verbreitung gegenüber den sandigen Formationen des höheren Aaleniums eng an dieses Senkungsgebiet gebunden ist (RUPF & NITSCH 2008, FRANZ & NITSCH 2009).

## Literatur

- BLOOS, G. (1976): Untersuchungen über Bau und Entstehung der feinkörnigen Sandsteine des Schwarzen Jura  $\alpha$  (Hettangium u. tiefstes Sinemurium) im schwäbischen Sedimentationsbereich. – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N. F. **71**: 1–270, Taf. 1–27; Stuttgart.
- BOCK, H., WERNER, W. & SIMON, T. (2009): Die Verbreitung der steinsalzführenden Schichten in Baden-Württemberg – eine Aktualisierung des Wissensstandes. – LGRB-Nachrichten, **08/2009**: 2 S.; Freiburg i. Br.
- BRUNNER, H. & SIMON, T. (1985): Lithologische Gliederung von Profilen aus dem Oberen Muschelkalk im nördlichen Baden-Württemberg anhand der natürlichen gamma-Strahlungsintensität der Gesteine. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **67**: 289–299; Stuttgart.
- CARLÉ, W. (1971): Die Tiefbohrungen auf mineralisiertes Mineralwasser in Bad Überkingen, Landkreis Göppingen, Baden-Württemberg. – Jh. Ges. Naturk. Württ., **126**: 36–87; Stuttgart.
- CARLÉ, W. & GROSCHOPF, P. (1972): Geologie und Hydrogeologie der Sauerlinge, Mineralwässer und Thermalwässer von Bad Ditzgenbach, Landkreis Göppingen, Baden-Württemberg. – Oberrhein. geol. Abh., **21**: 1–42, 1 Taf.; Karlsruhe.
- DIETRICH, H.-G. (1982): Geological results from the Urach 3 borehole and the correlation with other boreholes. – In: HAENEL, R. (ed.): The Urach geothermal project (Swabian Alb, Germany): 49–58; Stuttgart (Schweizerbart).
- FRANZ, M. & NITSCH, E. (2009): Zur lithostratigraphischen Gliederung des Aalenium in Baden-Württemberg. – LGRB-Informationen, **22**: 124–146; Freiburg i.Br.
- FRANZ, M. & STÖBER, I. (2004): Geologische und Hydrogeologische Untersuchungen im Zuge der Planung für die zweite Tiefbohrung für das HDR-Projekt un Bad Urach. – Interner Bericht, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Az. 4715/04\_0101: 27 S., 27 Anl. – [unveröff.]
- FRANZ, M., BEHER, E. & DIETL, G. (im Druck): The Bathonian and Early Callovian ostracoda of Baden-Wuerttemberg, southern Germany. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh.; Stuttgart
- FRANZ, M., SIMON, T., MEYER, R. K. F. & DOPPLER, G. (2001): Die Thermalwasserbohrung „Donautherme“, Neu-Ulm. – Geol. Bavarica, **106**: 81–106; München.
- FRANZ, M., TESAKOVA, E. & BEHER, E. (2009): Documentation and revision of the index ostracods from the Lower and Middle Jurassic in SW Germany according to BUCK (1954). – Palaeodiversity, **2**: 119–167; Stuttgart.
- Geo-data GmbH (2005): Abschlussbericht der feldgeologischen Arbeiten für die Bohrung Urach 4 (vom 30.12.2003 bis 25.03.2004). – 63 S. – [unveröff.]
- GEYER, M., NITSCH, E. & SIMON, T. (2011): Geologie von Baden-Württemberg (5. Aufl.). – 627 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- GWINNER, M.P. (1974) mit Beitr. v. VILLINGER, E. & MÄUSSNEST, O.: Erläuterungen zu Blatt 7522 Urach. – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1:25000, Erl. Bl. 7522: 102 S., 4 Taf., 6 Beil.; Stuttgart. – [Nachdruck als 2. Aufl. 1977]
- GWINNER, M.P. (1987) mit Beitr. v. MÄUSSNEST, O., SCHÄDEL, K. & VILLINGER, E.: Erläuterungen zu Blatt 7522 Urach [3. erw. Aufl.]. – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1:25000, Erl. Bl. 7522: 118 S., 4 Taf., 6 Beil.; Stuttgart.
- GWINNER, M.P. (1998) mit Beitr. v. MÄUSSNEST, O., SCHÄDEL, K. & VILLINGER, E.: Erläuterungen zu Blatt 7522 Urach [4. erg. Aufl.]. – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1:25000, Erl. Bl. 7522: VII+131 S., 4 Taf., 8 Beil.; Stuttgart.
- HAENEL, R. (Hrsg.) (1982): The Urach geothermal project (Swabian Alb, Germany): 419 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- HAGDORN, H. & SIMON, T. (Hrsg.) (in Vorber.): Stratigraphie von Deutschland: Muschelkalk. – Schriftenreihe DGG; Stuttgart.
- KÄMPFE, C. (1984): Tiefbohrungen in Baden-Württemberg und den umgebenden Ländern. – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N. F. **80**: 1–313; Stuttgart.
- KOZUR, H.W. & WEEMS, R.E. (2010): The biostratigraphic importance of conchostracans in the continental Triassic of the northern hemisphere. – Geol. Soc. London Spec. Publ., **334**: 315–417; London.
- KOZUR, H., MAHLER, H. & SELL, J. (1993): Stratigraphic and paleobiogeographic importance of the latest Olenekian and Early Anisian conchostracans of Middle Europe. – In: LUCAS, S.G. & MORALES, M. (eds.): The nonmarine Triassic, New Mexico Mus. Nat. Hist. Sci. Bull. **3**: 255–259; Albuquerque.
- LEIBER, J. (1982): The Buntsandstein (Lower Triassic) of the Urach 3 borehole. – In: HAENEL, R. (ed.): The Urach geothermal project (Swabian Alb, Germany): 37–39; Stuttgart (Schweizerbart).
- LEIBER, J., BOCK, H. & NITSCH, E. (2013): Der Buntsandstein in der Kraichgau-Senke und der südwestdeutschen Randfazies (Baden-Württemberg). Nachtrag zur stratigraphischen Nomenklatur des Buntsandsteins in Baden-Württemberg, Stand 2011. – Schriften. Dt. Ges. Geowiss., **69**: 525–546; Hannover.
- NITSCH, E. & ZEDLER, H. (2009): Oberkarbon und Perm in Baden-Württemberg. – LGRB-Informationen, **22**: 7–102; Freiburg i.Br.
- OHMERT, W. (2004): Ammoniten-Faunen im tiefen Unter-Bajocium des Reutlinger Gebiets (mittlere Schwäbische Alb) [mit einem Anhang zur Ostracoden-Stratigraphie]. – Jh. Landesamt Geol., Rohst. Bergbau Baden-Württemberg, **40**: 9–141; Freiburg i. Br.
- RUPF, I. & NITSCH, E. (2008): Das Geologische Landesmodell von Baden-Württemberg: Datengrundlagen, technische Umsetzungen und erste geologische Ergebnisse. – LGRB-Informationen, **21**: 82 S., 10 Beil.; Freiburg i. Br.
- SCHÄDEL, K. (1982): The geology of the heat anomaly of Urach. – In: HAENEL, R. (ed.): The Urach geothermal project (Swabian Alb, Germany): 147–156; Stuttgart (Schweizerbart).
- SIMON, T. (1998): Muschelkalk. – In: Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:50000, Erläuterungen zu Blatt Stuttgart und Umgebung (6. Aufl.): 14–32; Freiburg (LGRB).
- Stadtwerke Urach (1983), bearb. v. BERKTHOLD, A., BLÜMLING, P., BUNTEBARTH, G., DIETRICH, H.-G., FUCHS, K., JUNG, C.D., HÄNEL, R., HAMMERSCHMIDT, K., HINZE, E., KOLLER, B., LEIBER, J., NETH, G., NOVER, G., RODEMANN, H., SCHÄDEL, K., SCHWEIZER, R., STENGER, R., STÖBER, I., TEICHMÜLLER, M., VILLINGER, E., WAGNER, G.A., WAGNER, M., WERNER, D., WILL, G., WOHLBERG, J., ZAUN, P. & ZOTH, G.: Endbericht über ‚Untersuchung der geothermischen Anomalie Urach auf eine mögliche wirtschaftliche Nutzung einschließlich Frac-Studien in der erweiterten Forschungsbohrung Urach‘. –



- BMFT-Projekt 03E-4023 A/BC und EG-Projekt 176-77 EGD & EGD-Nachtr. 1, Bericht vom 30.10.1983: 160 S. – [unveröff.]
- STIER, E. W. (1985): Lithostratigraphische Leithorizonte im Oberen Muschelkalk (Trias). – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N. F. **81**: 51–113, 36 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- VILLINGER, E. (1982): Hydrogeologische Aspekte zur geothermischen Anomalie im Gebiet Urach – Boll am Nordrand der Schwäbischen Alb (SW-Deutschland). – Geol. Jb., **C 32**: 3–41; Hannover.
- WIRTH, W. (1957): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Trochitenkalkes im nordwestlichen Baden-Württemberg. – Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **2**: 135–173; Freiburg i. Br.
- WIRTH, W. (1958): Die Schichtenfolge der Erdölaufschlußbohrung Buttenhausen I, Schwäbische Alb. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **40**: 107–128; Stuttgart.
- WIRTH, W. (1960): Die Schichtenfolge der Erdölaufschlußbohrung Upflamör I, Schwäbische Alb. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **42**: 129–160; Stuttgart.

## Anhang:

### Probenbeschreibung der mesozoischen Schichtenfolge der Bohrung Urach 3

- Quartär: Hangschutt**
- 0 – 12 m Kalkstein, hellbeige, z. T. deutlich gerundet, wenig Mergelstein, grau, etwas Schluff, grau
- Mitteljura: Hamitenton-Formation**
- 16 m Schluff und Schlufftonstein, feinglimmerig, grau, vereinzelt wenig Kalkstein, fossilführend (dickschalige Muscheln), grau bis bräunlichgrau, wenig Kalkstein, hellbeige, wie zuvor
- 20 m Schlufftonstein, feinglimmerig, grau, Schalengrus, einzelne Muscheln, Belemniten
- Ostreenkalk-Formation**
- 24 m Tonstein, kalkig bis Tonmergelstein, dunkelgrau (70%); Kalkstein, mikrosparitisch, grau bis bräunlichgrau (30%); Echinodermenreste, Belemniten, Seeigelstachel, Serpuliden
- 30 m Tonstein, kalkig bis Tonmergelstein, dunkelgrau (85-90%); Kalkstein, mikrosparitisch, grau bis bräunlichgrau (10-15%); Belemniten, Seeigelstachel
- 36 m Tonstein, kalkig bis Tonmergelstein, dunkelgrau (95%); Kalkstein, mikrosparitisch, grau bis bräunlichgrau (5%); vereinzelt Kalkmergelstein, hellgrau, Seeigelstachel
- 40 m Schlufftonstein, grau (70%); Kalkstein, mikrosparitisch, feinsandig, graubraun, Pyrit (20%); Kalkstein, sparitisch, fossilführend, Muscheln, Brachiopoden, Seeigelstachel, *Sarcinella plexus* (10%)
- Wedelsandstein-Formation**
- 44 m Kalkstein, feinsandig, grau bis graubraun, vereinzelt Schalenreste
- 48 m Kalkstein, feinsandig, grau bis graubraun, einzelne Calcit-verheilte Klüfte (bis 1 mm) (50%); Tonmergelstein, feinsandig, dunkelgrau (50%)
- 52 m Kalkstein, feinsandig, grau bis graubraun, einzelne Calcit-verheilte Klüfte (bis 1 mm) (80%); Tonmergelstein, feinsandig, dunkelgrau (20%)
- 56 m Tonstein, kalkig bis Tonmergelstein, feinsandig, dunkelgrau, Pyrit, wenig Kalkstein, feinsandig, grau, vereinzelt Muscheln
- 60 m Tonstein, kalkig, feinsandig, grau (70%); Kalkstein, feinsandig, hell- bis mittelgrau
- 72 m Tonstein, kalkig, feinsandig, dunkelgrau, Pyrit, wenig Kalkstein, feinsandig, grau (nach unten zunehmend)
- 76 m Tonstein, kalkig, feinsandig, feinglimmerig, dunkelgrau (70%); Kalkstein, feinsandig, hellgrau (30%); vereinzelt Kalkstein, kalkoolithisch, grau/braun marmoriert
- Achdorf-Formation**
- 80 m Schlufftonstein, feinglimmerig, wenig TEG (Toneisensteingeoden), grau
- 84 m Feinsandstein, hellgrau bis hell bräunlichgrau (75%); Schlufftonstein, feinsandig, dunkelgrau (25%); ca. 5% TEG, rotbraun
- 88 m Feinsandstein, hellgrau, wenig Tonstein, dunkelgrau, vereinzelt TEG, z. T. mit Schrumpfrissen, Pyrit-umkrustet; wenig Kalkstein, z. T. schillführend, rostbraun
- 92 m Feinsandstein, kalkig, mittelgrau (45%) und Feinsandstein, dünnplattig, weiß (15%); Tonstein, feinsandig, dunkelgrau, Muscheln (30%); Kalkstein, oolithisch, geröllführend, fossilführend, rostbraun (10%)
- 96 m Feinsandstein, hellgrau mit dünnen Tonlagen und Tonfasern, dunkelgrau; wenig Tonstein, feinsandig, grau, TEG
- 100 m Schlufftonstein, feinsandig, feinglimmerig, dunkelgrau; wenig Feinsandstein, tonig, plattig bis leicht wellig geschichtet, hellgrau, mit dünnen Tonfasern, vereinzelt Feinkonglomerat, Chamosit-oolithisch, rotbraun, z. T. pyritisiert
- 104 m Tonstein, grau, TEG (90%); Kalkstein, rotbraun, Chamosit-oolithisch, Ooide blassgrün (10%)
- 108 m Tonstein, grau, TEG (90%); Feinkonglomerat, Chamosit-oolithisch, rotbraun, Ooide, blassgrün (10%); vereinzelt Feinsandstein, glimmerig, hellbraun (Nachfall)
- 112 m Tonstein bis Tonschluffstein, feingeschichtet, dunkelgrau, TEG
- 116 m Tonstein bis Tonschluffstein, feinglimmerig, dunkelgrau, wenig TEG (z. T. oolithisch), wenig Feinsandstein, sehr dünnplattig, hellgrau
- 120 m Tonstein bis Tonschluffstein, feingeschichtet, dunkelgrau, TEG
- 124 m Tonstein bis Tonschluffstein, feinglimmerig, dunkelgrau, wenig TEG (z. T. oolithisch), Feinsandstein, dünnplattig, hellgrau bis weiß
- 128 m Tonschluffstein, feinsandig, dunkelgrau (80%); Feinsandstein, z. T. tonig, hell- bis mittelgrau (20%)
- 132 m Tonschluffstein, feinsandig, dunkelgrau (90%); Feinsandstein, z. T. tonig, hell- bis mittelgrau (10%); TEG, rotbraun, vereinzelt Chamosit-oolithisch



- 136 m Tonschluffstein, feinsandig, dunkelgrau (70%); Feinsandstein, hellgrau (30%); TEG, rotbraun, vereinzelt Kalkstein, graubraun, einzelne isolierte Geröllchen (< 1 cm)

### Opalinuston-Formation

- 140 m Schlufftonstein, feinglimmerig, undeutlich geschichtet, dunkelgrau, TEG (90%); Feinsandstein, glimmerig, grau, dünnplattig (10%)
- 144 m Schlufftonstein, feinglimmerig, dunkelgrau, TEG
- 148 m Schlufftonstein, feinglimmerig, dunkelgrau, *Bositra*, TEG; vereinzelt Feinsandstein, glimmerig, grau, dünnplattig (10%)
- 156 m Schlufftonstein, feinglimmerig, dunkelgrau, undeutlich geschichtet, TEG (90%); dünne Linsen aus Feinsandstein, tonig, glimmerig, grau, dünnplattig (10%)
- 160 m Schlufftonstein, feinglimmerig, dunkelgrau, TEG; vereinzelt Kalkstein, feinschichtig, rotbraun (Nachfall)
- 164 m Schlufftonstein, feinglimmerig, mit dünnen Feinsandlagen, dunkelgrau, TEG (>90%); Feinsandstein, tonig, glimmerig, grau, dünnplattig (<10%)
- 168 m Schlufftonstein, feinglimmerig, dunkelgrau, TEG; mm-dünne Feinsandlinsen
- 196 m Schlufftonstein, feinglimmerig, dunkelgrau, TEG; vereinzelt mm-dünne Feinsandlinsen
- 232 m Tonstein, feinglimmerig, feingeschichtet, dunkelgrau, Pyrit-Konkretionen, TEG
- 236 m Tonstein, feingeschichtet, dunkelgrau, einzelne pyritische Grabgangausfüllungen, TEG
- 244 m Tonstein, feinglimmerig, feingeschichtet, dunkelgrau; vereinzelt dünne Calcit-Tapeten auf Trennflächen
- 248 m Tonstein, feinglimmerig, feingeschichtet, dunkelgrau; vereinzelt Kalkstein, sparitisch (Konkretion oder Nachfall?)
- 288 m Tonstein, feinglimmerig, feingeschichtet, dunkelgrau, weiße Schalenreste, TEG, bei 268 m vereinzelt calcitisch verheilte Haarrisse, bei 280 m 1 weißschaliges *Procerithium*, bei 284 m *Coelodiscus minutus* (pyritisch)

### Unterjura: Jurensismergel-Formation

- 290 m Tonstein, feinglimmerig, dunkelgrau, vereinzelt TEG; Tonmergelstein, dunkelgrau, vereinzelt Kalkstein, mikritisch, hellgrau und mikrosparitisch, dunkelgrau

### Posidonienschiefer-Formation

- 292 m Tonmergelstein, dunkelgrau, wenig Kalkstein bis Kalkmergelstein, hellgrau, Tonmergelstein, bituminös, Kalkmergelstein, bituminös, Fucoiden (Fucoidengrenzbank)
- 296 m Tonmergelstein, bituminös, dunkel braungrau, Tonstein bis Tonmergelstein, mittel bis dunkelgrau (Nachfall)
- 300 m Tonmergelstein, bituminös, dunkel braungrau, *Inoceramus* sp., *Bositra* sp.; vereinzelt Kalkstein, mikritisch, grau und Tonstein, dunkelgrau (Nachfall juJ und jmOPT)

### Amaltheenton-Formation

- 304 m Tonstein bis Tonmergelstein, dunkelgrau (60%); Kalkstein, hellgrau (30%); Tonmergelstein, bituminös und Stinkkalk (10%, Nachfall)
- 320 m Tonstein, feinglimmerig, feingeschichtet, dunkelgrau, Pyrit, *Ogmoconcha amalthei*; bis 308 m Tonmergelstein, bituminös, dunkel graubraun (Nachfall)
- 321 m Im Widerstandslog bei 321 m Grenze von hochohmigem zu niedrigohmigem Intervall.

### Numismalmergel-Formation

- 324 m Tonmergelstein, dunkelgrau (70%); Kalkmergelstein bis Kalkstein, grau, schwach bioturbat (30%).
- 328 m Tonmergelstein, dunkelgrau, schwach bioturbat (60%); Kalkmergelstein bis Kalkstein, grau, bioturbat (30%)
- 332 m Kalkmergelstein, bioturbat, hellgrau (50%); Tonmergelstein, dunkelgrau, bioturbat (50%). Im Widerstandslog bei 332 m Grenze von niedrigohmigem zu hochohmigem Intervall.

### Obtususton-Formation

- 334 m Kalkstein bis Kalkmergelstein, hellgrau und dunkelgrau, bioturbat (60%); Tonstein, dunkelgrau (40%)
- 338 m Tonstein, dunkelgrau, Pyrit, Kalkstein bis Kalkmergelstein, hellgrau, bioturbat (5%, Nachfall)
- 340 m Tonstein, dunkelgrau, Pyrit
- 342 m Tonstein, dunkelgrau, vereinzelt Kalkstein, hellgrau, bioturbat (Nachfall)
- 358 m Tonstein, dunkelgrau, TEG, vereinzelt Kalkstein, hellgrau, bioturbat (Nachfall)
- 364 m Tonstein, dunkelgrau, TEG, braun (10%)
- 366 m Tonschluffstein, kalkig, dunkelgrau, *Ogmoconchella aspinata*; Pyritkonkretionen, feinkristallin; als Nachfall: Kalkstein, feinkörnig, grau und hellgrau, TEG, braun bis rötlichgrau.

- 368 m Tonstein, dunkelgrau (85 %); Kalkstein, grau (15 %); Im Log bei 367 m Untergrenze des niedrigohmigen Bereichs der juOT, darunter Anstieg auf hohe Werte ab 369 m.

#### **Arietenkalk-Formation**

- 370 m Kalkstein, biodetritisch, grau, Biogene z. T. rostrot imprägniert (50 %); Tonstein, dunkelgrau (50 %)
- 372 m Tonstein, grau (90 %); Kalkstein, sparitisch, biodetritisch, z. T. Echinodermen-Spatkalk (10 %); Belemniten
- 374 m Im Log bei 374 m steile Abnahme des elektr. Widerstands zu mittleren Werten. Probe wie – 376 m

#### **Angulatensandstein-Formation**

- 376 m Feinsandstein, kalkig, weiß bis hellbraun (65 %); Tonstein bis Tonmergelstein, schluffig, dunkelgrau (30 %); Kalkstein, sparitisch, bioklastisch, dunkelgrau (5 %); als Nachfall: etwas Zement.
- 380 m Feinsandstein, kalkig, weiß bis rötlichbraun (70 %); Tonstein, grau (30 %); vereinzelt TEG; bis 378 m vereinzelt Kalkstein, sparitisch, dunkelgrau; Im Log bei 378 m Anstieg zu hochohmiger Spitze bei 380 m.
- 382 m Feinsandstein, kalkig, hellgrau, gelblichgrau und weißgrau, mit Pyritkonkretionen; Tonmergelstein, schluffig, dunkelgrau (teilweise wohl Nachfall); Kalkstein, bräunlich (Nachfall?); Nachfall: Kalkstein, arenitisch, dunkelgrau (Arietenkalk); Kalkstein, hellgrau;
- 386 m Feinsandstein, kalkig, weiß bis hellbraun, selten braun (75 %); Tonstein, dunkelgrau (20-25 %); TEG (<5 %); Nachfall: Kalkstein, arenitisch, dunkelgrau (Arietenkalk); Kalkstein, schwarzgrau (Stinkkalk); Feinsandstein, gelbgrau (Hauptsandstein); Schluffstein, kalkig, braun (wie oben).  
Log von 382 bis 386 m bei mittel- bis niedrigohmigen Werten.
- 388 m Feinsandstein, weiß bis hellbraun (50 %); Tonstein, dunkelgrau (40 %); TEG, braun (10 %)
- 390 m Schlufftonstein, kalkig, dunkelgrau (60 %); Kalkstein, Fe-oolithisch, Grundmasse rostbraun, selten schwarz (15 %) [Oolithenbank]; Feinsandstein, kalkig, hellbraun, mit Pyritkonkretionen (15 %); TEG (5 %); Kalkstein, feinkörnig, braun (5 %);  
Im Log zwei schwache Zwischenmaxima im mittelohmigen Bereich.

#### **Psilnotenton-Formation**

- 392 m Tonstein, dunkelgrau (65-70 %); Feinsandstein, weiß-hellgrau (10 %); TEG, Pyrit; Nachfall (20-25 %); Kalkstein, oolithisch, graubraun (Oolithenbank); Kalkstein, bioklastisch, dunkelgrau (Arietenkalk); Kalksteine, braun und hellgrau; Feinsandstein, gelbgrau (Angulatensandstein).
- 394 m Schlufftonstein, feinglimmerig, grau (50 %); TEG (20 %); Nachfall (30 %): Kalkstein, oolithisch, graubraun (Oolithenbank); Kalkstein, bioklastisch, dunkelgrau (Arietenkalk); Kalksteine, braun und hellgrau; Feinsandstein, gelbgrau (Angulatensandstein).
- 395 m Im Log zwischen 390 und 395 m Minimum des elektr. Widerstands, bei 395 m rascher Anstieg.

#### **Keuper: Exter-Formation**

- 396 Tonstein, grau (60-65 %), Feinsandstein, weiß (25 %), Feinsandstein, hellbraun (10-15 %); vereinzelt Kalkstein, sparitisch, fossilführend, grünlichgrau [Psilnotenbank], vereinzelt Kalkstein, rostbraun, mit Fe-imprägnierten, gelben Fossilresten (Nachfall); Pyrit, TEG
- 400 m Feinsandstein, kalkfrei bis sehr schwach kalkhaltig (oben), weiß; oben Tonstein, schwarzgrau; ab 398 m Feinsandstein, schlecht sortiert, grüngrau; vereinzelt Kalkstein, sparitisch, fossilführend, grau; Nachfall: Tonmergelstein, schluffig, dunkelgrau; Schluffstein, kalkig, braun; Oolithenbank, Arietenkalk und Angulatensandstein wie oben (395 m).
- 401 m Im Log rascher Abfall vom hohen Maximum bei 398 auf niedrigohmige Werte ab 402 m (bis 439 m).

#### **Trossingen-Formation**

- 406 m In ausgewaschener Probe nur Nachfall aus dem Unterjura: Tonmergelstein, schluffig, dunkelgrau; Kalksteine, dunkelgrau, grau, hellgrau; Feinsandstein, weiß, grüngrau; Pyrit.
- 410 m Vereinzelt Tonstein, schluffig, schwach sandig, rotbraun; Kalkstein, weiß, mit Sandkörnern; lose Grobsandkörner; überwiegend Nachfall wie oben (406 m)
- 414 m In ausgewaschener Probe nur Nachfall aus dem Unterjura: Tonmergelstein, schluffig, dunkelgrau; Kalkmergelstein, hellgrau fleckig, mit Pyrit (Numismalismergel); Bohrschmand.
- 422 m Tonmergelstein, schluffig, rotbraun (teils nur in Feinfraktion); teilweise: Kalkmergelstein, schwach sandig, grüngrau; Schluffstein, kalkig, rotbraun; Nachfall: Tonmergelstein, schluffig, dunkelgrau; Kalkstein, grau, dunkelgrau, weißgrau, gelblichweiß, braun; Zement und Feinkies.
- 438 m Tonmergelstein bis Tonstein, rotbraun, teilweise grüngrau fleckig; Kalkstein, hellgrüngrau; Nachfall: Tonmergelstein, schluffig, dunkelgrau; Kalkstein, grau, braun; Feinsandstein, weiß; Schluffstein, dunkelgrau; Pyrit.
- 439 m Im Log ab 439 m Anstieg von niedrigohmigen Werten oben zum ersten hochohmigen Maximum bei 441 m, im Soniclog erste schallschnelle Bank bei 440 m.



### Löwenstein-Formation

- 442 m Grobsandstein, kalkig, weißgrau bis gelbgrau; Tonstein bis Tonmergelstein, schluffig, rotbraun; Feinsandstein, gelbgrau, etwas Kalkstein, grüngrau; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau und Schluffstein, kalkig, dunkelgrau.
- 454 m Grobsandstein, kalkig, weißgrau bis gelblichweiß; Mittelsandstein, gelbgrau; Tonmergelstein bis Tonstein, schluffig, rotbraun; bei 446 m etwas Dolomitstein, kalkig, weiß; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau und Schluffstein, kalkig, dunkelgrau.
- 460 m Tonmergelstein bis Tonstein, schluffig, rotbraun; etwas Mittelsandstein, hellgrau; Nachfall: Grobsandstein, gelbgrau, wie oben (454 m); Tonmergelstein, dunkelgrau.  
Nach Log 454–461 m toniges Intervall (Zwischenletten).
- 472 m Grobsandstein, kalkig, weißgrau bis hellgrau; Feinsandstein, braun; Tonstein, schluffig, rotbraun; unten Mittelsandstein, grüngrau bis weißgrau; bei 472 m etwas Dolomitstein, kalkig, weiß; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau.
- 476 m Tonstein, schluffig, rotbraun; Mittelsandstein, weißgrau bis grau; etwas Dolomitstein, sandig, grüngrau; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau.
- 488 m Grobsandstein, teilweise feinkiesig (480 m, 486 m), weißgrau bis hellgrau, Feldspäte weiß zersetzt; Mittelsandstein, weißgrau bis grau; Feinsandstein, schluffig, rotbraun; Schluffstein, feinsandig, braun; etwas Dolomitstein, kalkig, rotbraun und grünfleckig; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Kalkstein, weiß.
- 500 m Grobsandstein, weißgrau; etwas Schluffstein bis Tonstein, rotbraun; etwas Feinsandstein, braun; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Kalkstein, weiß. Bei 498 m Kalzit-Skalenoeder und Klufftapeten mit Harnischlineation.  
Im Log 488–500 m Intervall mit sehr hohem elektr. Widerstand.
- 506 m Mittelsandstein bis Feinsandstein, grau; Tonstein, schluffig, rotbraun; Schluffstein bis Feinsandstein, braun; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Kalkstein, weiß.  
Im Log niedrigohmiges Intervall über Basisspitze der kmLw.
- 510 m Grobsandstein, kalkig, weißgrau (Basis kmLw); Tonstein, schluffig, rotbraun; Schluffstein bis Feinsandstein, braun (evtl. Nachfall: wie 506 m); sehr wenig Tonstein, grüngrau (Top kmMh); Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Kalkstein, weiß.  
Im Log markante hochohmige Spitze an der Basis kmLw.

### Mainhardt-Formation

- 511,5 m sehr wenig Tonstein, grüngrau; fast nur Nachfall: Grobsandstein, kalkig, weißgrau (wie 510 m); Tonstein, schluffig, rotbraun (wie 510 m); Schluffstein bis Feinsandstein, braun (wie 506 m); Tonmergelstein, dunkelgrau; Kalkstein, weiß.
- 511,5 – 520,5 m *Kernstrecke 1, kmMh, keine Spülproben, Kern stark zerfallen, Teufenpositionen seit Originalaufnahme z. T. durch Kerntransporte verrutscht*
  - 512,0 m Tonstein, grüngrau und rotbraun, mit zwei Gipsknollen-Lagen
  - 512,4 m Tonstein, grüngrau und rotbraun fleckig
  - 512,7 m Anhydrit- bis Gipsstein, beige, kompakt, nach oben in Knollen aufgelöst
  - 514,25 m Tonstein, grüngrau, rotbraun, wenig Gips
  - 514,35 m dolomitischer Tonstein, knollig
  - 515,6 m Tonstein, grüngrau, in der Mitte rote Gipsknollen-Lage
  - 516,1 m Anhydrit- bis Gipsstein, kompakt bis knollig, grau
  - 517,05 m Tonstein, grüngrau
  - 517,15 m Dolomitstein, tonig, grau
  - 517,5 m Tonstein, grüngrau
  - 517,7 m Anhydrit- bis Gipsstein, kompakt bis knollig, tonig, grau
  - 518,0 m Tonstein, grüngrau, rotbraun
  - 518,85 m Dolomitmergelstein, grau
  - 518,55 m Anhydrit- bis Gipsstein, kompakt bis knollig, grau
  - 519,2 m Tonstein, grüngrau, rotbraun
  - 519,35 m Dolomitstein, grau
  - 520,5 m Tonstein, rotbraun und grüngrau, mit kleinen Gipsknollen

### Hassberge-Formation

- 522 m Tonstein, schluffig, rotbraun und grüngrau; Gipsstein, weiß; Sandstein, fein- bis mittelkörnig, schwach kalkig, weiß (Nachfall?); Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Kalkstein, dunkelgrau, hellgrau, braun; Sandstein, gelbgrau (Stubensandstein).

- 530 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, teilweise löchrig, weiß bis gelblich; Tonstein, schluffig, teilweise sandig, rotbraun und grüngrau, teilweise fleckig; Schluffstein, feinsandig, tonig, braun; Gipsstein, weißgrau (Nachfall?); Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Dolomitstein, sandig, grüngrau; Sandstein, gelbgrau (Stubensandstein).

Im Log bei 529–530 m Spitze mittleren bis hohen elektr. Widerstands, wahrscheinlich Sandstein, darunter Wechsel zu höherohmigen Wechselfolgen (anhydritische Abfolge).

### Steigerwald-Formation

- 536 m Tonstein, schluffig, rotbraun und grüngrau; Gipsstein, weiß; Sandstein, grau, weiß und gelb (Nachfall?); Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Kalkstein, grau.
- 546 m Tonstein, schluffig, rotbraun und grüngrau; Gipsstein, weiß; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Kalkstein, grau; wenig Sandstein, grau, weiß und gelb; vereinzelt Pyrit, feinkristallin.
- 547 m Im Log hochohmige Spitze des Beaumont-Sulfats, nach Korrelation mit Urach 4 (Bohrfortschritt und Spülproben) ist Logspitze bei 548 m bereits Sandstein.

### Stuttgart-Formation

- 550 m Tonstein, schluffig, rotbraun und grüngrau; Gipsstein, weiß; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Kalkstein, grau; wenig Sandstein, grau, weiß und gelb; vereinzelt Pyrit, feinkristallin.
  - 564 m Tonstein, schluffig, Glimmer führend, teilweise feinsandig, rotbraun und grau; Feinsandstein, schluffig, Glimmer führend, tonig, grüngrau; Nachfall: Tonmergelstein, dunkelgrau; Sandstein, grau, weiß und gelb; Gipsstein, grauweiß.
- 565 – 573,5 m *Kernstrecke 2, kmSt–kmGr, keine Spülproben, Basis kmSt bei 571,6 m, Teufenpositionen seit Originalaufnahme z. T. durch Kerntransporte verrutscht*
- 570,5 m Sandstein, feinkörnig, hellbraun, lagenweise Tonstein-Intraklasten, Kernstücke teilweise zerfallen und verrutscht; im oberen Abschnitt sulfatgefüllte Klüfte
  - 570,8 m Schluffstein, tonig, feinsandig, dunkelgrau
  - 571,6 m Sandstein, feinkörnig, hellbraun, unten mit Tonstein- und Sandstein-Intraklasten bis 5 cm

### Grabfeld-Formation

–573,5 m Tonstein, wechselnd gipsführend, dunkelgrüngrau, scherbzig zerfallen, undeutlich geschichtet

- 576 – 582 m Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; Tonstein, schluffig, rotbraun, teilweise mit Anhydritanheftungen; Tonstein, anhydritisch, schwarzgrau, teilweise mit Anhydritanheftungen; etwas Dolomitstein, grüngrau; Nachfall: Sandstein, grau (kmS); Sandstein, gelb und weißgrau und Tonstein, grobsandig, rotbraun (kmLw, ko?); Tonmergelstein, dunkelgrau (j); Rost (vom Bohrerät).
  - 584 m Wie zuvor, zusätzlich Tonstein, schluffig, grau-grün.
  - 592 m Tonstein, schluffig, grau-grün und rotbraun; Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; etwas Tonstein, schwarzgrau; Nachfall: Sandstein, grau (kmS); Sandstein, gelb und weißgrau und Tonstein, grobsandig, rotbraun (kmLw, ko?); nach unten abnehmend Tonmergelstein, dunkelgrau (j).
  - 598 m Tonstein, schluffig, grau-grün und rotbraun; Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; etwas Dolomitstein, grüngrau und Tonstein, schwarzgrau; Nachfall: Sandstein, gelb und grau.
- 598 – 607,2 m *Kernstrecke 3, kmGr, keine Spülproben, Kern stark zerfallen und abschnittsweise mit Klebeband umwickelt, Teufenpositionen seit Originalaufnahme z. T. durch Kerntransporte verrutscht*
- 598,05 m Anhydritstein, teilvergipst, geschichtet, grau
  - 598,5 m Tonstein, feingeschichtet, dunkelgrau
  - 598,8 m Tonstein, ungeschichtet mit pedogenen Harnischen, grauviolett, rotbraun
  - 600,6 m Gips-/Anhydritstein-Tonstein-Wechselagerung, geschichtet, dunkelgrau, überwiegend durch Klebeband unkenntlich
  - 601,5 m Tonstein, ungeschichtet mit pedogenen Harnischen, grauviolett, rotbraun, mit Gipsknollen
  - 602,45 m Gips-/Anhydritstein-Tonstein-Wechselagerung, geschichtet, mit zwei dezimeterstarken Tonstein-Einschaltungen, dunkelgrau bis dunkelviolett
  - 605,2 m Tonstein, ungeschichtet mit pedogenen Harnischen, grauviolett, rotbraun, mit lagenweise angereicherten Gipsknollen
  - 605,8 m Gips-/Anhydritstein-Tonstein-Wechselagerung, geschichtet, durch Klebeband unkenntlich
  - 606,9 m Tonstein, ungeschichtet mit pedogenen Harnischen, rotbraun
  - 607,2 m Gips-/Anhydritstein-Tonstein-Wechselagerung, geschichtet, grau, grüngrau
- 607 – 608 m Anhydritstein bis Gipsstein, rot und grau bis weiß; Tonstein, schwarzgrau, grüngrau und rotbraun; Dolomitstein, grüngrau; Nachfall: Kalkstein, sandig, weißgrau, Sandstein, kalkig, gelbgrau bis grau.



- 614 m Tonstein, grüngrau, rotbraun und schwarzgrau; Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; Nachfall: Sandstein, weißgrau bis grau; Kalkstein, sandig, weißgrau; etwas Tonmergelstein, dunkelgrau.
- 616 m Wie zuvor, zusätzlich Dolomitstein, grüngrau.
- 618 m Tonstein, dunkelgrau und rotbraun; Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; Nachfall: Sandstein, weißgrau bis grau; Kalkstein, sandig, weißgrau; etwas Tonmergelstein, dunkelgrau.
- 636 m Tonstein, grüngrau; Tonstein, schluffig, rotbraun; Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; Dolomitstein, grüngrau; wenig Nachfall: Sandstein, weißgrau bis grau; etwas Kalkstein, sandig, weißgrau.
- 638 m Wie zuvor, zusätzlich Tonstein, dunkelgrauviolett.
- 640 m Tonstein, grüngrau bis grün, rotbraun, Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; Dolomitstein, grüngrau; wenig Nachfall: Sandstein, gelbgrau bis grau.
- 645 m Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; Dolomitstein, grüngrau; Tonstein, grüngrau bis grün, rotbraun; wenig Nachfall.
- 646 m (nur Zement).
- 648 m Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; Tonstein, rotbraun; Nachfall: Zement.

### **Erfurt-Formation**

- 650 m Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; Dolomitstein, grüngrau; Tonstein, grüngrau bis grün, rotbraun; Nachfall: Zement.
- 650 m Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß; Dolomitstein, grüngrau; Tonstein, grüngrau bis grün, rotbraun; Nachfall: Zement.
- 652 m Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß (überwiegend wohl Nachfall aus kmGI); Dolomitstein, grüngrau und hellgrau; Tonstein, grüngrau bis grün, rotbraun; Nachfall: Zement.
- 553 m Im Log Untergrenze des hochohmigen Grundgips-Intervalls, bei 553 m stufenartiges Zwischenmaximum (wahrscheinlich Grenzdolomit).
- 656 m Dolomitstein, grüngrau und hellgrau; Tonstein, grüngrau bis grün, rotbraun; Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß (wohl überwiegend Nachfall aus kmGI); Nachfall: Zement; etwas Anhydritstein, dolomitisch, oolithisch (aus kmGI oder kuD).
- 658 m Dolomitstein, hellgrau; Dolomitmergelstein, grau; Dolomitstein, arenitisch, dunkelgrau; Nachfall: Zement; etwas Anhydritstein, dolomitisch, oolithisch (aus kmGI); Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß.
- 659 m Dolomitstein, hellgrau; Kohle, stark schluffig, teilweise feinsandig, schwarz, brauner Strich auf Papier; Nachfall: Zement; Anhydritstein bis Gipsstein, grau bis weiß.
- 659 – 668 m *Kernstrecke 4, ku–mo, keine Spülproben; Basis ku bei 667,5 m, Kern teilweise zerfallen, Profil teilweise nach Aufnahme Etzold vom 2.11.1977*
  - 659,5 m *Tonstein, wechselnd schluffig, ebenschichtig, bräunlichgrau*
  - 659,9 m *Dolomitstein, mikritisch, nach oben in Dolomitmergelstein übergehend, grau, unten 5 cm brekziiert und mit weißem Dolomitspat zementiert*
  - 660,2 m *Tonstein, dolomitisch dunkelgrau, mit Gipsknollen*
  - 660,7 m *Anhydrit- bis Gipsstein, kompakt mit Knollengefüge, hellgrau*
  - 660,9 m *Dolomitstein, tonig, grau, plattig ablösend*
  - 662,6 m *Schluffstein, tonig, dünn-schichtig, nach unten zunehmend feinsandig auf Schichtflächen, dunkelgrau*
  - 665,2 m *Feinsandstein, schwach tonflaserig, uneben dünn-schichtig, unten schwach einfallende Schichtungsblätter, oben flache (kompaktierte) Rippen, hellbraun*
  - 665,4 m *Tonstein, schluffig, dünn-schichtig, dunkelgrau*
  - 667,0 m *Dolomitstein, mikritisch, teilweise mergelig, kavernös, grau und bräunlich, zu Brocken zerfallen, nach Etzold oben schillführend und unten mit Grobsandlage*
  - 667,3 m *Dolomitmergelstein, grau*
  - 667,5 m *Tonstein, schluffig, dolomitisch, dünn-schichtig, dunkelgrau, teilweise zerbohrt*

### **Muschelkalk: Rottweil-Formation**

- 668 m *Dolomitstein, feinsparitisch, hellgelbgrau, stark zerbohrt*
- 668 – 670 m Kalkstein, sparitisch und feinsparitisch, hellgrau und grau, Tonmergelstein, dunkelgrau, wenig Dolomitstein, hellgelbgrau
- 672 m Kalkstein, mikritisch, grau, Kalkstein, dolomitisch, hellgelbgrau
- 674 m Dolomitstein und dolomitischer Kalkstein, hellgelbgrau, wenig Kalkstein, mikritisch, grau
- 678 m Dolomitstein und dolomitischer Kalkstein, hellgelbgrau, sehr wenig Kalkstein, mikritisch, grau
- 681 m Kalkstein, mikritisch, grau, sehr wenig sparitisch, Dolomitstein und dolomitischer Kalkstein

### Meißner-Formation

- 684 m Kalkstein, mikritisch, sehr wenig sparitisch, grau, sehr wenig Tonmergelstein, dunkelgrau
- 688 m Kalkstein, mikritisch, sehr wenig Tonmergelstein, dunkelgrau
- 690 m Kalkstein, mikritisch, sehr wenig sparitisch, grau
- 692 m Kalkstein, mikritisch, wenig Tonmergelstein, dunkelgrau
- 696 m Kalkstein, mikritisch, sehr wenig sparitisch, grau
- 700 m Kalkstein, mikritisch, sehr wenig Tonmergelstein, dunkelgrau
- 701 m Kalkstein, sparitisch, sehr wenig mikritisch, grau
- 702 m Kalkstein, mikritisch, sehr wenig sparitisch, grau, sehr wenig Tonmergelstein, dunkelgrau
- 703 m Kalkstein, mikritisch, sehr wenig sparitisch, grau
- 705 m Kalkstein, mikritisch, wenig sparitisch, grau
- 706 m Kalkstein, mikritisch, sehr wenig Tonmergelstein, dunkelgrau
- 712 m Kalkstein, mikritisch, wenig sparitisch, grau, wenig Tonmergelstein, dunkelgrau

### Trochitenkalk-Formation

- 717 m Kalkstein, mikritisch, sehr wenig sparitisch, grau, sehr wenig Tonmergelstein, dunkelgrau
- 717,00 – 726,00 m *Kernstrecke 5, mo, keine Spülproben*
  - 717,20 m Tonmergelstein, feinschichtig, dunkelgrau, stark zerbohrt
  - 717,35 m Kalkstein, mikritisch, grau
  - 717,50 m Kalkstein, mikritisch, tonig, dunkelgrau
  - 717,90 m Kalkstein, sparitisch, grau, häufig Trochiten (nur einzelne Brocken Probenmaterial)
  - 718,90 m Kalkstein, mikritisch, grau, tonflaserig, knauerig, bei 718,70 m *Coenothyris vulgaris*, bei 718,85 m *Plagiostoma striatum*
  - 719,90 m Kalkstein, mikritisch, grau, tonflaserig, unterer Teil etwas stärker bioturbat
  - 720,40 m Kalkstein, mikritisch, tonflaserig, grau, feiner Bruchschill, Trochiten
  - 720,90 m Kalkstein, mikritisch, tonflaserig, grau, feiner Bruchschill
  - 721,80 m Kalkstein, mikritisch, grau, dünne Tonsteinlagen (obere Hälfte), *Stylolithenlagen* (untere Hälfte)
  - 721,90 m Kalkstein, sparitisch, hellgrau, *Plagiostoma striatum*
  - 722,60 m Kalkstein, mikritisch, dunkelgrau, Bänke bis 15 cm
  - 722,70 m Kalkstein, sparitisch, hellgrau, feiner Bruchschill
  - 723,10 m Kalkstein, mikritisch, grau (im unteren Bereich fehlt Kern)
  - 723,40 m Kalkstein, sparitisch, hellgrau, schichtparallele *Stylolithenzüge*, vereinzelt Trochiten
  - 723,45 m Kalkstein, mikritisch, tonflaserig, grau, Trochiten sehr häufig
  - 723,60 m Kalkstein, feinsparitisch, grau, wenig Tonsteinlagen, dunkelgrau
  - 723,80 m Kalkstein, sparitisch, hellgrau, massenhaft Trochiten
  - 724,40 m Kalkstein, feinsparitisch, grau
- 726 – 728 m Kalkstein, mikritisch, wenig sparitisch, grau
- 732 m Kalkstein, mikritisch und sparitisch, grau
- 734 m Kalkstein, mikritisch und sparitisch, grau, sehr wenig Tonmergelstein, dunkelgrau
- 738 m Kalkstein, mikritisch und sparitisch, grau, wenig Tonmergelstein, dunkelgrau
- 740 m Kalkstein, mikritisch, wenig sparitisch, grau
- 743 m Grenze mm/mo nach Gamma-Ray-Log

### Diemel-Formation

- 746 m Kalkstein, mikritisch, wenig sparitisch, grau, Tonmergelstein, dunkelgrau (Nachfall)
- 748 m Dolomitstein, zu Schluff und Ton zerbohrt, viel mikritischer und sparitischer Kalkstein (Nachfall)
- 752 m Dolomitstein, stark zerbohrt, viel mikritischer Kalkstein (Nachfall)

### Heilbronn-Formation

- 756 m Dolomitstein, mikritisch grau, Anhydritstein, dunkelgrau, mikritischer Kalkstein (Nachfall)
- 758 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, mikritischer Kalkstein (Nachfall); Anhydritstein, dunkelgrau
- 762 m Dolomitstein, mikritisch, grau, Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Anhydritstein, dunkelgrau
- 766 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Dolomitstein, mikritisch, grau, Anhydritstein, dunkelgrau
- 770 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, wenig Dolomitstein, mikritisch, grau, Anhydritstein, dunkelgrau
- 772 m Anhydritstein, grau, wenig Dolomitstein, mikritisch, grau
- 774 m Tonmergelstein, dolomitisch, bräunlich dunkelgrau, Anhydritstein, grau
- 778 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Anhydritstein, grau
- 784 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Anhydritstein, grau, Dolomitstein, mikritisch, grau
- 788 m Anhydritstein, grau, Dolomitstein, mikritisch, grau, Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau

### Karlstadt-Formation



### Karlstadt-Formation

- 790 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Dolomitstein, mikritisch, grau
- 792 m Dolomitstein, mikritisch, grau, Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau
- 794 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Dolomitstein, mikritisch, grau
- 796 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Dolomitstein, mikritisch, grau, Anhydritstein, grau (Bereich Geislingen-Bank mmGe)
- 798 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Dolomitstein, mikritisch, grau

### Freudenstadt-Formation

- 800 m Dolomitstein, mikritisch, mergelig, grau, Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau
- 806 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, wenig Dolomitstein, mikritisch, grau
- 808 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Dolomitstein, mikritisch, grau
- 810 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, Dolomitstein, mikritisch, grau,
- 812 m Dolomitstein, mikritisch, grau, Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau
- 816 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, wenig Dolomitstein, mikritisch, grau
- 820 m Tonmergelstein, dolomitisch, dunkelgrau, sehr wenig Dolomitstein, mikritisch, grau
- 822 m Tonmergelstein, dolomitisch, schwach glimmerig, schwach feinsandig, dunkelgrau, sehr wenig Dolomitstein, mikritisch, grau
- 824 m Tonmergelstein, dolomitisch, schwach feinsandig, dunkelgrau, sehr wenig Dolomitstein, mikritisch, grau
- 826 m Tonmergelstein, dolomitisch, schwach feinsandig, dunkelgrau, wenig Dolomitstein, mikritisch, grau
- 828 m Tonmergelstein, dolomitisch, sehr schwach feinsandig, dunkelgrau, wenig Dolomitstein, mikritisch, grau
- 832 m Tonmergelstein, dolomitisch, sehr schwach feinsandig, dunkelgrau

### Eschenbach-Formation

832,00 – 844,80 m *Kernstrecke 6, mu, keine Spülproben*

- 832,40 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, feine Schrägschichtung 5–10°, hellgrünlich, grau
- 833,00 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, lagenweise grobkörnig, untere 20 cm mit Feinkies (Quarz, Feldspat), schlecht gerundet, bis 836,20 m Schrägschichtung 5–25°, grau
- 833,15 m Sandstein, fein- bis grobkörnig, unterer Bereich feinkiesig (Quarz), grau, im unteren Bereich Tonfasern
- 833,70 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, Feldspatbröckchen bis 5 mm Durchmesser, schwach tonflaserig, hellgrau
- 834,00 m Sandstein, fein- bis grobkörnig, nach unten sehr schwach feinkiesig, grau
- 834,45 m Sandstein, fein- bis grobkörnig, schwach feinkiesig, grau
- 835,00 m Sandstein, mittel- bis grobkörnig, Körner schlecht gerundet, grünlich grau, karbonatisch
- 835,15 m Sandstein, mittel- bis grobkörnig, grünlich grau, schwach glaukonitisch
- 835,30 m Sandstein, grobkörnig bis mittelkiesig, grau, Quarze sind schlecht bis kantengerundet
- 836,00 m Sandstein, mittel- bis grobkörnig, feinkiesig, grau
- 836,20 m Sandstein, mittel- bis grobkörnig, Körner schlecht gerundet, grau
- 836,80 m Sandstein, oberer Bereich fein- bis mittelkörnig, mit schluffiger, 1 cm mächtiger, stark glimmeriger Decklage, Sandstein im unteren Bereich grobkörnig bis feinkiesig, z. T. aufgearbeitete dolomitische Sandsteingerölle bis 1,5 cm Durchmesser, Schrägschichtung 5–10°, grau
- 837,30 m Sandstein, mittel- bis grobkörnig, Basis feinkiesig, Schrägschichtung 5–25°, grau
- 837,32 m Sandstein, grobkörnig, schwach feinkiesig, grau
- 837,80 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, lagenweise grobkörnig, z. T. aufgearbeitete dolomitische Sandsteingerölle bis 2 cm Durchmesser, Schrägschichtung 10–15°, grau

- 837,8 – 844,8 m *Kernstrecke 7, mu-so, keine Spülproben*
- 838,50 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, sehr schwach tonflaserig, grünlich grau, oben 0,5 cm mächtige Lage aus schlecht gerundeten Quarzen bis zu 5 mm Durchmesser
  - 839,80 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, sehr schwach tonflaserig, von 839,40–839,65 m karbonatisch, Schrägschichtung 10–20°, grünlich grau
  - 839,90 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, karbonatisch, Schrägschichtung 10–20°, grau
  - 840,70 m Sandstein, mittel- bis grobkörnig, schwach feinkiesig, karbonatisch, Schrägschichtung 10–20°, grau
  - 841,20 m Sandstein, fein- bis mittelkörnig, ebenschichtig, karbonatisch, hellgrau
  - 841,60 m Sandstein, fein- bis grobkörnig, karbonatisch, Schrägschichtung 5–10°, hellgrau
  - 843,45 m Sandstein, oben mittel- bis grobkörnig, nach unten grobkörnig bis feinkiesig, karbonatisch, Quarze schlecht gerundet, Schrägschichtung 15–20°, hellgrau
  - 843,50 m Sandstein, feinkörnig, sehr schwach glimmerig, tonig, schluffig, schwach feinkiesig, Beulenschichtung, karbonatisch, grau
  - 843,80 m Tonstein, dunkelgrau
  - 844,20 m Tonstein, dunkelgrau, wenige rotbraune Lagen, Feinsandsteinlage 1 cm
  - 844,45 m Tonstein, dunkelgrau, zu Stückchen zerbohrt, teilweise Kernverlust

### Buntsandstein: Oberer Buntsandstein

- 844,55 m Sandstein, mittelkörnig, feinsandig, kieselig, obere 3 cm schwach kalkig, schräggeschichtet, rötlich hellgrau bis hellrot
  - 844,80 m Sandstein, grobkörnig, mittel- und feinsandig (Quarzsand, kantig), kieselig, kalkfrei, undeutlich schräg- bis horizontalgeschichtet, rötlich hellgrau, lagenweise mit kompaktierten Tonstein-Intraklasten (durch schwache Drucklösung flaserig erscheinend), partienweise zu dichtem Quarzgestein zementiert
  - 848,00 m Feinsandstein bis Mittelsandstein, weiß, grüngrau und rötlichgrau; Grobsandstein, kiesführend, schlecht sortiert, kieselig, schwach karbonatisch, weiß, Sandkörner schlecht gerundet bis kantig; etwas Schluffstein, tonig, rotbraun; Nachfall: Schluffstein, dunkelgrau (muF), Feinsandstein, karbonatisch (muE), etwas Anhydrit (mm), Zement
- 848 – 850 m Mittelsandstein, kieselig, weiß; Grobsandstein, kieselig, schlecht sortiert, weiß; Nachfall: Schluffstein, dunkelgrau (muF), Zement, Plastikfetzen
- 852 m Mittel- und Grobsandstein wie oben (Nachfall?); etwas Schluffstein, tonig, rotbraun; Nachfall zunehmend Bohrmüll (Plastik, Zement, Rost) und Muschelkalk (Schluffstein, Dolomitstein)
  - 858 m Mittelsandstein, kieselig, weiß, Sandkörner schlecht gerundet bis kantig; Feinsandstein, Feldspat führend (5–10%), schwach kieselig, teilweise porös, hell grüngrau; Schluffstein, tonig, rotbraun bis violettgrau; Nachfall Schluffstein, dunkelgrau (muF), viel Rost, Metallabrieb, Plastik, Zellophan, Zement
  - 859 m Im Gammalog Wechsel von nach oben abnehmendem Trend mit mittleren Amplituden zu irregulärem Kurvenverlauf mit wechselnd kleinen und mittleren Amplituden. Grenze an Obergrenze einer Strahlungsspitze und schwachen Widerstandsspitze (smVH2?)

### Vogesensandstein-Formation

- 864 m Schluffstein, tonig, violettgrau; etwas Dolomitstein, feinkristallin, braungrau; Mittel- und Feinsandstein, weiß, wie zuvor (Nachfall?); Nachfall wie zuvor
- 866 m Grobsandstein, kieselig, teilweise porös, Sandkörner schlecht gerundet, hellrot und weiß; Schluffstein, Glimmer führend, tonig, rotbraun; Nachfall: Schluffstein, grau, Kalkstein mit Zementanhaftung und Müll wie oben
- 868 m Grobsandstein, kiesig bis > 4 mm, kieselig, teilweise hart verkieselt, teilweise sehr schwach karbonatisch, grobe Sandkörner gut gerundet, vereinzelt mit Kristallflächen und verrundeten Kanten, hellrot und weiß (oft rote grobe Quarzkörner in weißem Sand); Nachfall: Mittel- und Feinsandstein, weiß, wie zuvor, Schluffstein, grau und weniger Müll wie oben
- 874 m Grobsandstein, kiesig, weiß und hellrot, wie zuvor, mit größeren Gerölltrümmern (hellrote Quarzsplitter, verkieselte Arkosesandsteine, Karneolsplitter mit gerundeten (?) Flächenanteilen); Fein- bis Mittelsandstein, schwach kieselig und karbonatisch, hellgrau; Schluffstein, tonig, mit Feinglimmer, rotbraun; Nachfall: Schluffstein, grau (muF), vereinzelt Dolomit (mm), wenig Müll wie oben
- 876 m Grobsandstein, kiesig, mittelsandig, grobe Sandkörner gut gerundet, weiß, hellrot und rotbraun; Schluffstein, tonig, rotbraun und dunkelviolettgrau; Mittelsandstein, braun; Dolomitstein, grau (Nachfall?); Nachfall: Schluffstein, grau (muF), Zement



- 882 m Grobsandstein, kiesig (Geröllsplitter hellrote und weiße Quarze, Feldspat, etwas kieseliger lithischer Sandstein), mittelsandig, grobe Sandkörner gut gerundet, weiß und hellrot; etwas Schluffstein, tonig, rotbraun und dunkelviolettblau; Mittelsandstein, braun; Dolomitstein, spätig, weiß; Feinsandstein, schluffig, Biotit und Helglimmer führend, braun; Nachfall: Schluffstein, grau (muF), Zement
- 886 m Geröllsandstein, grobsandig mit vielen Geröllsplintern (Quarz, Feldspat), Feinkies und Grobsand gut gerundet, hellrot und weiß, Splitter von grauem und buntem Hornstein sowie Karneol, Schluffstein, mit Feinglimmer, braun; Nachfall: Schluffstein, grau (muF), Zement
- 888 m Geröllsandstein, grobsandig mit vielen Geröllsplintern (Quarz, Feldspat), Feinkies und Grobsand gut gerundet, hellrot und weiß, Splitter von grauem und buntem Hornstein sowie Karneol, Schluffstein, mit Feinglimmer, braun; Nachfall: Schluffstein, grau (muF), Zement
- 890 m Dolomitstein, feinkörnig, grau; Karneolsplitter, rot; Mittel- bis Feinsandstein, grau und Feinsandstein, schluffig, mit Feinglimmer, braun (Nachfall?); Nachfall: Schluffstein, grau (muF), Geröllsandstein wie zuvor, Zement
- 894 m Geröllsandstein, grobsandig mit Geröllsplintern (Quarz, Feldspat), Feinkies und Grobsand gut gerundet, hellrot und weiß, Splitter von Hornstein (braun, grün rot) sowie Karneol; Feinsandstein, grüngrau und Feinsandstein, schluffig, mit Feinglimmer, braun (Nachfall?); Nachfall: Schluffstein, grau (muF), Zement
- 895 m Im Gammalog Wechsel von wiederholten ansteigenden Trends im Liegenden zum abfallenden Verlauf im Buntsandstein, bei 895–896 m Wechsel von einem Strahlungsminimum und Widerstandsmaximum (Sandsteinrinne) nach unten zu einem Strahlungsmaximum und Widerstandsminimum (Dolomitkruste).

#### **Liegendes: Zechstein**

- 898 m Dolomitstein, mit Einschlüssen von scharfkantigen Sandkörnern (Quarz), bräulichgelb und grau; Feldspatsandstein, feinkörnig, braun; Hornstein, sandig, braun, grau; Mittel- und Grobsand, kantig bis angerundet, darunter selten zerbrochene Quarze mit Kristallkanten, Karneolsplitter und runde Karneolsandkörner (Nachfall?); Nachfall: Quarzsandstein, feinkörnig, mittelkörnig und geröllführend grobkörnig, hellgrau, weiß und hellrot, Schluffstein, grau und rotbraun, Zement, Plastik, Metallabrieb
- 904 m Mittelsandstein und Grobsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), Feldspatsand führend; Nachfall aus Buntsandstein und Muschelkalk.





LGRB-Informationen	<b>29</b>	S. 49 – 111	19 Abb.	0 Tab.	1 Anh.	Freiburg i. Br. Dezember 2014
--------------------	-----------	-------------	---------	--------	--------	----------------------------------

## Das Permokarbon der Bohrung Urach 3 (Baden-Württemberg)

U. GEBHARDT

### Inhalt

<b>1</b>	<b>Frühere Bearbeitungen .....</b>	<b>51</b>
<b>2</b>	<b>Geologischer Rahmen .....</b>	<b>51</b>
<b>3</b>	<b>Lithologie .....</b>	<b>51</b>
	3.1 Zechstein, Kirnbach-Formation (?) .....	51
	3.2 Permokarbon .....	52
<b>4</b>	<b>Stratigraphie .....</b>	<b>69</b>
	4.1 Biostratigraphie .....	69
	4.2 Isotopenalter .....	69
	4.3 Lithostratigraphie .....	69
<b>5</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>71</b>
	Literatur .....	71
	Anhang .....	73

Schlagworte: Perm, Karbon, Zechstein-Gruppe, Rotliegend-Gruppe, Steinkohlen-Gruppe, Stratigraphie, Schramberg-Becken

### Kurzfassung

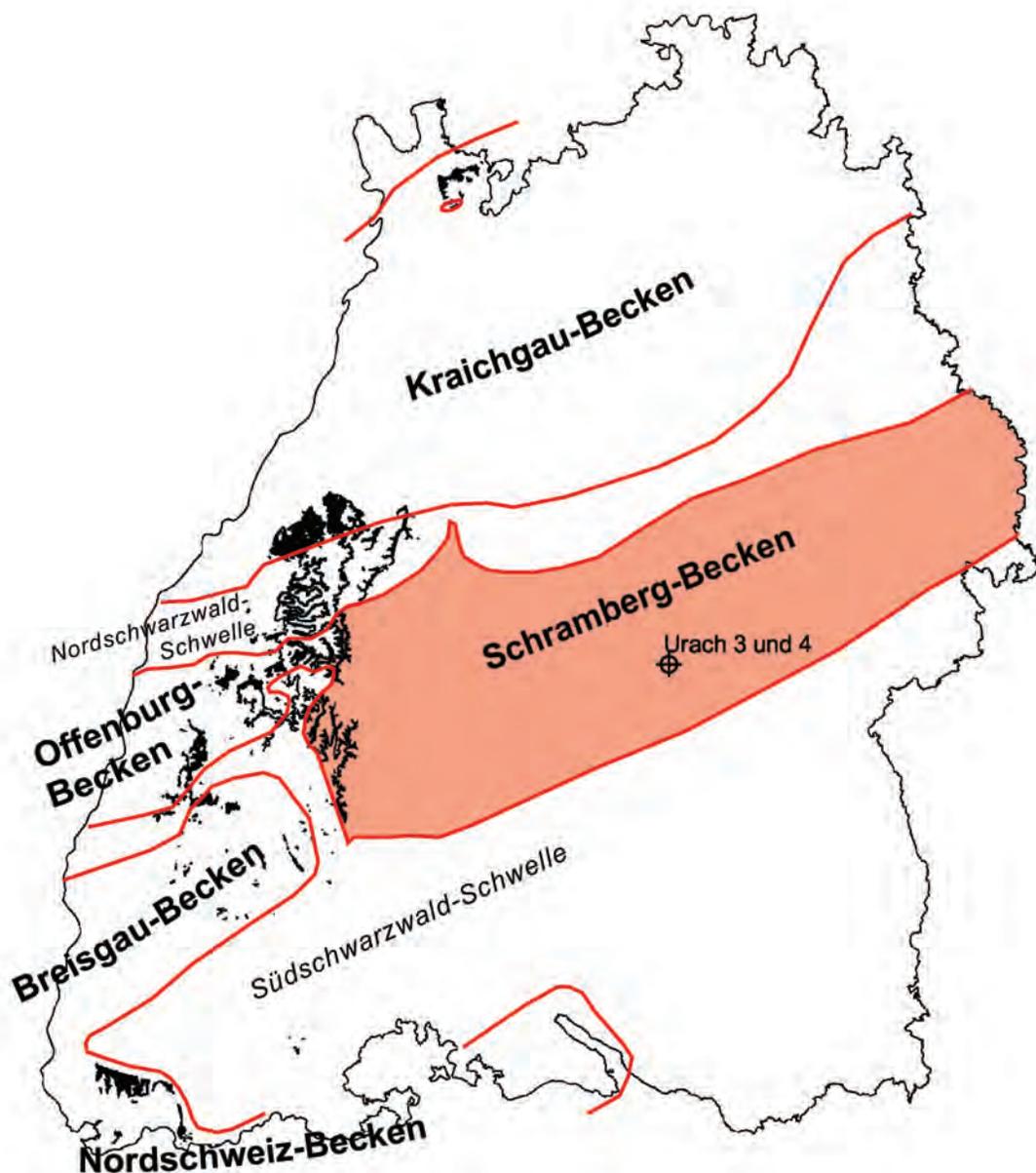
Das Permokarbon-Profil der Bohrung Urach 3 wird auf der Basis einer detaillierten Neudokumentation der Kernstrecken und Spülproben und der Auswertung von Gamma-, Sonic- und Widerstandslog vorläufig in 8 informelle lithostratigraphische Einheiten (A bis H) untergliedert. Inwieweit diese den Rang einer formalen Formation oder Subformation erhalten sollten, kann an dieser Stelle noch nicht geklärt werden und muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

### The Permo-Carboniferous rocks of the Urach 3 borehole (Baden-Wuerttemberg)

Keywords: Permian, Carboniferous, Zechstein Group, Rotliegend Group, Steinkohlen Group, stratigraphy, Schramberg Basin

### Abstract

Based on detailed measuring of cores and cuttings, the Permocarboniferous section of the borehole Urach 3 is preliminarily subdivided into 8 informal lithostratigraphical units (A to H). The decision whether these units are to be formal formations or members has to be postponed till further investigations are concluded.



**Abb. 1:** Ausstrich karbonischer und permischer Gesteine in Baden-Württemberg (nach LGRB: Digitale Geologische Karte Baden-Württemberg), die Umrisse der Rotliegend-Becken und Kristallinschwellen (z. T. mit Zechsteinbedeckung) nach heutigem Kenntnisstand (vereinfacht nach RUPF & NITSCH 2008) und die Position der Bohrungen Urach 3 und 4 (Grafik: LGRB).



Die Bohrung Urach 3 wurde 1977/78 als Forschungsbohrung niedergebracht, um die geothermische Anomalie im Raum Bad Urach zu untersuchen (vgl. Beitrag MARTIN & ZEDLER, dieses Heft). Sie hat das Jungpaläozoikum zwischen 895 m und 1602 m u. A. vollständig durchteuft. Die Endteufe liegt bei 4444 m im Kristallin.

## 1 Frühere Bearbeitungen

Die bisher durchgeführten Arbeiten am Profil der Bohrung Urach 3 sind nicht sehr zahlreich. Die Erstbearbeiter waren H.-G. DIETRICH und K. SCHÄDEL. Die Detailaufnahme der Kernstrecken erfolgte dabei durch G. NETH. Ihre Ergebnisse (geologisches Profil und Korrelationen mit benachbarten Bohrungen) finden sich in einem Statusbericht des KFA Jülich (DIETRICH & SCHÄDEL 1978), in einem internen Bericht der Stadtwerke Urach (DIETRICH 1983) und veröffentlicht in HAENEL (1982) sowie bei SCHÄDEL (in GWINNER 1987, 1998). Inkohlungsuntersuchungen und eine erste biostratigraphische Einstufung anhand von Mikroflora erfolgte durch BUNTEBARTH et al. (1979). Stark vereinfachte Kurzprofile der Bohrung finden sich bei VILLINGER (1982), KÄMPFE (1984) und GEYER & GWINNER (1991). Die bisher letzte, vor allem lithofazielle Bearbeitung (ausführliche Dokumentation des Kernmaterials, Interpretation des Gammalogs) erfolgte durch KRJUTSCHKOW 2006 im Rahmen einer Diplom-Arbeit am Institut für Geologie der Universität Würzburg. Dem hier vorliegenden Beitrag liegt eine detaillierte Neuaufnahme der Kernstrecken (GEBHARDT 2014) und der Spülproben durch die Autorin zugrunde. Das daraus resultierende Schichtenverzeichnis findet sich im Anhang.

## 2 Geologischer Rahmen

Jungpaläozoische Sedimente der variskischen Molasse sind in Baden-Württemberg weit verbreitet, streichen allerdings nur selten an der Erdoberfläche aus und sind daher im Wesentlichen aus Bohraufschlüssen bekannt. Die paläogeographische Verbreitung dieser Ablagerungen wurde in den letzten Jahren neu kartiert und gegliedert. Sie wurden in mehreren intramontanen Becken sedimentiert, die individuelle Entwicklungen durchlaufen und daher jedes für sich betrachtet werden müssen (Abb. 1). Detaillierte Darstellungen dazu finden sich bei NITSCH & ZEDLER 2009, GEYER et al. 2011 sowie SITTIG & NITSCH 2012.

Die Bohrung Urach 3 steht im zentralen Teil des Schramberg-Beckens. Nach der derzeit in Baden-Württemberg gültigen Gliederung (NITSCH & ZEDLER 2009; LGRB 2011; SITTIG & NITSCH 2012) werden die permokarbonischen Sedimente im Schramberg-Becken zu zwei lithostratigraphischen Einheiten zusammengefasst: 1. Tierstein-Formation, die im Wesentlichen aus grauen, z. T. steinkohlenführenden Gesteinen zusammengesetzt ist, und sicherlich teilweise stratigraphisch ins Karbon, teilweise auch ins Perm zu stellen ist, und 2. Schramberg-Formation, die vor allem aus rotgefärbten mehr oder weniger groben Klastika besteht und sicher permisches Alter besitzt. Im Profil der Bohrung Urach 3 lassen sich anhand von Bohrlochgeophysik, Spülproben und Kernstrecken deutlich mehr Einheiten unterscheiden (A bis H) – inwieweit diese den Rang einer formalen Formation oder Subformation erhalten sollten, kann an dieser Stelle noch nicht geklärt werden und muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

## 3 Lithologie

Das Permokarbon-Profil der Bohrung Urach 3 ist 707 m mächtig. Davon liegen 115,5 m als Kernstrecken vor, die mehr oder weniger gleichmäßig über das gesamte Profil verteilt sind (Abb. 2 und 3). Ein ausführliches Schichtenverzeichnis dieser Kernstrecken befindet sich im Archiv des LGRB (GEBHARDT 2014, 82 S.). Auf diesem Schichtenverzeichnis beruhen auch die graphischen Darstellungen der Kernstrecken (Abb. 5, 8, 10, 13, 15 und 17). Das übrige Profil liegt als im Abstand von 2 m genommene, gewaschene und gesiebte Spülproben vor. Im Anhang findet sich ein leicht gekürztes Schichtenverzeichnis der Spülproben und Kernstrecken, auf das sich die nachfolgend verwendeten Nummern der Lithoeinheiten (LE) beziehen.

### 3.1 Zechstein, Kirnbach-Formation (?)

895 m bis 906 m (Abbildungen 3 und 5)

Die 11 m mächtigen Zechstein-äquivalenten Sedimente der Kirnbach-Formation sind in der Bohrung Urach 3 nicht durch Kernmaterial belegt. Ihre Abtrennung vom unterlagernden Rotliegend (Einheit A, Schramberg-Formation?) erfolgt vor allem auf der Basis der unterschiedlichen Zusammensetzung der Spülproben (Anhang). Sie sind durch das Auftreten von Dolomitstein mit Einschlüssen



**Abb. 2:** Bohrkern aus der Neuwiesen-Subformation der Bohrung Urach 3 (Kerne 14–20), ausgelegt 2009 in Bad Urach (Foto: E. NITSCH/LGRB).

von eckigem Quarz gekennzeichnet. Hohe Strahlungsintensitäten im Gammalog bei gleichzeitigem Widerstandsminimum oberhalb von 905 m stützen eine Interpretation als Dolomitrusten oder zumindest stark dolomitisch zementiertes Material (Abb. 3). Daneben finden sich kantengerundeter Mittel- und Grobsand, feinkörniger Feldspatsandstein, Hornstein und Karneol in Splittern und als Sand. Auffallend ist das Fehlen von Vulkanitklasten und der weiter unten im Profil häufigen idiomorphen Quarz-Dihexaeder. Auf dieser Basis lässt sich ein verändertes Schüttungsmuster gegenüber dem Liegenden und damit eine Abtrennung als Kirnbach-Formation (?) rechtfertigen. Die geringe Mächtigkeit korreliert mit ähnlichen Mächtigkeiten in benachbarten Bohrungen (z. B. Bad Überkingen – mdl. Mitteilung NITSCH).

## 3.2 Permokarbon

### 3.2.1 Einheit A

906 m bis 987 m (Kernmarsch 8 und Kernmarsch 9 oben, Abbildungen 3, 5 und 6)

Die 81 m mächtige Einheit A ist eine Abfolge von vor allem matrixarmen, mehr oder weniger

schlecht sortierten Sandsteinen. Das Gammalog (Abb. 3) zeigt von unten nach oben insgesamt einen leichten Trend zu abnehmenden Intensitäten. Die Amplituden bleiben gering. In der oberen Hälfte (ab ca. 930 m) lassen sich zwei Abschnitte mit jeweils von unten nach oben leicht zunehmender Intensität aushalten, die sicher als fluviatile Rinnen mit nach oben zunehmenden Anteilen an feinklastischem Material (Matrix?) zu interpretieren sind.

Die Körnung der Spülproben (Anhang) schwankt zwischen Grobsand und Feinsand, daneben treten zerbohrte Splitter von größeren Klasten auf, die nach dem Befund in Kernmarsch 8 sicher auf Feinkies zurückzuführen sind. Die Klasten sind in allen Fraktionen eckig bis gut gerundet. Sie setzen sich recht monoton vor allem aus Quarz und verschiedenen Rhyolithen zusammen. Daneben finden sich Feldspat und Feldspatsandstein und sehr charakteristisch frische bis schwach kantengerundete idiomorphe Quarz-Dihexaeder, die sicherlich im Zusammenhang mit den Vulkaniten aus denselben Liefergebieten stammen. Akzessorisch finden sich dunkelrotbraune Feinsandsteine bis Schluffsteine, die hohe Anteile an frischem Biotit führen. Nach unten zunehmend tritt auch vereinzelt Kristallin auf, das von Milchquarz und Granit vertreten wird. Karneolsplitter sind selten in allen Proben zu finden. Dabei handelt es sich zum Teil sicher um Nachfall aus dem Buntsandstein (VH2), jedoch lässt sich Karneol auch im Rotliegend sowohl als Konkretions- und Krustenbildung als auch als Klasten bis zum Kern 12 nachweisen (Abb. 9 d) und ist wohl mit der Bildung von karneolführenden, aber dolomitfreien Bodenhorizonten in Zusammenhang zu bringen, die im Beckeninneren offenbar schon lange vor der Bildung des VH0 (ORTLAM 1974; heute: Kirnbach-Formation, vgl. NITSCH & ZEDLER 2009) einsetzt. Die Fein- und Mittelsandfraktion setzt sich vor allem aus mehr oder weniger gut gerundetem Quarz zusammen, wobei die Oberflächen häufig mattiert sind. Auch wenn ein nicht unbeträchtlicher Teil wahrscheinlich Nachfall aus dem Buntsandstein ist, findet sich dieses Material auch im Bestand der Grobsandsteine bis Feinkonglomerate im Kernmarsch 8 – ein umgelagerter äolischer Anteil in diesen Horizonten ist sicher nicht auszuschließen.

Die Kerne (Kernmarsch 8 und die oberen 3 m von Kernmarsch 9) zeigen vor allem einen Wechsel von feinkiesigen Grobsandsteinen und grobsandigen Feinkonglomeraten (Abb. 5 und 6 b). Sie sind schlecht sortiert, manchmal bimodal (LE 386, 390, 393), aber matrixarm und komponentengestützt. Die maximalen Korngrößen übersteigen 2 cm nicht. Die Klasten sind gut gerundet bis sehr eckig in allen Fraktionen, wobei der Anteil

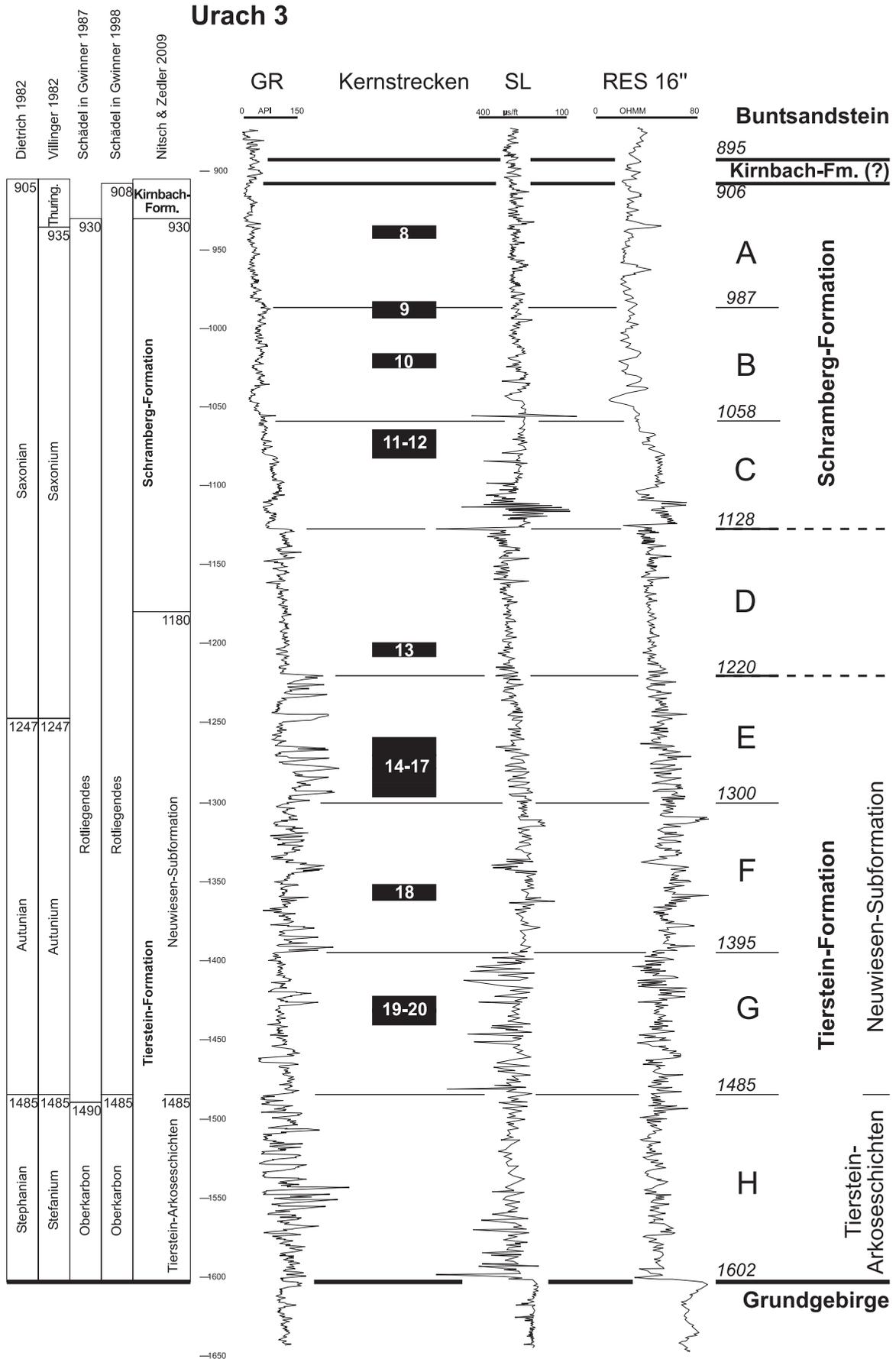


Abb. 3: Bohrlochmessungen aus den permokarbonischen Schichten der Bohrung Urach 3 sowie die Intervalle der Kernstrecken 8 bis 20. Von links Gammalog, Soniclog und elektrischer Widerstand (Grafik: LGRB).

an gut gerundeten Klasten in den feineren Fraktionen höher ist. Im Bestand findet sich neben verschiedenen Typen von Rhyolith vor allem Quarz. Außerdem treten Milchquarz, Feldspat und Kristallinmaterial (Granit, Gneis, Quarzit) auf. Intraformationelle Klasten von rotbraunen Feinklastika sind nicht selten, ebenso wie frischer Biotit, sofern überhaupt Glimmer zu finden ist. Karneol lässt sich im gesamten Profil selten in Form von umgelagerten Klasten nachweisen. Schichtgrenzen sind in der Regel scharf und eben, z. T. flach wellig, jedoch nur selten erosiv. Im unteren Teil des Profils (KM 9 und die unteren 2 m von KM 8, Abb. 5) sind die Horizonte überwiegend ungeschichtet und die Klasten unregelmäßig. Nach oben zunehmend tritt als internes Schichtungsmuster eine mehr oder weniger deutliche ebene Schichtung und Regelung von Komponenten auf (z. B. LE 370, 382, 388). Zum Teil finden sich Schüßschichtungen (z. B. LE 377, 378, 380) und Gradierungen (z. B. LE 376, 388). Die Farben sind rotbraun und fleckig dunkelrotbraun und hellgraugrün, wobei die grünen Farben zum Hangenden hin zunehmen (Abb. 6 d). Sie

sind in der Regel an karbonatische (dolomitische) Zemente gebunden. Zum Hangenden hin zunehmend und wiederholt am Top von fining-up-Zyklen bilden sich Dolomitkonkretionen und Dolomitkrusten (Abb. 6 a und c), die als chemogene Bodenbildungen bzw. Bildungen im Bereich des Grundwasserspiegels zu deuten sind.

Die geringe Durchschnittsgröße der Klasten, die 2 cm nicht übersteigt, spricht dafür, dass das Liefergebiet sicherlich nicht durch eine starke Morphologie gekennzeichnet war. Es gibt keine Hinweise auf erhöhte tektonische Aktivitäten. Der hohe Anteil an Vulkanitklasten und an idiomorphen Quarz-Dihexaedern lassen ein bereits stark abgetragenes Vulkangebiet als Hauptsedimentquelle vermuten, das sicher nicht allzu weit entfernt lag (in Frage kämen die nächsten bekannten Rotliegend-Quarzporphyre: Bohrung VB26/II bei Rottenburg, ca. 30 km W; Daiting 1, ca. 120 km ENE; Mönchsrot 14, ca. 70 km SE und die Altbohrungen Dettlingen, Sulz und Oberndorf 50–70 km WSW; mdl. Mitt. NITSCH). Dafür sprechen sowohl die eckigen

Klasten als auch der nach oben zunehmende Anteil an frischem Biotit. Dieser ist neben dem unverwitterten Feldspat auch ein Hinweis auf mehr oder weniger aride Klimaverhältnisse, die eine chemische Verwitterung weitgehend verhindern. Auch die sehr eckigen Klasten sind möglicherweise vor allem durch mechanische Verwitterung (Temperaturspaltung) entstanden. Die weit verbreitete Ausfällung von Dolomit setzt eine erhöhte Salinität in den Grundwässern voraus. Die Schichtgrenzen und die internen Schichtungsmuster lassen jedoch auf eine Ablagerung in zumindest zeitweise und nach oben häufiger frei fließendem Wasser schließen, was mit der Matrixarmut der Sedimente korreliert. Die Schwebfracht wurde weitgehend ausgespült. Daneben finden sich untergeordnet gut bis kantengerundete Klasten von Kristallin, das bereits

## Legende

### Lithologie

	Tonstein
	schluffiger Tonstein
	toniger Schluffstein
	Schluffstein
	feinsandiger Schluffstein
	schluffiger Feinsandstein
	matrixreicher Sandstein
	Feinsandstein
	Mittelsandstein
	Grobsandstein
	Grobsandstein (Tuff)
	Feinkonglomerat

### Schichtung

	ohne Schichtung
	undeutlich eben
	eben
	uneben

	wellig
	linsig-flaserig
	scherbügel
	schräg
	Rippelschichtung

### sedimentologische Besonderheiten

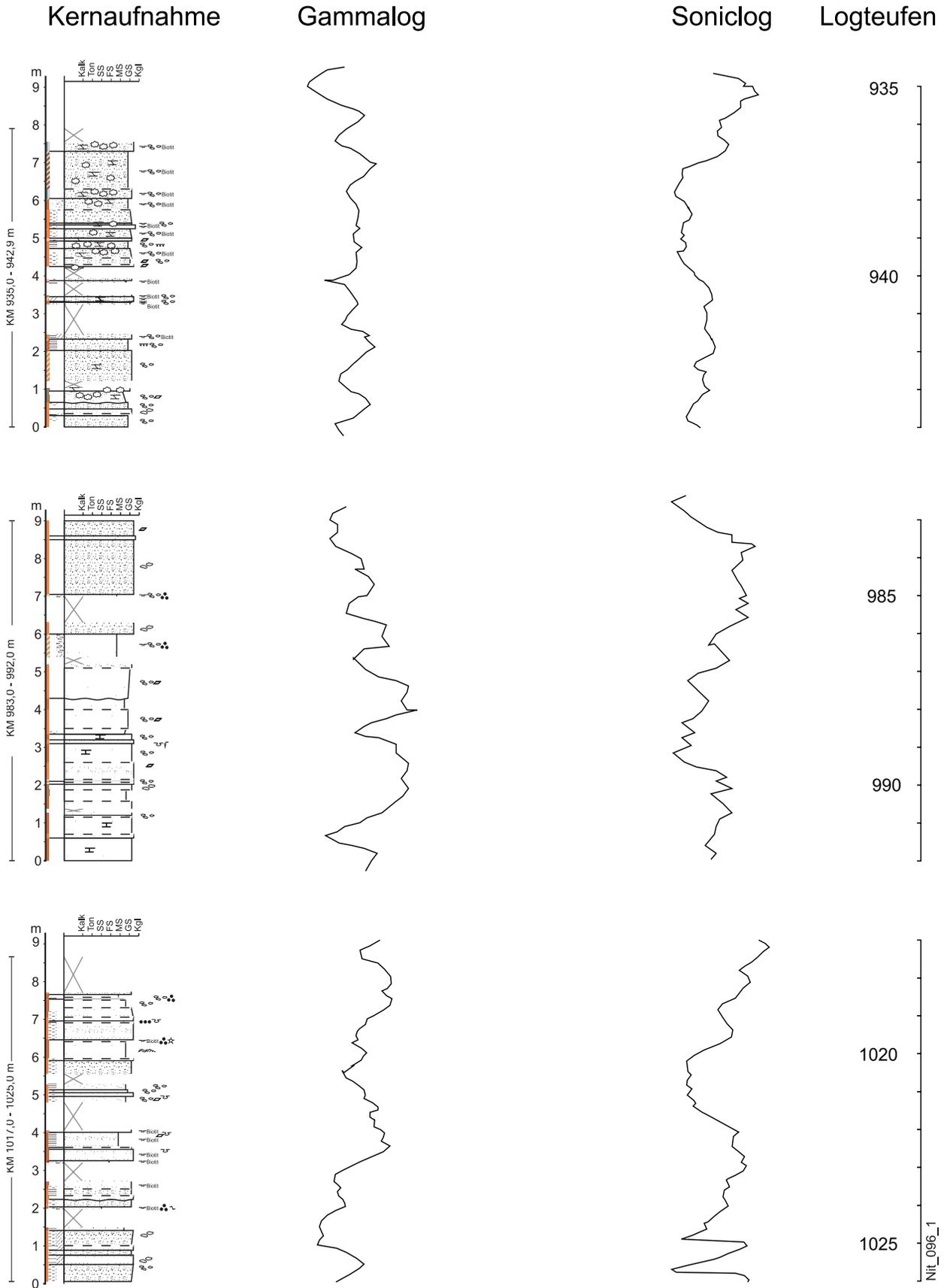
	pedogene Karbonatkonkretionen
	Kieselkonkretionen
	Eisenkonkretionen
	Gradierung
	lose eingestreuter Mittelsand
	Einkornlagen
	Glimmerlagen
	Tonscherben
	Brekzierung
	slickensides/pedogene Hamische
	Trockenrisse

	Regenmarken
	Rippelmarken
	load casts/Belastungsmarken
	slumping-Strukturen
	Entwässerungsstrukturen

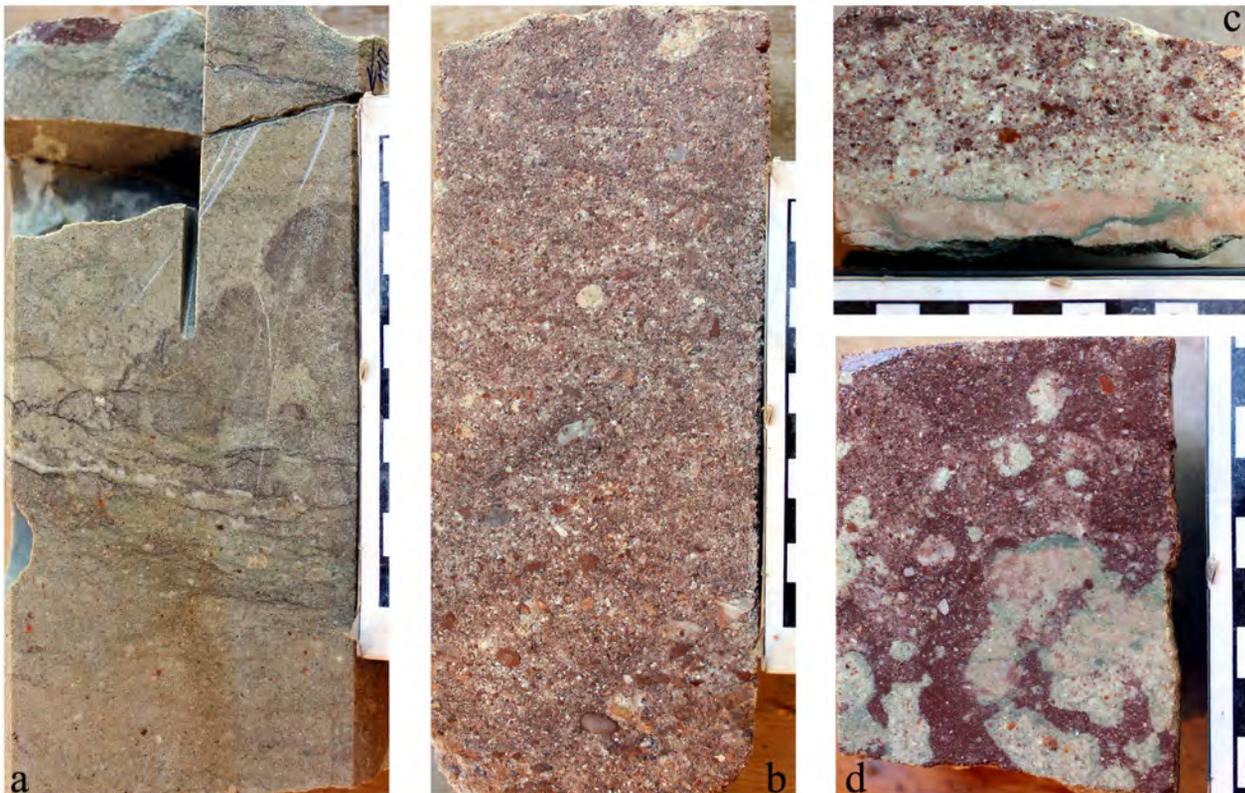
### Paläontologie

	Stromatolithe/Algenmatten
	Wurzeln
	Macrosporen
	Pflanzen, undifferenziert
	Pflanzenachsen
	Pflanzenhäcksel
	Pflanzenhäcksel, inkohlt
	Grabgänge
	Ostracoden
	Conchostraken
	Muscheln („Anthracosien“)

Abb. 4: Legende zu den Abbildungen 5, 8, 10, 13, 15 und 17 (Grafik: U. GEBHARDT).



**Abb. 5:** Lithologie der Kernstrecken 8, 9 und 10 (Neuaufnahme U. GEBHARDT) der Bohrung Urach 3 im Vergleich zu den Bohrlochmessungen (Grafik: U. GEBHARDT & LGRB).



**Abb. 6:** Lithotypen Einheit A (KM 8); **a:** LE 396 stark dolomitisch zementierter Grobsandstein; **b:** LE 394 schwach zementierter feinkonglomeratischer Grobsandstein; **c:** LE 384 und 385 stark dolomitisch zementiertes grobsandiges Feinkonglomerat über Dolomitkruste; **d:** LE 375 Dolomitkonkretionen und grünlichgraue Bleichungszonen in feinkiesführendem Grobsandstein; Maßstab in cm (Fotos: U. GEBHARDT).

im Permokarbon umgelagert wurde und hier sehr wahrscheinlich auf sekundärer Lagerstätte liegt. Insgesamt handelt es sich vermutlich um Ablagerungen von alluvialen Schuttfächern, auf denen nach periodisch heftigen Regenfällen das vorhandene, durch mechanische Verwitterung in den Trockenzeiten entstandene Sediment in Form von Schichtfluten flächig umgelagert wurde und das Wasser oberflächlich in flachen Rinnen abfloss. Während der sicherlich langen Trockenzeiten zwischen den Niederschlagsereignissen konnten sich Dolcreten bilden.

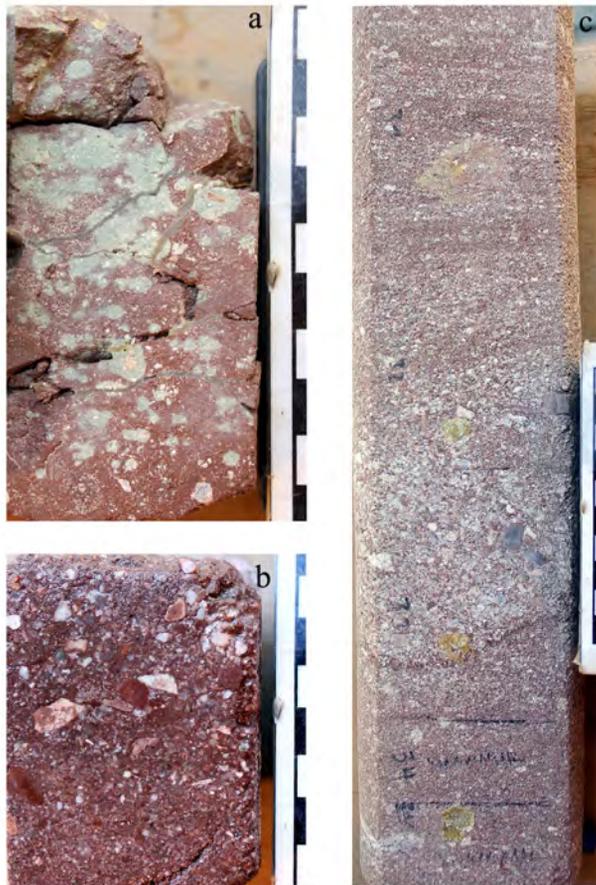
### 3.2.2 Einheit B

987 m bis 1058 m (Kernmarsch 9 (z. T.) und Kernmarsch 10, Abbildungen 3, 5 und 7)

Die 71 m mächtige Einheit B unterscheidet sich von Einheit A vor allem durch das Auftreten von matrixreichen Grobklastika und das Fehlen von Dolomit. Das Gammalog (Abb. 3) zeigt von unten nach oben einen generellen Trend zu schwach zunehmenden Strahlungsintensitäten. An der Basis von Einheit B bis etwa 1048 m zeigen sich zunächst leicht erhöhte und nach oben abnehmende

Strahlungsintensitäten und Widerstände. Darüber folgen bis 1038 m geringe Strahlungsintensitäten bei gleichzeitig geringer Dichte und geringem Widerstand. Mit einem deutlichen Intensitätssprung folgt weiter oben eine monotone Abfolge (geringe Amplituden) mit leicht erhöhten Strahlungsintensitäten, höher als in Einheit A. Das spricht für höhere Anteile an Ton und lässt sich als Folge von matrixreichen Sandsteinen über einem Basiskonglomerat deuten.

Die Spülproben unterscheiden sich nur wenig von Einheit A (Anhang). Die Körnung variiert von Feinsand bis Grobsand, die Klasten sind überwiegend gut gerundet bis kantengerundet, und die Hauptbestandteile sind Quarz und Vulkanit neben sehr wenig Kristallin, das vor allem durch Quarzit und Milchquarz, aber auch Granit vertreten ist. Der Anteil an idiomorphen Quarz-Dihexaedern ist jedoch deutlich reduziert und möglicherweise Nachfall aus Einheit A. Außerdem fehlen die Feldspatsandsteine, auch Feldspatklasten treten nur noch selten auf. Biotit fehlt ebenfalls weitgehend und bleibt auf einzelne Horizonte im Kernmarsch 10 beschränkt. Dafür finden sich nun verstärkt rotbraune glimmerreiche schluffige Feinsandsteine und rotbraune Feinklastika, Karneolsplitter sind



**Abb. 7:** Lithotypen Einheit B (KM 9+10); **a:** LE 349 fleckige grünlichgraue Bleichungen in matrixreichem, schlecht sortiertem Grobsandstein; **b:** LE 347 matrixreiches Feinkonglomerat mit sehr eckigen, unregelmäßigen Klasten; **c:** E 317 bis 319 unregelmäßiges matrixarmes Feinkonglomerat mit bogig erosiver Basis nach oben in eben parallel geschichteten Grobsandstein übergehend; Maßstab in cm (Fotos: U. GEBHARDT).

seltener, aber im gesamten Profil nachweisbar. Gut sortierter und gerundeter, vor allem aus Quarz bestehender Fein- und Mittelsand mit mattierten Oberflächen ist ebenfalls noch immer vertreten und auch hier möglicherweise äolischen Ursprungs.

Den eigentlichen Unterschied zu Einheit A findet man in den Kernstrecken: Die Grobklastika sind nun deutlich schlechter sortiert und vor allem matrixreich (Abb. 7 b). Die Matrix besteht in der Regel aus rotem Ton bis Schluff. Es finden sich keine Hinweise auf Kalzit- oder Dolomitzemente, -konkretionen oder -krusten. Im Kernmarsch 9 sind alle Klastika ungeschichtet und die Komponenten unregelmäßig. Häufig finden sich senkrecht stehende Klasten (LE 344, 347, 354). Die Feinkiesfraktion ist oft ausgesprochen eckig (LE 347; Abb. 7 b), meist jedoch kantengerundet. Die maximale Korngröße liegt bei 3 cm (LE 362, 364, 366). Einige Klasten zeigen periphere Verfärbungen (Verwit-

terungsringen?). Im Bestand finden sich vor allem verschiedene Rhyolithe, Quarz, Milchquarz und untergeordnet Kristallin (Granit, Gneis, Quarzit). Die feineren Fraktionen sind dagegen überwiegend gut gerundet und setzen sich vor allem aus Quarz zusammen. Diese Fein- und Mittelsande sind Bestandteil der gröberen Sandstein- und Konglomerathorizonte. Die Klasten sind überwiegend komponentengestützt, jedoch sind auch matrixgestützte Gefüge weit verbreitet. Schichtgrenzen sind in der Regel scharf und eben, aber nicht erosiv. Selten finden sich Belastungsmarken, die bis mehrere cm tief in das Liegende eingreifen.

Im Kernmarsch 10 dagegen sind die Klastika wieder matrixärmer. Karbonatkrusten, -konkretionen oder -zemente fehlen dennoch. Ungeschichtete und unregelmäßige Horizonte gibt es hier zwar auch (z.B. LE 328, 332), jedoch finden sich verbreitete ebene Schichtungen (z.B. LE 319, 324, 329; Abb. 5) und zum Teil auch Schrägschichtungen (LE 314). Seltene feinklastische Lagen sind flaserig geschichtet oder ungeschichtet (LE 316, 321, 333). Schichtgrenzen sind überwiegend scharf und eben, nur selten treten auch bogig erosive Grenzen auf (Abb. 7 c). Das Material ist überwiegend schlecht sortiert, manchmal auch bimodal (LE 326, 328, 340). Die maximale Korngröße erreicht 2 cm. Gut sortierte und gut gerundete Fein- und Mittelsande sind Bestandteil aller gröberen Sandstein- und Feinkonglomerathorizonte. Zum Teil sind sie auch in Horizonten mit grobsandigen Einkornlagen konzentriert (z.B. LE 339, 335, 329).

Die matrixarmen Sandsteine und Konglomerate im unteren Abschnitt der Einheit B wurden möglicherweise in flachen, zum Teil erosiv in den Untergrund einschneidenden fluviatilen Rinnen, auf jeden Fall aber in fließendem Wasser abgelagert. In Anbetracht der Korngrößen sind die auftretenden ebenen Schichtungsmuster sicher dem oberen Stömungsregime zuzuordnen und damit auf schnell fließendes bis schießendes Wasser zurückzuführen. Die geringmächtigen, auch in den Spülproben nachweisbaren Lagen von rotbraunen Feinklastika (Anhang) repräsentieren die zugehörigen Überschwemmungsbereiche. Nach oben folgen ungeschichtete matrixreiche Ablagerungen von Schlammfluten. Das Klima war feuchter als in Einheit A, es war nicht arid genug bzw. die Trockenzeiten waren nicht lang genug, um die Bildung von Calcreten oder gar Dolcreten zu ermöglichen. Auch der weitgehend fehlende verwitterungsanfällige Biotit und vielleicht auch die Verfärbungen an Einzelklasten sprechen für das Vorhandensein von Wasser, das ein gewisses Maß an chemischer Verwitterung zuließ. Daneben tritt überall gut sortierter und gut gerundeter Fein- und Mittelsand auf,

der sicherlich als eingewehtes oder umgelagertes äolisches Material anzusehen ist. Dafür sprechen auch die in KM 10 wiederholt auftretenden gut sortierten Horizonte mit Einkornlagen der Grobsandfraktion.

### 3.2.3 Einheit C

1058 m bis 1128 m (Kernmarsch 11 und 12, Abbildungen 3, 8 und 9)

Die Basis der 70 m mächtigen Einheit C ist in allen Logs durch einen deutlichen Sprung gekennzeichnet (Abb. 3). Das Gammalog beginnt mit deutlich niedrigeren Intensitäten gegenüber dem Liegenden. Widerstand und Dichte steigen abrupt an und zeigen bis ca. 1110 m große Amplituden. In der benachbarten Bohrung Urach 4 findet sich diese Grenze einige Meter tiefer im Profil und schneidet dort Teile von Einheit D ab (mdl. Mitteilung NITSCH; Abb. 19). Das alles spricht

für einen weit verbreiteten und erosiv tief in den Untergrund eingreifenden Sandsteinhorizont mit stark schwankenden Kies- und Matrixanteilen. Ab ca. 1110 m folgt nach oben erneut mit einem deutlichen Sprung ein Abschnitt mit deutlich höheren Strahlungsintensitäten, die dann in mehreren Abschnitten, jeweils mit Sprüngen bei ca. 1100 m und ca. 1185 m wieder abnehmen. Zwischen diesen Sprüngen sind die Amplituden klein, was für eine monotone Lithologie zwischen den Sprüngen spricht. Gleichzeitig nimmt die Dichte ab ca. 1110 m aufwärts von einigen geringmächtigen Abweichungen abgesehen relativ gleichmäßig geringfügig zu. Der Widerstand sinkt bei ca. 1110 m deutlich ab, um bei ca. 1100 m erneut mit einem Sprung deutlich anzusteigen. Es folgt bis ca. 1075 m ein Abschnitt mit relativ hohem Widerstand und geringen Amplituden. Zusammen mit den gleichzeitig hohen Strahlungsintensitäten spricht dieser Befund für erhöhte Anteile an Ton und damit Matrix in den Sedimenten. Der Abschnitt darüber ist wieder ärmer an Ton.

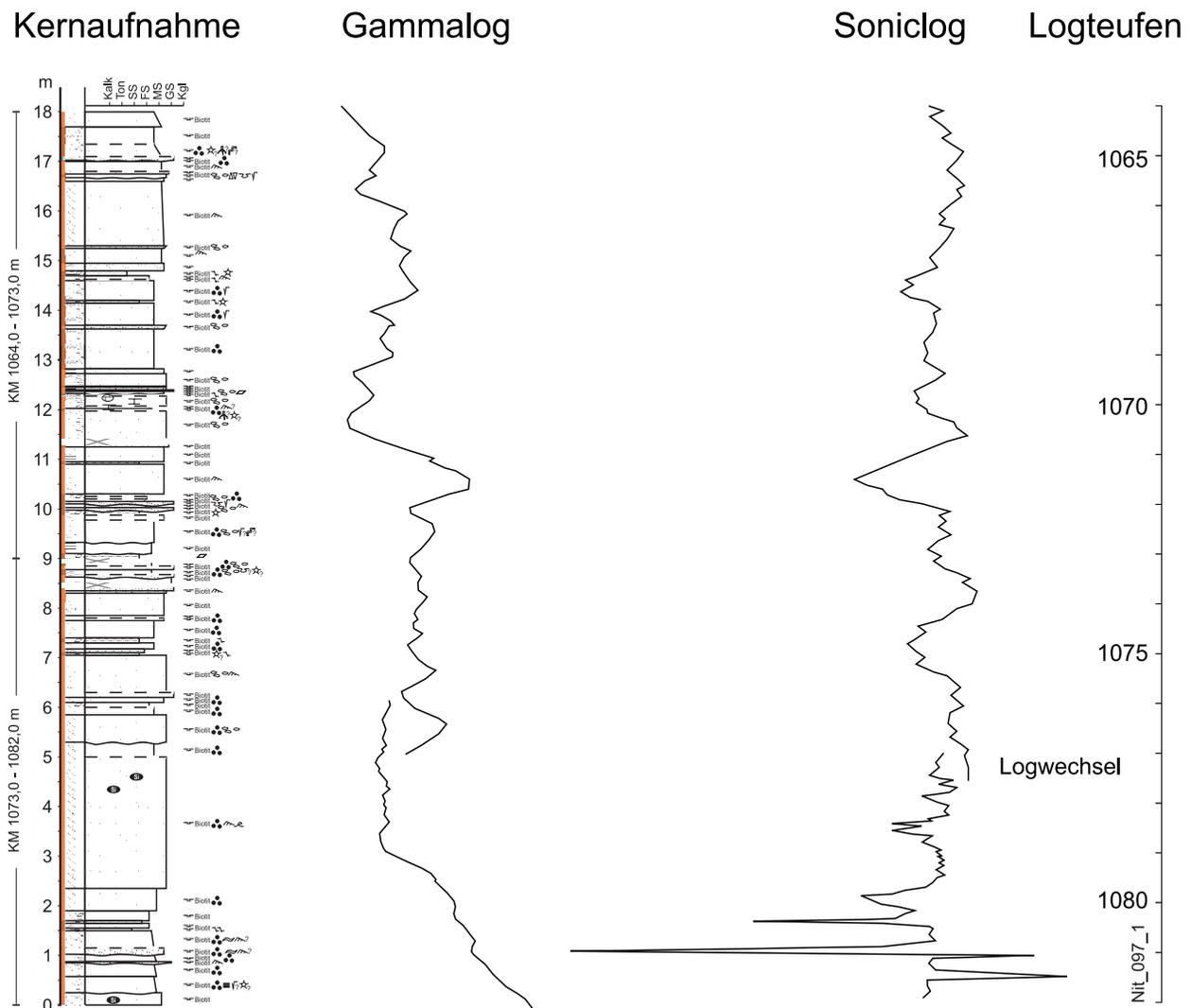
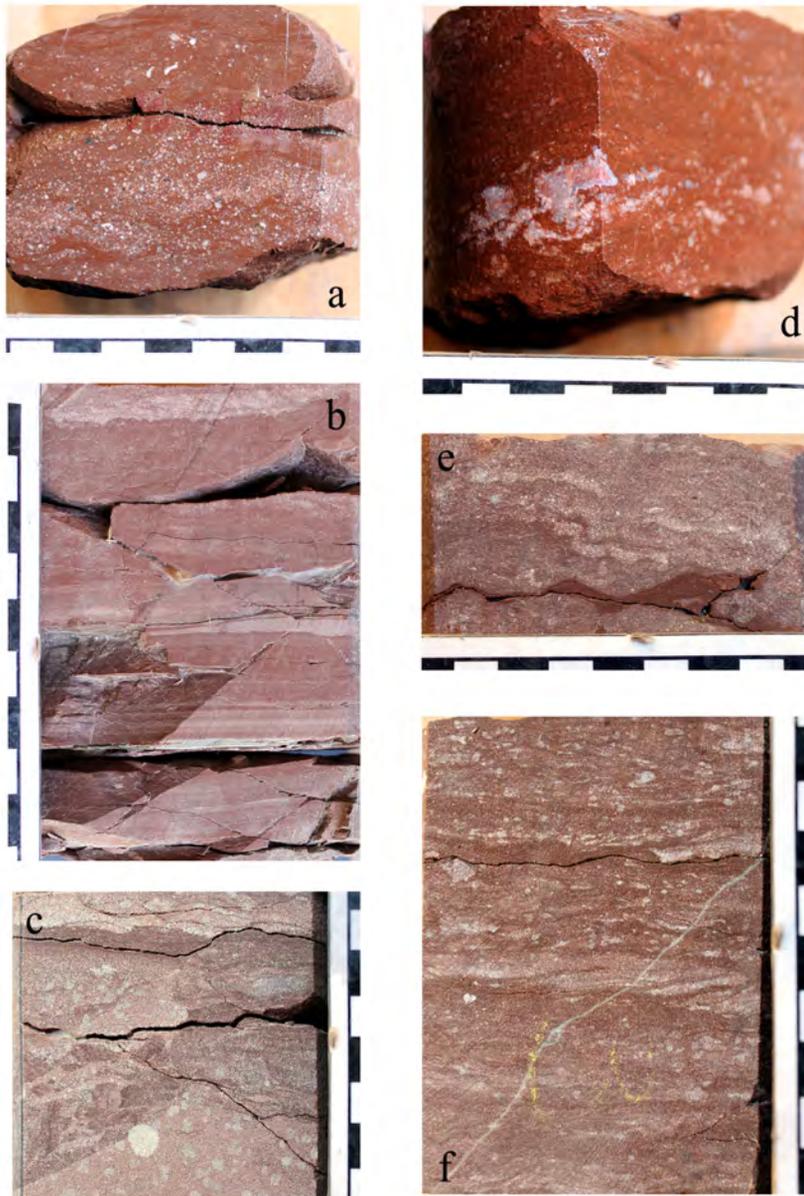


Abb. 8: Lithologie der Kernstrecken 11 und 12 (Neuaufnahme U. GEBHARDT) der Bohrung Urach 3 im Vergleich zu den Bohrlochmessungen (Grafik: U. GEBHARDT + LGRB).



**Abb. 9:** Lithotypen Einheit C (KM 11+12); **a:** LE 271 feinkiesführender Schluffstein, die gut gerundete Grobfraction ist in einzelnen Flasern angereichert; **b:** 296 und 297 eben laminiertes Tonstein und Schluffstein mit unebener scharfer Grenze von Mittelsandstein überlagert; **c:** LE 302 und 303 synsedimentär durch Entwässerungsstrukturen und Belastungswülste gestörter Sandstein; **d:** LE 227 matrixreicher schlecht sortierter Mittelsandstein, Karneolkonkretionen und -klasten mit hellgrauen Bleichungssäumen; **e:** LE 239 Rutschungsstruktur (Mikrofallen) in schlecht sortiertem matrixreichem Grobsandstein; **f:** LE 246 schlecht sortierter matrixreicher Grobsandstein, flaserschichtig mit dünnen rippelschichtigen Lagen; Maßstab in cm (Fotos: U. GEBHARDT).

Die Spülproben sind lithologisch vielfältiger als bisher (Anhang). Oberhalb der Kernstrecken 11 und 12 bis 1064 m handelt es sich um mehr oder weniger grobe Sandsteine. Unter den Kernstrecken folgen bis 1114 m vor allem rotbraune Feinklastika (schluffige Feinsandsteine) und untergeordnet gut gerundeter und sortierter Fein- und Mittelsand. Bis zur Basis bei 1128 folgen dann vor allem Grob- und Mittelsandsteine. Die Zusammen-

setzung zeigt ein sehr einheitliches, jedoch verändertes Bild gegenüber Einheit B. Die bisher häufigen Quarz-Dihexaeder fehlen ebenso wie die bisher vorhandenen verschiedenen, vor allem rotbraunen Typen von Vulkaniten. Feldspat und Kristallin bleiben untergeordnet, nehmen jedoch zu. Auffallend ist ein grauer, feldspatreicher Vulkanit, der im Profil der Bohrung Urach 3 ausschließlich an der Basis der Einheit C auftritt. Der gesamte Abschnitt ist auffallend reich an Biotit.

Die Kernmärsche 11 und 12 sind eine zusammenhängende Kernstrecke (Abb. 8 und 9). Sie zeigen im Wesentlichen einen Wechsel von matrixreichem Fein- und Mittelsandstein und geringmächtigen feinklastischen Lagen. Der Profilaufbau ist von coarsening-up-Zyklen gekennzeichnet (Abb. 8). Die Sandsteine sind überwiegend schlecht sortiert und matrixreich. Oft finden sich matrixgestützte Gefüge (z. B. LE 227, 233, 233), häufiger jedoch treten Kombinationen mit komponentengestützten Gefügen in sandigen Flasern (Abb. 9 a) und einzelnen intern schräg geschichteten Rippeln (z. B. LE 239, 241, 264; Abb. 9 f) auf. Auch versackte Rippel lassen sich nachweisen (z. B. LE 233, 300, 304). Schichtgrenzen sind überwiegend scharf und eben, es finden sich jedoch auch immer wieder erosive Grenzen und Belastungsmarken, meist im Zusammenhang mit den groben Lagen am Top der coarsening-up-Zyklen. Die Korngrößen liegen mäßig bis gut sortiert

überwiegend bei 1 bis 2 mm, maximal und nur in einzelnen Klasten bei 5 mm, ganz vereinzelt erreichen sie auch 2 cm (eckiger Granitklast, LE 271). Die Sandfraktion ist überwiegend gut gerundet bis kantengerundet. Ein Teil davon ist sicherlich äolischen Ursprungs (z. B. LE 288). Untergeordnet und vor allem an die Grobsand- und Feinkiesfraktion gebunden treten eckige Klasten auf. Die Zusammensetzung ist sehr monoton und beschränkt

sich vor allem auf Quarz und Biotit, nur selten findet sich vor allem Kristallinmaterial, Vulkanite sind ausgesprochen selten. Diese Monotonie ist sicherlich nicht unwesentlich auf die insgesamt sehr geringe Korngröße zurückzuführen. Feinklastische Horizonte sind geringmächtig und überwiegend flaserig geschichtet (z.B. LE 247, 262, 286) oder ungeschichtet (z.B. LE 266, 272) mit lose eingestreuten Mittel- und Grobsandkörnern. Nach oben treten zunehmend eben geschichtete Lagen auf (z.B. LE 276, 286, 296; Abb. 9 b). Einige Horizonte sind mehr oder weniger intensiv von slicken sides durchsetzt, was möglicherweise als Residualgefüge zu interpretieren ist (z.B. LE 234, 250, 294). Seltene sehr kleine Punktmarken sind möglicherweise Abdrücke von Halitkristallen (LE 296?). Weiter verbreitet sind Trockenrisse (z.B. LE 247, 259, 266, 292) und Entwässerungsstrukturen (LE 228, 264, 302; Abb. 9 c). Selten treten Mikrofalten auf (LE 239; Abb. 9 e), die möglicherweise mit Rutschungen, wahrscheinlicher aber mit Belastungen in Zusammenhang stehen. In einigen Horizonten finden sich mögliche Bioturbationen in Form von Grabgängen und/oder Wurzelröhren (z.B. LE 264, 278, 307). Und nicht zuletzt treten „pedogene“ Karneolkonkretionen und -klasten bis zu 2 cm Ø auf (LE 227, 239; Abb. 9 a).

Der in der Kernstrecke aufgeschlossene Profilabschnitt zeigt alle Merkmale von Ablagerungen einer feuchten Sandebene. Die coarsening-up-Zyklen repräsentieren die sehr distalen Enden von alluvial fans. Dafür sprechen auch die insgesamt sehr geringen Korngrößen, die von einzelnen Ausnahmen abgesehen 2 bis 3 mm nicht übersteigen.

Die weit verbreiteten Flaser- und Rippelschichtungen zeigen sehr flache stehende Gewässer an. Ein Teil ist davon ist sicherlich auch als Haftrippeln zu interpretieren. Lose eingestreuter Sand ist sehr wahrscheinlich äolischen Ursprungs. Trockenrisse, Residualgefüge und mögliche Abdrücke von Halitkristallen belegen Austrocknen, Entwässerungsstrukturen und Belastungsmarken rasche Flutung des Sedimentationsraumes. Die Bildung von „pedogenem“ Karneol zeigt erhöhte Salinität an. Der hohe Biotitanteil in den Sedimenten trotz des distalen Ablagerungsraumes spricht für weitgehend fehlende chemische Verwitterung. Auch die Spülproben sprechen für einen distalen Ablagerungsraum. Sie enthalten vor allem Grob- und Mittelsandsteine. Es gibt keine Hinweise auf zerbohrte größere Klasten in nennbaren Mengen. Zusammengefasst handelt es sich um Ablagerungen in einem distalen Sedimentationsraum unter ariden, z.T. wechselfeuchten klimatischen Bedingungen.

### 3.2.4 Einheit D

1128 m bis 1220 m (Kernmarsch 13, Abbildungen 3, 10 bis 12)

Die 108 m mächtige Einheit D ist vor allem durch Feinklastika charakterisiert. Das Gamma-log (Abb. 3) zeigt an der Basis einen deutlichen Sprung zu gegenüber dem Liegenden geringeren Intensitäten, die jedoch insgesamt auf einem höheren Niveau bleiben als in den im Hangenden folgenden Einheiten A bis C. Nach oben folgt ein recht monotoner Abschnitt mit geringen Amplitu-

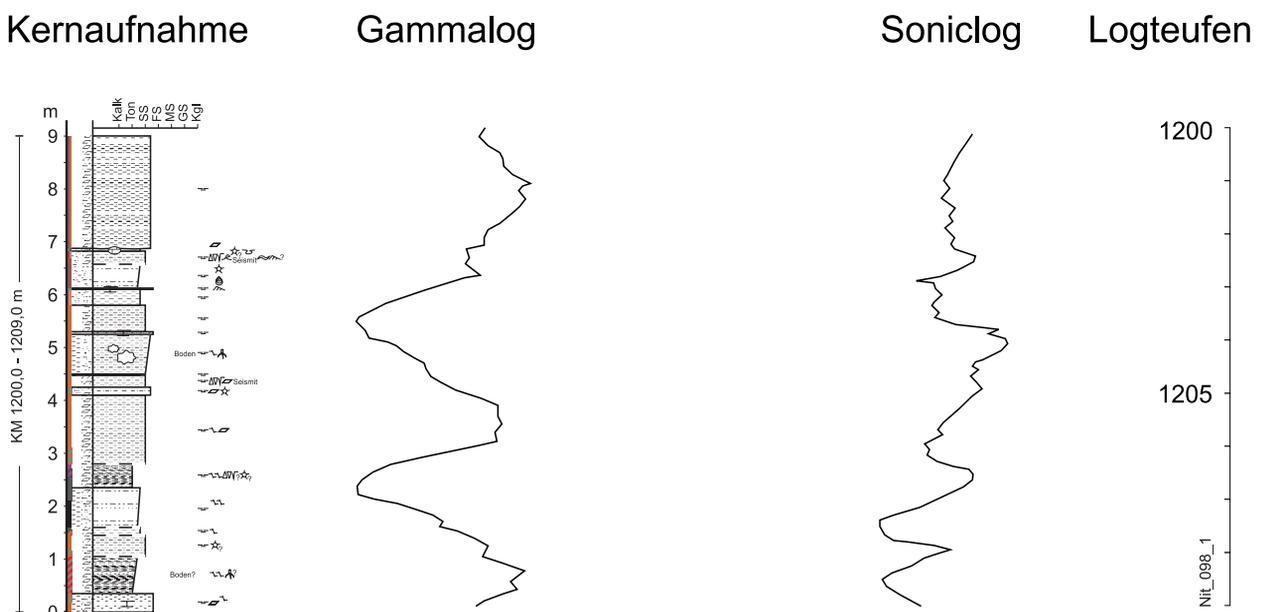


Abb. 10: Lithologie der Kernstrecke 13 (Neuaufnahme U. GEBHARDT) der Bohrung Urach 3 im Vergleich zu den Bohrlochmessungen (Grafik: U. GEBHARDT + LGRB).



**Abb. 11:** Lithotypen Einheit D (KM 13); LE 209 zerfallender Tonstein, typisches Erscheinungsbild der Kernstrecke 13; Maßstab in cm (Foto: U. GEBHARDT).

den bis ca. 1170 m. Darüber folgt ein Abschnitt mit größeren Amplituden, was auf eine Wechselagerung von geringmächtigen mehr sandigen und mehr tonigen Sedimenten hinweist. Soniclog und Widerstandslog (Abb. 3) zeigen an der Basis keinen großen Unterschied zum Liegenden. Der Wechsel zu größeren Amplituden bei ca. 1170 m lässt sich jedoch auch dort nachweisen.

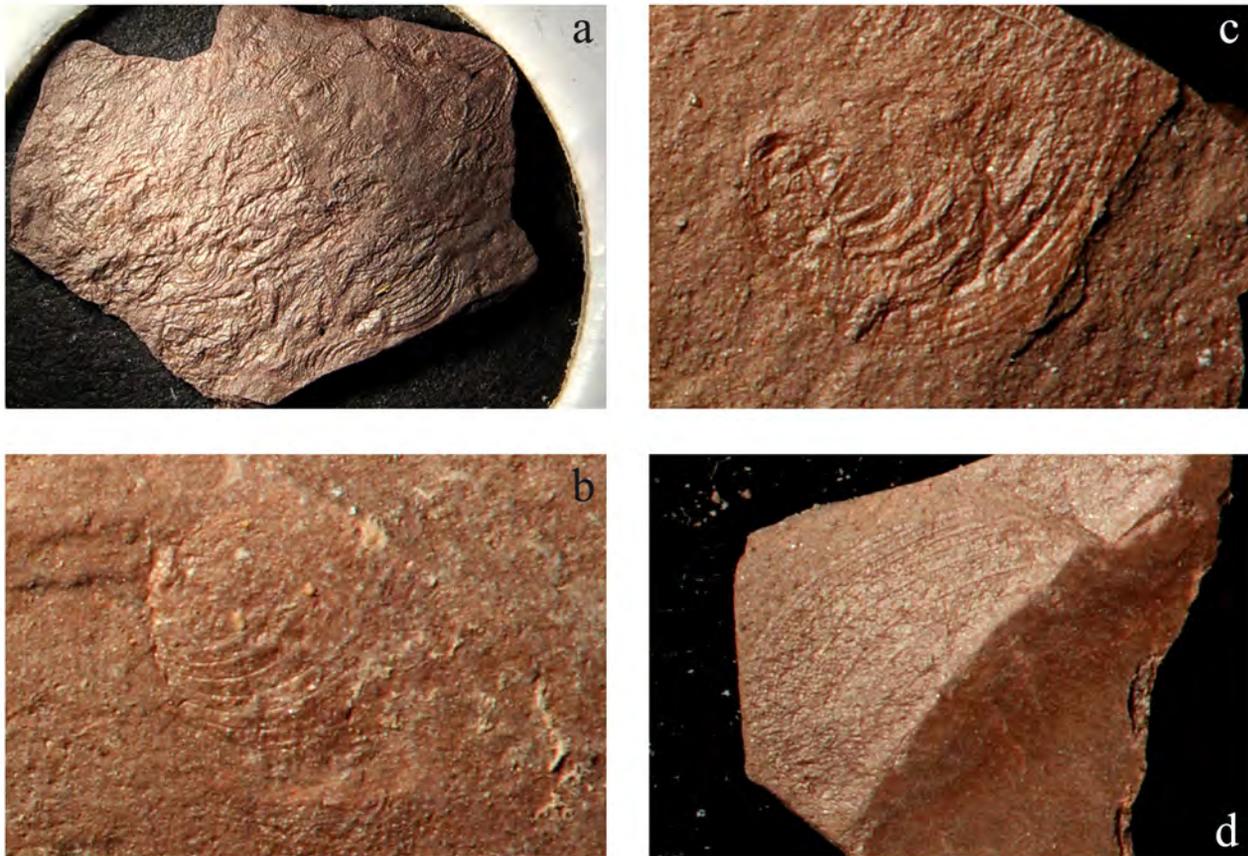
Die Spülproben (Anhang) setzen sich insgesamt sehr monoton aus rotbraunen bis dunkelrotbraunen Feinklastika zusammen. Bis 1134 m handelt es sich um schluffige Feinsandsteine mit hohem Biotitgehalt und untergeordnet Mittel- und Grobsandsteine. Das entspricht der Wechselagerung, die auch in den Logs angezeigt wird. Bis 1150 m folgen hellglimmerführende eben spaltende Tonsteine und uneben spaltende Schluffsteine, die nach unten zunehmend rotviolett gefleckt sind. Darunter folgt bis zum Kern bei 1200 m eine sehr monotone Abfolge von uneben spaltenden feinsandigen Schluffsteinen und schluffigen Feinsandsteinen, die überwiegend rotbraun, jedoch z.T. grünlichgrau gefleckt sind und viel Hell- und Dunkelglimmer enthalten. Untergeordnet findet sich hellgrauer biotitführender Feinsandstein. Un-

terhalb des Kerns setzt sich diese Folge bis zur Basis der Einheit D bei 1220 m fort, jedoch treten hier neben dem überwiegenden Rotbraun auch rot- und grauviolette und zum Teil sogar graue Farben auf.

Der Kern ist leider in einem schlechten Zustand (Abb. 11). Er ist fast völlig kleinstückig zerfallen, über große Strecken in Isolierband gewickelt und nicht geschnitten. Es ist schwierig, die Lagerungsverhältnisse zu klären und Sedimentstrukturen zu erkennen. Die Bemusterung von Schichtflächen ist nahezu unmöglich, weil sie zum großen Teil mit Leim verkleistert sind. Trotzdem ist erkennbar, dass der Kern vor allem aus coarsening-up-Zyklen aufgebaut ist, die jeweils mit Tonstein oder schluffigem Tonstein beginnen und mit einem Schluffstein oder schluffigen Feinsandstein enden (Abb. 10). Schichtgrenzen sind scharf und eben bis uneben, z. T. auch erosiv. Interne Schichtungsmuster fehlen weitgehend. Wenn überhaupt, sind die Feinklastika schwach uneben geschichtet und zerfallen scherbilig (Abb. 11). Synsedimentäre Deformationen, Mikrorutschstrukturen und Brekzierungen treten wiederholt auf (z. B. LE 216, 224), ebenso Trockenrisse (LE 215, 223) und Entwässerungsstrukturen (LE 216, 224). Letztere repräsentieren möglicherweise Seismite. Einige Horizonte sind pedogen überprägt (LE 209, 218), was durch Wurzelgänge, pedogene Karbonatkongkretionen, Entschichtung und Marmorierung angezeigt wird.

In den Teufenbereichen von etwa 1140 m bis 1165 m und von ca. 1210 m bis 1226 m (Nachfall?) finden sich in den Spülproben nicht selten Conchostraken (Abb. 12) in mehr oder weniger eben spaltenden roten Tonsteinen. Auch im Kern wurden einige gefunden (LE 223; Abb. 10). Sie lassen möglicherweise eine biostratigraphische Einstufung der Einheit D zu. Die taxonomische Bearbeitung steht jedoch noch aus.

Alle im Kern 13 angetroffenen sedimentären Merkmale sprechen dafür, dass es sich dabei um im flachen Uferbereich eines Sees abgelagerte lakustrine Sedimente handelt. Zeitweilig verlagerte sich die Uferzone so, dass eine Bodenbildung stattfinden konnte. Nach oben fällt dieser See periodisch trocken und geht in eine Playa über, in der uneben geschichtete schluffige Feinsandsteine abgelagert wurden (Spülproben, Anhang). Zeitweilige stärkere Niederschläge spülten gröbere Sande in den Sedimentationsraum, wo sie geringmächtige Bänke bildeten. In nach solchen Flutereignissen stehen gebliebenen temporären Gewässern, in denen Conchostraken lebten, wurden ebenschichtige Ton- und Schluffsteine sedimentiert.



**Abb. 12:** Conchostraken aus Einheit D; Spülproben aus dem Teufenbereich 1148 m bis 1162 m, die Exemplare sind 2 bis 3 mm groß (Fotos: E. NITSCH).

### 3.2.5 Einheit E

1220 m bis 1300 m (Kernmärsche 14 bis 17, Abbildungen 3, 13 und 14)

Das Gammalog der 80 m mächtigen Einheit E unterscheidet sich deutlich von den vorhergehenden Einheiten (Abb. 3). Es ist durch auffallend große Amplituden gekennzeichnet. Auch Widerstand- und Soniclog zeigen vergleichsweise starke Amplituden. Die Ausschläge im Gammalog korrespondieren mit Wechseln von schwarzen bis dunkelgrauen eben spaltenden Ton- und Schluffsteinen und grauen bis hellgrauen uneben spaltenden feinsandigen Schluffsteinen bis untergeordnet matrixreichen schluffigen Feinsandsteinen in den Spülproben (Anhang). Die hohen Intensitäten sind erwartungsgemäß an die schwarzen Tonsteine, aber auch an einen sauren Tuff (LE 190; 1267 m) gebunden. In der unteren Hälfte der Einheit E bis ca. 1265 m sind die Mächtigkeiten der tonigen und der schluffigen Bänke nahezu gleich. Ab 1265 m nimmt der Anteil der gröberen Klastika nach oben deutlich zu. Es treten mächtige monotone (geringe Amplituden im Gammalog) Schluff-

steinbänke auf, die von geringmächtigen Tonsteinbänken unterbrochen werden. Weiter nach oben nehmen die Mächtigkeiten der Einzelbänke wieder ab, und ab ca. 1230 m nimmt auch der Tonanteil im Profil wieder deutlich zu.

Die Kernmärsche 14 bis 17 sind eine zusammenhängende Kernstrecke (Abb. 13). Sie zeigen undulierende Zyklen und Wechsellagerungen von schwarzen bis dunkelgrauen, zum Teil feinsandigen Schluffsteinen und Tonsteinen. Selten sind geringmächtige hellgraue Feinsandsteinbänke eingeschaltet (LE 103, 105, 142). Sie haben eine wellige, z.T. erosive Basis. Die größte Lage im gesamten Profil ist ein grobsandiger Tuff (LE 190) mit scharfer, ebener Basis (Abb. 14 a). Schichtungsgefüge zeigen vor allem ebene bis flach wellige Laminationen (Abb. 14 c) und ungeschichtete bis schwach geschichtete Lagen. Weit verbreitet sind syndimentäre Deformationen wie klastische Gänge (z.B. LE 91–97, 163–167, 171–184; Abb. 14 f), die überwiegend auf Entwässerungen zurückzuführen sind, intraformationelle Brekzien (z.B. LE 95, 162) und Mikrorutschungsgefüge (z.B. LE 129–136, 146–155, 172–179, 187–195;

► **Abb. 13** (siehe nächste Seite): Lithologie der Kernstrecken 14 bis 17 (Neuaufnahme U. GEBHARDT) der Bohrung Urach 3 im Vergleich zu den Bohrlochmessungen (Grafik: U. GEBHARDT & LGRB).

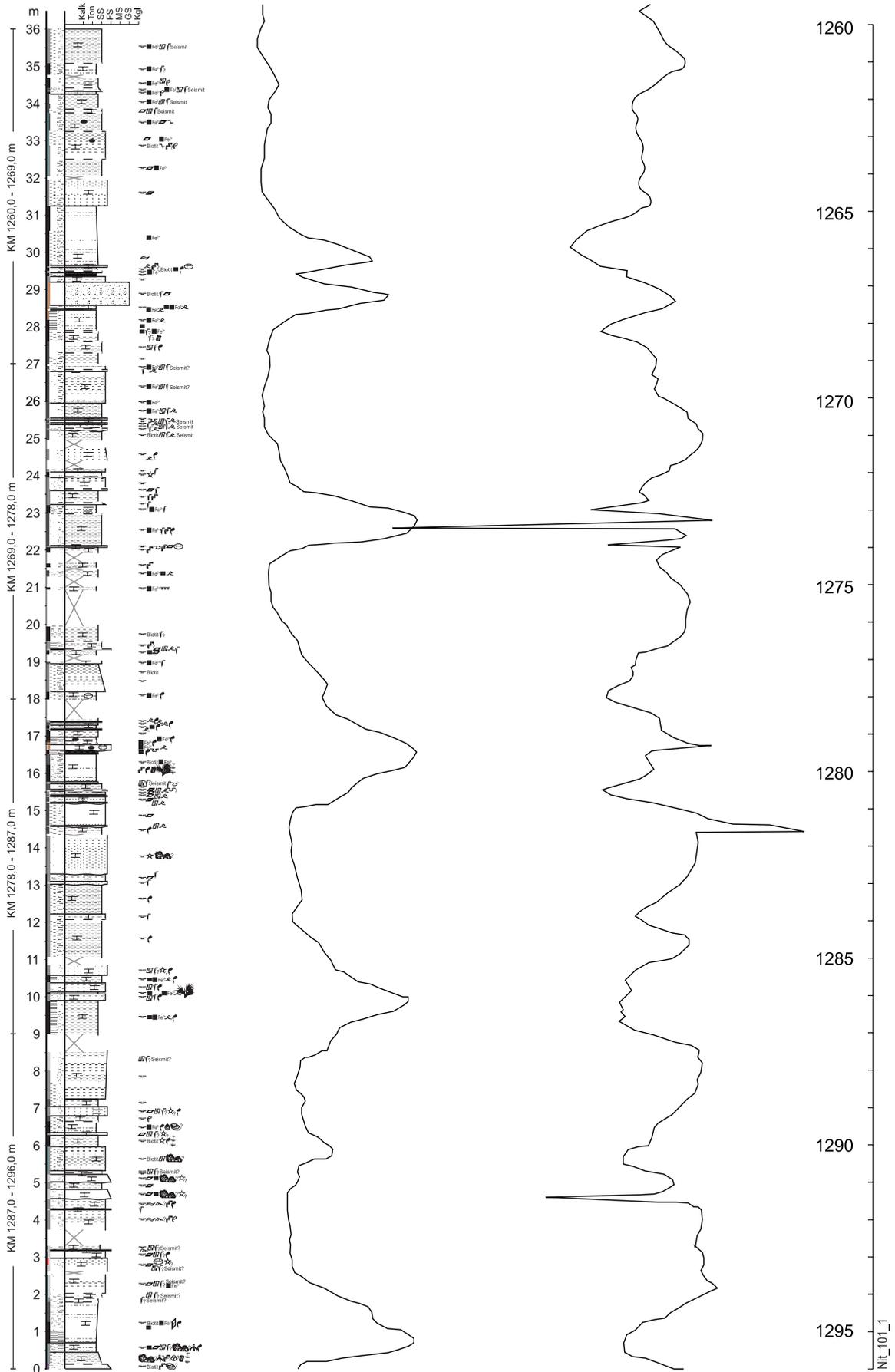


Kernaufnahme

Gammalog

Soniclog

Logteufen





**Abb. 14:** Lithotypen Einheit E (KM 14–17); **a:** LE 189 und 190 grobsandiger saurer Tuff (?) über feinschichtigem schwarzem Tonstein mit Mikrorutschstrukturen; **b:** LE 116 schwarzer Schluffstein mit Mikrorutschstrukturen; **c:** LE 92 eben laminierte Ton- und Schluffsteine; **d:** LE 107 Seismit, grauer Schluffstein mit synsedimentärer Mikroschockdeformation; **e:** LE 89 rötlicher schluffiger Feinsandstein mit Bioturbation (von Muscheln? verursachte Grabgänge); **f:** LE 93 Schluffstein mit klastischen Gängen (Entwässerungsstrukturen?, Seismit?); Maßstab in cm (Fotos: U. GEBHARDT).

Abb. 14 b). Auch Seismite mit Mikroschockdeformationen sind häufig (z. B. LE 93–99, 175–180, 201–207; Abb. 14 d). Der gesamte Profilabschnitt ist nahezu frei von Biotit. Hellglimmer und Pyrit treten dagegen häufig auf (z. B. LE 92–116, 140–144, 186–207). Pyrit ist manchmal zu Gips verwittert (LE 92), der sekundär durch Karbonat ersetzt wurde (LE 145–153).

Der See war groß, tief, eutroph und offenbar sehr lebensfeindlich für größere aquatische Organismen. Umwälzungen des Wasserkörpers erfassten tiefere Bereiche nicht oder nur selten. Der Standort der Bohrung wird nur vereinzelt von sehr distalen Ablagerungen von Turbiditen (LE 103, 105, 142) erreicht. Die Sedimente sind ausnahmslos pelagisch. Abgesehen von den allgegenwärtigen kohligen Pflanzenhäckseln sind organische Reste ausgesprochen selten. Sie sind von wenigen Ausnahmen abgesehen nicht bestimmbar, nur selten lassen sich Calamiten (LE 90, 109, 140) oder Farne (LE 118, 140), vielleicht auch Makrosporen

(LE 90) identifizieren, die aus einer hygrophilen Florengesellschaft am Ufer des Sees stammen könnten oder von weiter her eingeweht wurden. Manchmal finden sich stromatolithische Strukturen, die in Form von fein laminierten Klasten aus flacheren Bereichen des Sees eingespült wurden (z. B. LE 90/91, 103–108, 127). Benthos ist von einigen Grabgängen abgesehen nicht nachweisbar (z. B. LE 89, 102, 160–163, 199; Abb. 14 e), was angesichts der weitgehend unter Sauerstoffmangel abgelagerten Sedimente nicht verwundert. Allerdings sind trotz der Größe des Sees auch keine sonstigen aquatischen Faunen wie Fische, Amphibien oder auch Arthropoden nachweisbar, die in einem großen See mit ausgeprägtem Pelagial zu erwarten gewesen wären. Lediglich Muscheln (LE 89, 111) und Conchostraken (LE 111), alle einklappig erhalten, treten sehr selten auf und sind sicher aus flacheren Bereichen des Sees eingespült. Die Conchostraken scheinen ein anderer Typ zu sein als die aus Einheit D.

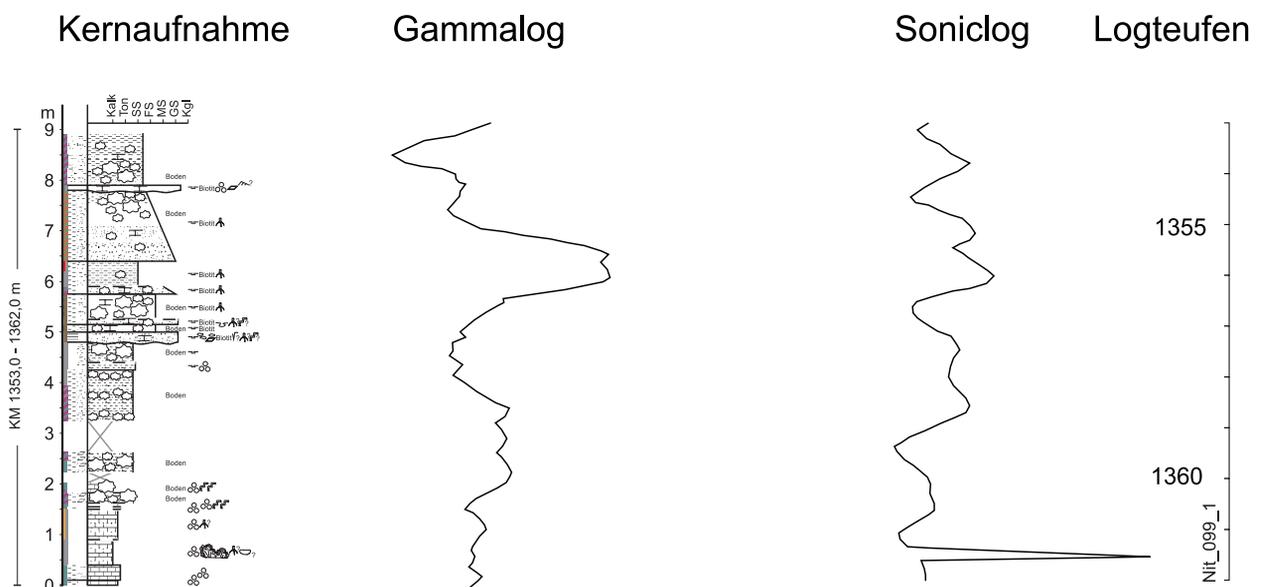


### 3.2.6 Einheit F

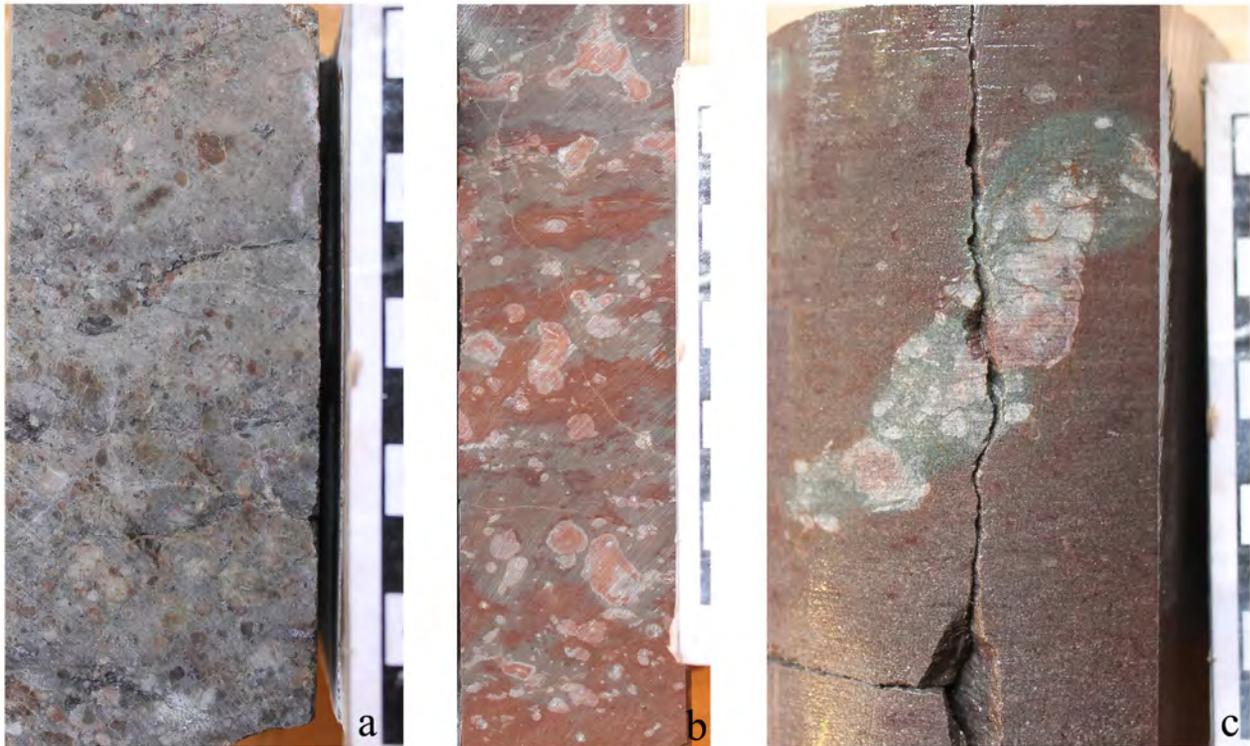
1300 m bis 1395 m (Kernmarsch 18, Abbildungen 3, 15 und 16)

Alle Logs der 95 m mächtigen Einheit F zeichnen sich durch stark wechselnde Amplituden aus (Abb. 3). An der Basis wechseln im Gammalog hohe und niedrige Intensitäten bis etwa 1370 m. Gleichzeitig zeigen Soniclog und Widerstandslog geringe Amplituden. In den Spülproben (Anhang) finden sich dort abwechselnd rot- und grauviolette, z. T. grünlich gefleckte schluffige Feinsandsteine und hellrotviolette Grob- und Mittelsandsteine. Es handelt sich dabei sicherlich um fluviatile Rinnen und die zugehörigen overbank-Sedimente. Die grünlichen Verfärbungen könnten ein Hinweis auf Bodenbildungen sein. Es folgt ein Abschnitt mit geringeren Intensitäten und Amplituden bis etwa 1348 m, darüber erneut ein Horizont mit hoher Strahlungsintensität bei einem gleichzeitigen Dichte- und Widerstandsminimum bis 1340 m. Die Spülproben setzen sich in diesem Abschnitt vor allem aus schwarzen und grauen uneben spaltenden schluffigen Tonsteinen und tonigen Schluffsteinen zusammen. Dieser lakustrine Horizont wird von Grobklastika überlagert. Nach oben folgt zunächst ein Konglomerat, das sich aus Kristallin (verschiedene Granite, ein dunkler Magmatit – Diorit?, grauer Quarzit), Quarz und Feldspat zusammensetzt, später folgen rot- und grauviolette, z. T. grün gefleckte matrixreiche Fein- bis Mittelsandsteine, die bei 1300 m von den dunkelgrauen lakustrinen Feinklastika der Einheit E überlagert werden.

Kernmarsch 18 (Abb. 15) beginnt mit einem ca. 2,5 m mächtigen lakustrinen Karbonathorizont (LE 68–75; Abb. 16 a). Er ist grau bis grün, überwiegend mikritisch, häufig aus Intraklasten zusammengesetzt und geht nach oben in einen Calcisol über. Es konnte eine spärliche Fossilführung nachgewiesen werden, die sich nach derzeitiger Kenntnis aus Characeen (KRJUTSCHKOW 2006, Abb. 9 d), kleinen Gastropoden (KRJUTSCHKOW 2006, Abb. 9 b) und Ostracoden zusammensetzt. Mit diesen lithologischen Merkmalen und seiner aus Pionierformen zusammengesetzten Fossilführung ist dieser Karbonathorizont dem Typ 3.1 („Algenmikrit“) nach GEBHARDT (1988a) zuzuordnen. Dieser Typ entsteht bevorzugt in kleinen flachen ephemeren Seen, die in fluviatilen Sedimentationsräumen nach Überflutungsereignissen stehen bleiben (GEBHARDT 1988b, GEBHARDT et al. 2000). Der den oberen Abschluss des Karbonathorizontes bildende Calcisol (LE 74–76; Abb. 16 b) entstand bei der Verlandung des Sees. Nach oben folgen feinklastische overbank-Sedimente (LE 77–79, 85, 88), die wiederholt von mehr oder weniger deutlich eben geschichteten Sandsteinen mit eingeregelter Komponenten unterbrochen werden (LE 80, 82–84, 86). Die Sandsteine sind komponentengestützt, gut sortiert und eckig bis gut gerundet. Sie setzen sich vor allem aus Quarz und Sedimentklasten zusammen und enthalten reichlich Biotit. Der gesamte Kern 18 ist intensiv pedogen überprägt (Abb. 16 c). Es handelt sich dabei ausschließlich um mehr oder weniger reife Calcisols.



**Abb. 15:** Lithologie der Kernstrecke 18 (Neuaufnahme U. GEBHARDT) der Bohrung Urach 3 im Vergleich zu den Bohrlochmessungen (Grafik: U. GEBHARDT & LGRB).



**Abb. 16:** Lithotypen Einheit F (KM 18); **a:** LE 71 Intraklastkalkstein, pedogen überprägt; **b:** LE 76 pedogene Calcrete, völlig von karbonatischen Wurzelkonkretionen durchsetzter Schluffstein; **c:** LE 83 pedogene Calcrete, Wurzelgang mit Karbonatkonkretionen; Maßstab in cm (Fotos: U. GEBHARDT).

Einheit F wurde überwiegend fluviatil sedimentiert. Sandige und konglomeratische Rinnensedimente wechseln mit feinklastischen Ablagerungen der Überschwemmungsebenen, die intensiv pedogen überprägt wurden. Es entstanden ausschließlich Calcisols. Auf den Überflutungsebenen blieben ephemere Seen stehen, in denen lakustrine Karbonate ausgefällt wurden. Derartige Sedimentationsmuster entstehen in intern morphologisch kaum differenzierten, rein kontinentalen Becken mit überwiegend silikatischen Liefergebieten (GEBHARDT 1988a). Das reichlich vorhandene Kalziumkarbonat steht in Form von Klasten oder Lösungen aus der Verwitterung von anstehenden älteren Karbonatgesteinen und vor allem aus der Feldspatverwitterung zur Verfügung. Die Sedimentationsräume befinden sich häufig im Regenschatten einer Gebirgskette in einer ansonsten humiden Klimazone (GEBHARDT et al. 2000). Diese Konstellation gewährleistet, dass in den Liefergebieten genügend Wasser für eine chemische Verwitterung anstehender Karbonatgesteine und Ca-haltiger Feldspäte zur Verfügung steht. Andererseits entsteht durch den Regenschatteneffekt im Sedimentationsgebiet selbst ein semiarides Klima, das insgesamt trocken und warm genug ist, um eine Karbonatfällung und vor allem die Bildung von Calcisols zu ermöglichen.

### 3.2.7 Einheit G

1395 m bis 1485 m (Kernmärsche 19 und 20, Abbildungen 3, 17 und 18)

Die 90 m mächtige Einheit G ist im Gammalog durch insgesamt niedrige Intensitäten gekennzeichnet, die jedoch deutlich höher liegen als z. B. in den Einheiten A bis C (Abb. 3). Von einigen Ausnahmen abgesehen sind auch die Amplituden vergleichsweise gering. Die Mittelwerte nehmen nach oben geringfügig aber gleichmäßig ab, was mit der nach oben abnehmenden Menge an frischen Kalifeldspäten in den Spülproben korrespondiert. Die hohen Intensitäten bei ca. 1420 m und 1430 m sind auf Tuffe zurückzuführen. Insgesamt handelt es sich um eine recht monotone Abfolge von relativ strahlungsarmen Feinklastika. Sonic- und Widerstandslog (Abb. 3) dagegen zeigen sehr hohe gleichlaufende Amplituden, d. h. hohe Dichte korreliert mit hohem Widerstand und umgekehrt. Das hängt möglicherweise mit wechselnden Mengen an sandigem Material in den ansonsten schluffigen Sedimenten zusammen.

In den Spülproben (Anhang) dominieren bis 1468 m rotbraune und rotviolette schluffige Feinsandsteine und matrixreiche Mittelsandsteine mit reichlich Biotit. Daneben finden sich Quarz, frischer Kalifeldspat, Granit und selten Porphy. Das



im Gammalog auffallende Intensitätsminimum bei 1468 bis 1464 m wird durch einen aus Quarz und Plagioklas zusammengesetzten Grobsandstein verursacht. Die Abfolge darüber setzt sich aus rotbraunen, rotvioletten und grau-violetten feinsandigen Schluffsteinen und schluffigen Feinsandsteinen zusammen. Die ab 1404 m auffälligen rotbraun/rotviolett/grünfleckigen Farben zeigen einen Paläoboden am Top der Einheit G an, der ein Indikator für eine Sedimentationslücke an der Grenze zu Einheit F sein könnte.

Die Kernmärsche 19 und 20 sind eine zusammenhängende Kernstrecke (Abb. 17). Sie zeigen eine merkmalsarme Abfolge von mehr oder weniger grobsandführenden braunen bis rotbraunen

Schluffsteinen. Die Grobsandfraktion besteht aus eckigen frischen Kalifeldspäten und Quarzen, die matrixgestützt in die Schluffsteine eingelagert sind (Abb. 18 a), in einigen Horizonten sind auch radialstrahlige karbonatische Sphäroide mit konzentrischem Internbau eingelagert (LE 36, 39, 47), deren Genese noch nicht geklärt ist. Möglicherweise handelt es sich um umgelagerte Ooide. Schichtgrenzen sind häufig überwiegend durch fließende Übergänge gekennzeichnet, scharfe Grenzen finden sich nur selten und sind dann in der Regel sehr uneben mit Belastungswülsten. Interne Schichtungsmuster fehlen oder sind nur schwach angedeutet eben bis uneben. Ein Teil des Profils ist möglicherweise pedogen überprägt (LE 24, 26, 31). Auf jeden Fall handelt es sich dabei um sehr

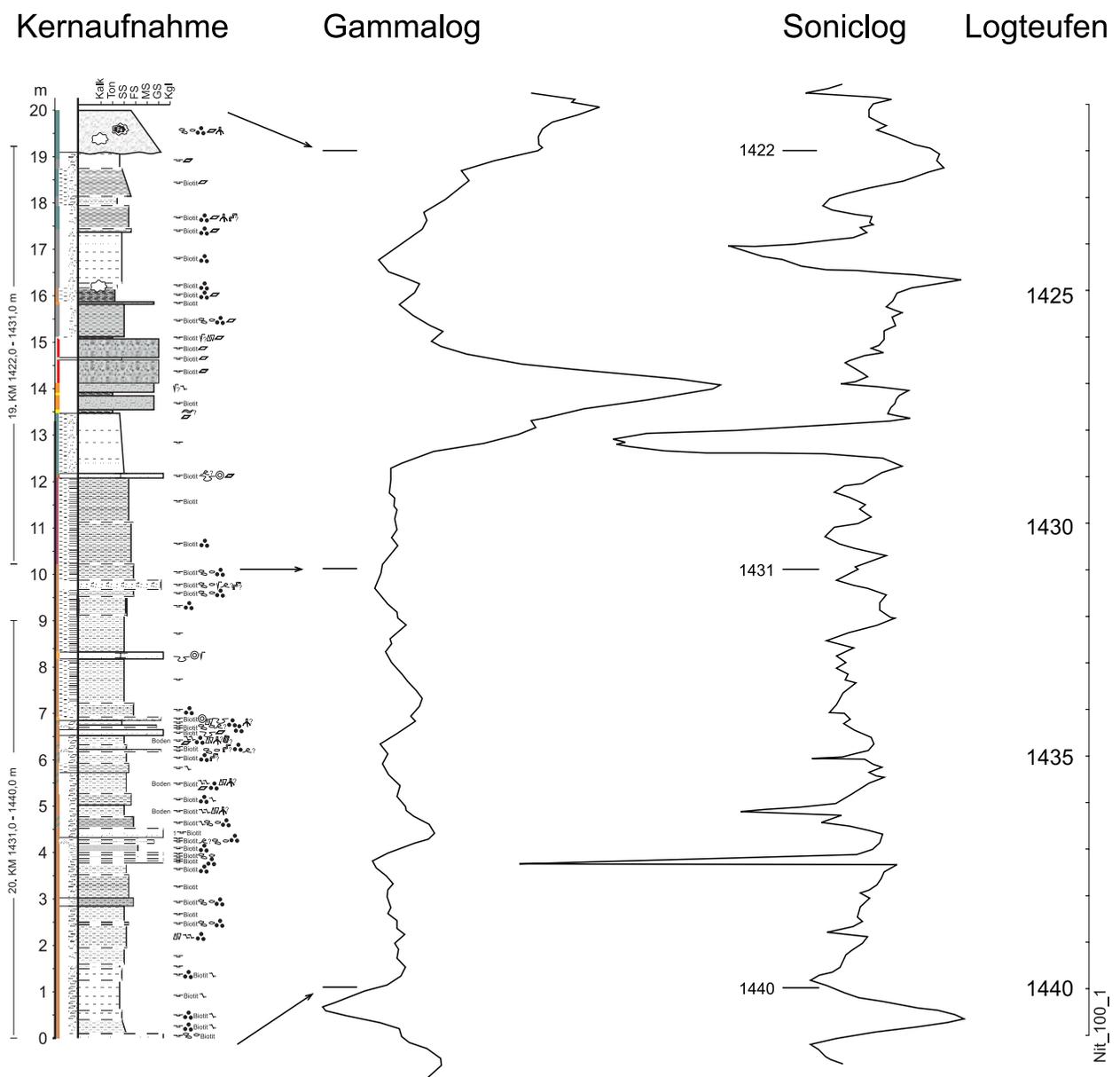


Abb. 17: Lithologie der Kernstrecken 19 und 20 (Neuaufnahme U. GEBHARDT) der Bohrung Urach 3 im Vergleich zu den Bohrlochmessungen (Grafik: U. GEBHARDT & LGRB). Die gemessenen Kernproben weisen jeweils annähernd 1 m Überkern auf.



**Abb. 18:** Lithotypen Einheit G (KM 19+20); **a:** LE 42 und 43 Schlammflutsediment, die ausschließlich aus Quarz und frischem Kalifeldspat bestehende Grobfraction ist matrixgestützt in Schluffstein eingelagert; **b:** LE 63 graugrüner Schluffstein mit nichtkarbonatischen Wurzelgängen; **c:** LE 67 intraformationelles Konglomerat aus Tonklasten, pedogen überprägt (sideritische Wurzelkonkretionen); Maßstab in cm (Fotos: U. GEBHARDT).

unreife, karbonatfreie Böden (Abb. 18 b und c). Wiederholt treten geringmächtige tuffitische Horizonte auf (z. B. LE 11, 19, 23). Ein 2,5 m mächtiger Tuffhorizont ist bei 1427 m Teufe (LE 49 bis 56) eingeschaltet.

Die in den Kernmärschen 19 und 20 aufgeschlossenen Sedimente sind distale Schlammflutablagerungen. Die enthaltene Grobsandfraktion (eckige frische Kalifeldspäte und Quarze, hoher Biotitgehalt) ist mit hoher Wahrscheinlichkeit umgelagerter Granitgrus. Die nichtkarbonatischen Böden sprechen für ein eher humides Klima. Dem widerspricht der hohe Anteil an frischem Kalifeldspat und Biotit, die beide sehr anfällig für eine chemische Verwitterung sind. Offenbar wurde dieses Material sehr rasch sedimentiert – was mit dem geringen Reifegrad der Böden korreliert. Einheit G wurde synvulkanisch abgelagert. Die häufig eingeschalteten Tuffe und tuffitischen Horizonte belegen Vulkanismus in unmittelbarer Nähe.

### 3.2.8 Einheit H

1485 m bis 1602 m (Abbildung 3)

Die 117 m mächtige Einheit H ist nicht mit Kernmaterial belegt. Das Gammalog zeigt wechselnde Intensitäten mit großen Amplituden an (Abb. 3). Das spiegelt sich in den Spülproben wider. In geringen Abständen wechseln Grob- und Mittelsandsteine mit dünnplattigen Ton und Schluffsteinen. An der Basis findet sich ein 2 m mächtiges Konglomerat, das sich aus Kristallin (Gneis, Granit, schwarzer Magmatit = Diorit?, grauer Quarzit), Quarz und Feldspat zusammensetzt. Darüber folgen bis 1594 m zunächst rotbraune matrixreiche Grob- und Mittelsandsteine und dann schluffige Feinsandsteine und matrixreiche Mittelsandsteine, die reichlich Biotit und Feldspat führen. Auf eben spaltenden dünnplattigen schwarzen Tonsteinen finden sich Pflanzenhäcksel und fein gestreifte Achsen (Calamiten?). Außerdem finden sich kohlige Holzreste. Dabei handelt es sich jedoch möglicherweise um Nachfall. Bis 1564 m folgen graue und weiße Grobsandsteine und graue matrixreiche Mittelsandsteine mit hohem Biotitgehalt. Untergeordnet finden sich auch rotbraun/grün gefleckte Feinklastika und dünnplattige schwarze Tonsteine mit Pflanzenhäckseln und kohligen Holzresten. Der Teufenbereich von 1564 m bis 1556 m setzt sich überwiegend aus schwarzen und dunkelgrauen Feinklastika zusammen, in die geringmächtige Lagen aus matrixreichem Mittelsandstein eingeschaltet sind. Bis zum Top der Einheit bei 1485 m folgen dann im Wesentlichen weiße gut sortierte z. T. zerbohrte Grobsandsteine und möglicherweise Konglomerate, die sich ausschließlich aus eckigen Quarzen und Feldspat zusammensetzen. Der gesamte Profilabschnitt ist reich an frischem Biotit. Die wiederholt auftretenden kohligen Holzreste lassen darauf schließen, dass möglicherweise dünne Kohleflöze eingeschaltet sind.

Einheit H ist eine proximale Schuttfächerablagerung. Die Rotsedimente an der Basis sind möglicherweise eine umgelagerte rote Verwitterungsrinde, die vor Beginn der permokarbonischen Molassesedimentation auf der Kristallinoberfläche entstanden ist. Die weiter oben folgenden weißen gut sortierten, aber eckigen Feldspatsandsteine und der hohe Biotitgehalt lassen sich gut von Granitgrus herleiten, dessen primäre Gleichkörnigkeit eine gute Sortierung vortäuscht.



## 4 Stratigraphie

### 4.1 Biostratigraphie

Das Permokarbonprofil der Bohrung Urach 3 ist trotz einiger höffiger Gesteinsserien ausgesprochen fossilarm. Die in manchen Abschnitten häufigen kohligen Pflanzenhäcksel sind leider nicht gut genug erhalten, um eine taxonomische Zuordnung und damit eine biostratigraphische Auswertung zu ermöglichen. An verwertbaren Fossilien wurden bisher nur Mikroflora und Conchostraken gefunden.

#### Mikroflora

Ein erster Versuch, das Permokarbonprofil der Bohrung Urach 3 biostratigraphisch zuzuordnen, wurde von BUNTEBARTH et al. 1979 unternommen. Sie konnten Mikroflora in den Teufenbereichen 1260 m und 1286,5 m (hier Einheit E) sowie zwischen 1582 m und 1608 m (hier Einheit H) nachweisen. Die Flora aus Einheit H gehört mit *Spinospirites*, *Thymnospira*, *Punctatosporites cingulatus* und selten auch *Lycospora* in das Stefan und damit ins Pennsylvanium. Die Proben aus Einheit E ordnen BUNTEBARTH et al. 1979 eher dem Perm zu, wobei die tiefere Probe „Anklänge an das Stefan“ zeigt. Die Floren sind zu schlecht erhalten, um eine genauere Einstufung zu gestatten. Die große Problematik der Mikroflora besteht darüber hinaus in ihrer Faziesbindung. Hydrophile Floren mit „Karboncharakter“ finden sich auch noch bis weit in das Perm hinein, sofern ein entsprechend humides (Lokal)Klima herrschte. Da die bisher bearbeiteten Proben nur schlecht erhaltene Floren erbrachten, wäre eine erneute Untersuchung an weiterem Probenmaterial möglicherweise erfolgversprechend.

#### Conchostraken

In Spülproben und Kernen der Einheiten D und E konnten einige Conchostraken nachgewiesen werden (Abb. 12). Ihre taxonomische Bearbeitung ist noch nicht abgeschlossen. Sie scheinen jedoch zwei verschiedenen Typen zuzugehören. Ob das tatsächlich zutrifft und ob dieser Umstand ökologisch oder stratigraphisch bedingt ist, muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Biostratigraphie mit Conchostraken ist bisher sehr problematisch. Sie sind merkmalsarm und mit ihren aus Chitin bestehenden Schalen für diagenetische Veränderungen anfällig. Jedoch liefern sie im höheren Rotliegend oft die einzigen zur Verfügung stehenden Fossilfunde, und mit entsprechender Vorsicht sind Aussagen zur Biostratigraphie möglich (z. B. MARTENS 2012).

### 4.2 Isotopenalter

Zur Bestimmung von Isotopenaltern (U-Pb-Messungen an Zirkonen, Laserablation) wurden zwei Proben aus sauren Tuffhorizonten genommen: 1. Einheit E, Kernmarsch 14, LE 190 und 2. Einheit G, Kernmarsch 19, LE 50 bis 53. Die Bearbeitung ist noch nicht abgeschlossen.

### 4.3 Lithostratigraphie

Da Ergebnisse aus anderen stratigraphischen Methoden noch nicht zur Verfügung stehen, soll hier ein erster Versuch gemacht werden, das Profil lithostratigraphisch zu untergliedern.

#### 4.3.1 Rotliegend, Schramberg-Formation

Die Einheiten A bis C wurden unter ähnlichen, überwiegend ariden Klimabedingungen in einem distalen, zumindest aber morphologisch sehr flachen Sedimentationsraum abgelagert. Die Basis der Einheit C ist weitflächig erosiv (Abb. 19). Die generelle Zusammensetzung der Klastika ist relativ konstant und setzt sich in wechselnden Anteilen vor allem aus reifen Quarzsanden, verschiedenen Vulkaniten, wenig Kristallin (Granit, Gneis, Quarzit) und Quarz-Dihexaedern zusammen. Damit unterscheidet sich das Geröllspektrum deutlich von

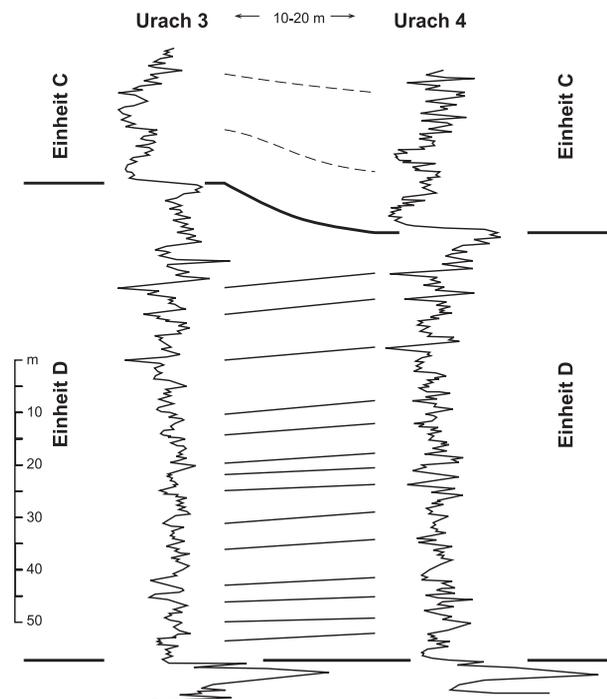


Abb. 19: Korrelation der Gammalogs der Bohrungen Urach 3 und 4. Die Basis der Einheit C erodiert Teile der liegenden Einheit D (Grafik E. NITSCH).

dem der liegenden Einheiten, was für neue Liefergebiete und damit für eine veränderte Paläogeographie spricht. Einheit A unterscheidet sich durch weit verbreitete Dolomitkrusten, deren Bildung ein deutlich trockeneres Klima erfordert, als die Sedimentationsmuster der Einheiten B und C anzeigen. Karneol findet sich als Splitter in den Spülproben aller Einheiten, im Kernmarsch 12 auch als Konkretionen. Hinweise auf synsedimentäre Tektonik und Vulkanismus sind nicht nachweisbar. Es ist daher legitim, die Einheiten A bis C stratigraphisch als eine postvulkanische und damit als Schramberg-Formation zusammenzufassen. Vielleicht ist jedoch Einheit A als eigene, deutlich jüngere stratigraphische Einheit abzutrennen. Eine Entscheidung darüber muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

#### 4.3.2 Steinkohlen-Gruppe (?) oder Rotliegend (?) Einheit D

Der Sedimentationsraum der Einheit D war ein flacher See bzw. der flache Uferbereich eines Sees, der nach oben zunehmend austrocknet und in die feuchten Sandebenen einer Playa überleitet. Das Klima war wechselfeucht, jedenfalls deutlich feuchter als während der Ablagerung der Einheiten A bis C. Die erosive Auflagerung von Einheit C und die deutlich veränderte Zusammensetzung der Klastika (fehlende Vulkanite!) lassen eine Schichtlücke zwischen Einheit C und D vermuten.

Auch an der Basis der Einheit D ist eine Schichtlücke anzunehmen. Sowohl im Gammalog als auch in den Spülproben spiegelt sich ein abrupter Wechsel von pelagisch-euxinischer Sedimentation eines großen tiefen Sees im Liegenden zu einer flachlakustrinen bis litoralen Sedimentation mit zeitweiligen Bodenbildungen wider. Wenn es sich dabei um den normalen Verlauf einer Seeverlandung handeln würde, wären Hinweise auf eine allmähliche Abnahme der Wassertiefe zu erwarten gewesen. Darüber hinaus ändert sich auch hier die Zusammensetzung der Sedimente. Einheit E ist nahezu biotitfrei, während die Sedimente in Einheit D auffallend reich an Biotit sind. Die überwiegend roten bis rotbraunen Gesteinsfarben gestatten eine Einstufung in das Rotliegend, das jedoch älter wäre als die Einheiten A bis C. Es gibt keine Hinweise auf Vulkanismus und/oder Tektonik, die Sedimentation erfolgte demnach postvulkanisch. Dass keine Vulkanitklasten nachweisbar sind, mag der distalen Position und der daraus folgenden geringen Korngröße geschuldet sein. Möglicherweise standen aber auch keine Vulkanite in der näheren Umgebung zur Abtragung an. Vielleicht wird hier die Bearbeitung der Conchostraken weiterführen.

#### 4.3.3 Steinkohlen-Gruppe, Tierstein-Formation, Neuwiesen-Subformation

Einheit E wurde synvulkanisch und in einer tektonisch aktiven Zeit abgelagert. Die pelagischen Feinklastika weisen zahlreiche synsedimentäre Deformationen auf, die auf seismische Ereignisse zurückgeführt werden müssen (Mikroschockstrukturen, Rutschungen, klastische Gänge, Entwässerungsstrukturen). Darüber hinaus treten Tuffhorizonte auf. Ähnliche Sedimente im Nordschweizer Becken wurden von BOY & SCHINDLER 2000 ökostratigraphisch mit der Altenglan-Formation im Saar-Nahe-Becken verglichen und damit altersmäßig in das Asselium gestellt. Denkbar wäre auch ein Vergleich mit der etwas jüngeren Goldlauter-Formation im Thüringer-Wald-Becken. Auch dort wurden Seesedimente mit einer artenarmen Fauna in Schwarzpeliten und zwischengeschaltete Tuffhorizonte in einem tektonisch aktiven Becken abgelagert.

Eine alternative Basis der Einheit E bietet sich möglicherweise bei ca. 1340 m an (Abb. 3; Anhang). Dort überlagert ein 25 m mächtiges Konglomerat die liegenden Feinklastika der Einheit F. Dieses Konglomerat setzt sich aus verschiedenen Graniten, einem auffallenden dunklen Magmatit (Diorit?) sowie grauem Quarzit, Quarz und Feldspat zusammen. Vulkanite fehlen. Es steht möglicherweise mit der tektonisch gesteuerten Anlage des tiefen Seebeckens in ursächlicher Verbindung und belegt mit seinem gegenüber dem Liegenden veränderten Geröllspektrum eine veränderte Paläogeographie. Ausgehend von der Einstufung der pelagischen Seesedimente nach Mikroflora in das tiefe Perm bietet sich dieses Konglomerat auch als Basiskonglomerat in der Nähe der Karbon/Perm-Grenze an, wie es in mehreren permokarbonischen Molassebecken Mitteleuropas auftritt. Die Bestätigung dieser Hypothese hängt jedoch unmittelbar von den Altersdaten ab, die die beiden derzeit in Bearbeitung befindlichen Proben liefern werden. Sollte sich dieser Gedanke bestätigen, müsste Einheit E als eigene Formation oder zumindest Subformation mit der Basis bei 1340 m ausgehalten werden.

Auch die Einheiten F und G unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer Ablagerungsbedingungen. Einheit F wurde auf einer von fluviatilen Rinnen durchzogenen Überflutungsebene abgelagert und intensiv pedogen überprägt. Sie zeichnet sich vor allem durch den hohen Karbonatgehalt aus. Derartige Ablagerungen sind auch aus anderen mitteleuropäischen Becken bekannt, z.B. Rothenburg-Formation/Saalesenke (GEBHARDT 1988b,



GEBHARDT et al. 2000), Halle-Formation/Saale-senke und Tambach-Formation/Thüringer-Wald-Becken (GEBHARDT 1988a), wobei in den zum Rotliegend gehörenden Profilen der Halle- und der Tambach-Formation die charakteristischen lakustrinen Horizonte fehlen.

Einheit G dagegen besteht aus Schlammflutablagerungen. Karbonat fehlt völlig. Der Geröllbestand setzt sich fast ausschließlich aus Quarz und frischem Kalifeldspat zusammen. Böden sind karbonatfrei und ausgesprochen unreif. Diese Differenzen lassen durchaus eine Zuordnung zu verschiedenen Subformationen zu.

Bis die offenen Fragen geklärt werden können, werden die Einheiten E bis G zur Neuwiesen-Subformation der Tierstein-Formation zusammengefasst und der Steinkohlen-Gruppe zugeordnet.

#### 4.3.4 Steinkohlen-Gruppe, Tierstein-Formation, Tierstein-Arkoseschichten

Das Profil der Einheit H ist vor allem wegen der deutlich abweichenden Lithologie als Tierstein-Arkoseschichten abgetrennt worden. Nach der biostratigraphischen Einstufung mit Mikroflora setzt die permokarbonische Molassesedimentation im Stefan über Kristallin ein, das möglicherweise zuvor tiefgründig rotverwittert war.

## 5 Fazit

Aus der hier durchgeführten detaillierten Neudokumentation resultiert eine vorläufige Untergliederung des Permokarbon-Profiles der Bohrung Urach 3 in 8 Einheiten (A bis H). Diese Einheiten unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer lithologischen und faziellen Ausbildung. Sie sind in der Regel durch Schichtlücken voneinander getrennt.

Das Profil ist insgesamt ausgesprochen fossilarm. Es konnten lediglich einige Conchostraken gefunden werden, die nach ihrer taxonomischen Bearbeitung möglicherweise eine biostratigraphische Zuordnung gestatten. Bereits 1979 wurde durch BUNTEBARTH et al. eine Einstufung der Einheit H in das tiefere Stefan (Stefan B?) und der Einheit E in das Perm (z. T. „Autun“, z. T. „Saxon“) vorgenommen. Zur Ergänzung der litho- und biostratigraphischen Bearbeitung wurden zwei Proben zur Bestimmung von Isotopenaltern genommen, deren Bearbeitung jedoch bis zur Drucklegung nicht abgeschlossen war.

Ich bedanke mich bei den Herren Dr. M. MARTIN, Dr. M. FRANZ und G. GOLLEMBECK (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) für vielfältige technische Hilfe bei der Neubearbeitung des Kernmaterials. Besonderer Dank gilt Herrn Dr. E. NITSCH (LGRB) für gewinnbringende Diskussionen, die umfangreiche Überarbeitung des Schichtenverzeichnisses im Anhang und die Bereitstellung mehrerer in diesem Beitrag verwendeter Abbildungen.

## Literatur

- BOY, J. & SCHINDLER, T. (2000): Ökostratigraphische Bioevents im Grenzbereich Stephanium/Autunium (höchstes Karbon) des Saar-Nahe-Beckens (SW-Deutschland) und benachbarter Gebiete. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **216**: 89–152; Stuttgart.
- BUNTEBARTH, G., GREBE, H., TEICHMÜLLER, M. & TEICHMÜLLER, R. (1979): Inkohlungsuntersuchungen in der Forschungsbohrung Urach 3 und ihre geothermische Interpretation. – Fortschr. Geol. Rheinland u. Westfalen, **27**: 183–199; Krefeld.
- DIETRICH, H.-G. (1982): Geological results from the Urach 3 borehole and the correlation with other boreholes. – In: HAENEL, R. (ed.): The Urach Geothermal Project (Swabian Alb, Germany): 49–58; Stuttgart (Schweizerbart).
- DIETRICH, H.-G. (1983): Ergebnisse zum geologischen Profil der Bohrung Urach 3 und zur Korrelation des erbohrten Unteren Mesozoikums und des Jungpaläozoikums mit anderen Bohrprofilen. – In: Stadtwerke Urach (Hrsg.): Untersuchung der geothermischen Anomalie Urach auf eine mögliche wirtschaftliche Nutzung einschließlich Frac-Studien in der erweiterten Forschungsbohrung Urach. – BMFT-Projekt 03E-4023 A/BC und EG-Projekt 176-77 EGD & EGD-Nachtr. 1, Bericht vom 30.10.1983: S. 148–157. – [unveröff.]
- DIETRICH, H.-G. & SCHÄDEL, K. (1978): Untersuchung der geothermischen Anomalie in Urach auf eine mögliche Nutzung durch eine Untersuchungsbohrung bis tief ins Kristallin (ET 4023 B). – Progr. Energieforsch. u. Energietechn. 1977-1980, Statusreport 1978 – Geotechnik und Lagerstätten, **1**: 79–85; Jülich.
- GEBHARDT, U. (1988a): Mikrofaziesanalyse und stratigraphisch-regionalgeologische Interpretation terrestrischer Karbonate der varistischen Molasse (Mitteleuropa, Permokarbon). – Freiburger Forschungsh., **C 427**: 30–59; Leipzig.

- GEBHARDT, U. (1988b): Mikrofazies und Paläontologie biogener Karbonate der Unteren Mansfelder Schichten (Oberkarbon, Stefan). – Hallesches Jb. Geowiss., **13**: 5–21; Gotha.
- GEBHARDT, U. (2014): Neudokumentation Permokarbon Bohrung Urach 3. Schichtenverzeichnis Bohrkerne (1440,0 m bis 935,0 m; KM 20 bis 8). – Bericht Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe: 82 S. – [unveröff.]
- GEBHARDT, U., MERKEL, T. & SZABADOS, A. (2000): Karbonat-sedimentation in siliziklastischen fluviatilen Abfolgen. – Freiburger Forschungsh., **C 490**: 133–168; Freiburg.
- GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1991): Geologie von Baden-Württemberg [4. Aufl.]. – 482 S.; Stuttgart.
- GEYER, M., NITSCH, E. & SIMON, T. (2011): Geologie von Baden-Württemberg [5. Aufl.]. – 627 S.; Stuttgart.
- GWINNER, M. P. (1987) mit Beitr. v. MÄUSSNEST, O., SCHÄDEL, K. & VILLINGER, E.: Erläuterungen zu Blatt 7522 Urach [3. erw. Aufl.]. – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, Erl. Bl. 7522: 118 S., 4 Taf., 6 Beil.; Stuttgart.
- GWINNER, M. P. (1998) mit Beitr. v. MÄUSSNEST, O., SCHÄDEL, K. & VILLINGER, E.: Erläuterungen zu Blatt 7522 Urach [4. erg. Aufl.]. – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, Erl. Bl. 7522: VII+131 S., 4 Taf., 8 Beil.; Stuttgart.
- HAENEL, R. (ed.) (1982): The Urach Geothermal Project (Swabian Alb, Germany). – 419 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- KÄMPFE, C. (1984): Tiefbohrungen in Baden-Württemberg und den umgebenden Ländern. – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N. F. **80**: 1–313; Stuttgart.
- KRJUTSCHKOW, A. (2006): Die Geothermie-Bohrung Urach 3: Becken- und Faziesentwicklung des Rotliegend abgeleitet von Petrographie und Geophysik. – Dipl.-Arb. Inst. Geol. Univ. Würzburg: 89 S. – [unveröff.]
- LGRB (2011): Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.): Symbolschlüssel Geologie Baden-Württemberg – Verzeichnis Geologischer Einheiten (Ausgabe 2011). – 1 Tab.; Freiburg i. Br. (<http://www.lgrb-bw.de>).
- MARTENS, T. (2012): Biostratigraphie der Conchostraca (Branchiopoda, Crustacea) des Rotliegend. – In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland X. Rotliegend. Teil I: Innervariscische Becken. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **61**: 98–109; Hannover.
- NITSCH, E. & ZEDLER, H. (2009): Oberkarbon und Perm in Baden-Württemberg. – LGRB-Informationen, **22**: 7–102; Freiburg i. Br.
- ORTLAM, D. (1974): Inhalt und Bedeutung fossiler Bodenkomplexe in Perm und Trias von Mitteleuropa. – Geol. Rdsch., **63**: 850–884; Stuttgart.
- SITTIG, E. & NITSCH, E. (2012): Stefan und Rotliegend zwischen Odenwald und Alpenrand. – In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland X. Rotliegend. Teil I: Innervariscische Becken. – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., **61**: 646–696; Hannover.
- VILLINGER, E. (1982): Hydrogeologische Aspekte zur geothermischen Anomalie im Gebiet Urach – Boll am Nordrand der Schwäbischen Alb (SW-Deutschland). – Geol. Jb., **C 32**: 3–41; Hannover.



## Anhang:

### Probenbeschreibung der permokarbonischen Schichtenfolge der Bohrung Urach 3

Die Beschreibung der Kernstrecken wurde von der Redaktion für die Druckfassung leicht gekürzt. Die ausführliche Kernbeschreibung (GEBHARDT 2014: 82 S.) ist am Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe und im Bohrarchiv des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg hinterlegt. Die Nummern der Schichten in den Kernbeschreibungen (Lithoeinheiten: LE) beziehen sich auf diese Darstellung.

#### Hangendes: Buntsandstein

- 890 – 894 m Geröllsandstein, grobsandig mit Geröllsplintern (Quarz, Feldspat), Feinkies und Grobsand gut gerundet, hellrot und weiß, Splitter von Hornstein (braun, grün, rot) sowie Karneolsplitter; Feinsandstein, grüngrau und Feinsandstein, braun (Nachfall?); Nachfall: Schluffstein, grau (muF), Zement
- 895 m Im Gammalog Wechsel von wiederholt ansteigenden Trends im Liegenden zum abfallenden Verlauf im Buntsandstein, bei 895-896 m Wechsel von einem Strahlungsminimum und Widerstandsmaximum (Sandsteinrinne) nach unten zu einem Strahlungsmaximum und Widerstandsminimum (Dolomitkruste).

#### Zechstein, Kirnbach-Formation (?)

- 898 m Dolomitstein, mit Einschlüssen von scharfkantigen Sandkörnern (Quarz), bräunlichgelb und grau; Feldspatsandstein, feinkörnig, braun; Hornstein, sandig, braun, grau; Mittel- und Grobsand, kantig bis angerundet, darunter selten zerbrochene Quarze mit Kristallkanten, Karneolsplitter und runde Karneolsandkörner (Nachfall?); Nachfall: Quarzsandstein, feinkörnig, mittelkörnig und geröllführend grobkörnig, hellgrau, weiß und hellrot; Schluffstein, grau und rotbraun; Zement, Plastik, Metallabrieb
- 906 m Mittelsandstein und Grobsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot und weiß, kantengerundet, überwiegend Quarz; außerdem Feldspat, Feldspatsandstein, Vulkanit, vereinzelte zerbrochene idiomorphe Quarze, vereinzelt Karneolsplitter; grauer Schluffstein; rotbrauner Schluffstein und Feinsandstein, z. T. mit viel Biotit; Nachfall aus Buntsandstein und Muschelkalk

#### Rotliegend, Schramberg-Formation, Einheit A

- 918 m Feinsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot und weiß, gut gerundet und sortiert, überwiegend Quarz; außerdem Feldspat, Feldspatsandstein, Milchquarz, nach unten zunehmend Vulkanit, zahlreiche idiomorphe Quarz-Dihexaeder, vereinzelt Karneolsplitter; dunkelrotbrauner Schluffstein und rotbrauner Feinsandstein, z. T. mit viel Biotit; Nachfall aus Buntsandstein und Muschelkalk
  - 930 m Feinsandstein, Mittelsandstein und Grobsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot und weiß, gut gerundet, überwiegend Quarz; außerdem Vulkanit, Feldspat, rotbraune glimmerführende Feinklastika, Karneolsplitter; zahlreiche idiomorphe Quarz-Dihexaeder; wenig Nachfall aus Buntsandstein und Muschelkalk
  - 935 m Mittelsandstein und Grobsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot und weiß, gut gerundet bis kantengerundet, überwiegend Quarz; außerdem Vulkanit, Feldspat, rotbraune glimmerführende (Biotit) Feinklastika, Karneolsplitter; wenige idiomorphe Quarz-Dihexaeder; wenig Nachfall aus Buntsandstein und Muschelkalk
- 935,0 – 942,9 m *Kern 8: 8 Kisten, 7,5 m Gewinn, der Kern ist stark beprobt und daher lückenhaft  
Kornbestand der klastischen Gesteine: Sandfraktion verschiedene Porphyre, Quarz und Milchquarz, vereinzelt frischer Biotit; Kiesfraktion Milchquarz, Quarz, Porphyre, grauer Quarzit, wenig Kristallin (Gneis, Granit), Sedimentklasten*

- LE 398: ca. 0,25 m Grobsandstein, feinkiesführend; hellgrünlichgrau; ungeschichtet bis schwach flach wellig geschichtet; komponentengestützt; schwach karbonatisch, stark dolomitisch zementiert; scharfe, sehr unregelmäßige Basis
- LE 397: ca. 1,00 m (stark beprobt und zerfallen) Grobsandstein, mittelsandig, feinkonglomeratisch; dunkelrotbraun und hellgrünlichgrau gefleckt; ungeschichtet, ungerregelt; komponentengestützt; schwach karbonatisch, unregelmäßig verteilt Dolomitkonkretionen bis 20 cm Ø, unregelmäßig, z. T. unscharf begrenzt, z. T. scharf begrenzt; unten fließender Übergang
- LE 396: > 0,25 m Grobsandstein, feinkiesführend; hellgrünlichgrau; ungeschichtet bis schwach flach wellig geschichtet; komponentengestützt; schwach karbonatisch, stark dolomitisch zementiert
- LE 395: > 0,30 m Grobsandstein, mittelsandig, feinkiesführend (1%); rotbraun; im 5- bis 10-mm-Bereich flaserig geschichtet; im 5-cm-Bereich uneben spaltend; komponentengestützt; karbonatfrei, nach oben schwach karbonatisch; nach oben zunächst unscharfe graugrüne Flecken, später Dolomitkonkretionen, weiß, unregelmäßig begrenzt, 3 x 8 cm, schichtparallel; unten fließender Übergang
- LE 394: > 0,35 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, nach oben Grobsandstein, feinkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet bis schwach geschichtet, ungerregelt, z. T. senkrecht stehende Komponenten; komponentengestützt; schwach karbonatisch, absandend
- LE 393: > 0,04 m Grobsandstein, feinkiesführend (2%); hellrotbraun; schwach im cm-Bereich eben geschichtet, ungerregelt, z. T. senkrecht stehende Komponenten; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, flach wellige Basis
- LE 392: ca. 0,10 m Mittelkonglomerat, feinkonglomeratisch, grobsandig; hellrotbraun, unten schwach eben geschichtet (nicht schräg!), nach oben ungeschichtet, ungerregelt; komponentengestützt; karbonatfrei, absandend; scharfe, ebene Basis
- LE 391: 0,25 m Grobsandstein, feinkiesführend (2%), nach oben Grobsandstein; hellrotbraun, am Top unregelmäßig unscharf schwach hellgrünlichgrau gefleckt; schwach im cm-Bereich eben geschichtet, nach oben ungeschichtet, schwach geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 390: 0,06 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, mittelsandig; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerregelt bis schwach geregelt, z. T. senkrecht stehende Komponenten; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 389: 0,08 m Feinkonglomerat, grobsandig, hellrötlichweiß und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, schwach geregelt, z. T. senkrecht stehende Komponenten; komponentengestützt; schwach karbonatisch; scharfe, ± ebene Basis
- LE 388: ca. 0,20 m Grobsandstein, mittelsandig, feinkiesführend (1%); hellrotbraun; im 5-cm-Bereich eben geschichtet durch Korngrößenwechsel, intern gradiert (Grobsand, feinkiesführend – Grobsand, mittelsandig); komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch; scharfe, ebene Basis
- LE 387: 0,25 m Grobsandstein, feinkiesführend (2%), nach oben Grobsandstein; hellrotbraun; schwach im cm-Bereich eben geschichtet, nach oben ungeschichtet, schwach geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei, oben Dolomitkonkretionen, weiß, unregelmäßig begrenzt, 3 x 8 cm, schichtparallel; unten fließender Übergang
- LE 386: > 0,18 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, mittelsandig; hellrotbraun; ungeschichtet, schwach geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 385: > 0,05 m Feinkonglomerat, grobsandig; hellrotbraun/grünlichgrau unscharf gefleckt; ungeschichtet; ungerregelt, z. T. senkrecht stehende Komponenten; komponentengestützt; schwach karbonatisch; scharfe, unebene Basis
- LE 384: 0,01 m Dolomit; bräunlichweiß bis hellrötlich; konkretionär, 1 x 5 cm, scharf unregelmäßig begrenzt; intern dicht, zuckerkörnig; in Zwischenräumen grüner Tonstein
- LE 383: > 0,06 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch; hellrotviolett bis rötlichweiß; schwach im 2-cm-Bereich eben geschichtet, intern ungeschichtet; ungerregelt, z. T. senkrecht stehende Komponenten; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, flach wellige Basis



- LE 382: > 0,06 m Grobsandstein, mittelsandig; rotbraun, unregelmäßig grün gefleckt; im 5-mm-Bereich eben parallel geschichtet durch Bindemittelstreifen, intern ungeschichtet bis schwach im mm-Bereich eben laminiert; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 381: > 0,02 m Grobsandstein, feinkiesführend; rotbraun; ungeschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 380: 0,12 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch; hellrotbraun/hellgrünlichweiß unscharf unregelmäßig gefleckt; ungeschichtet bis schwach im 3- bis 5-cm-Bereich kreuzgeschichtet, intern im mm-Bereich schräg geschichtet; komponentengestützt; schwach karbonatisch; scharfe, bogig erosive Basis
- LE 379: 0,03 m Grobsandstein, feinkiesführend; rotbraun; ungeschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 378: > 0,05 m Grobsandstein; hellrotbraun; ungeschichtet bis schwach im mm-Bereich schräg geschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 377: > 0,12 m Grobsandstein, feinkiesführend; hellrotbraun; im 1- bis 2-cm-Bereich eben geschichtet, intern ungeschichtet bis schwach im mm-Bereich schräg geschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 376: > 0,30 m Grobsandstein, mittelsandig, feinkiesführend (1 %); rotbraun, lagenweise hellgrünlichgrau gefleckt, unscharf, unregelmäßig, nach oben zunehmend; im 5-cm-Bereich eben geschichtet durch Korngrößenwechsel, intern gradiert (Grobsand, feinkiesführend – Grobsand, mittelsandig); komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch
- LE 375: ca. 0,80 m (Kern stark zerfallen) Grobsandstein, feinkiesführend (10 %); hellrotbraun und weißlichgrün unregelmäßig unscharf gefleckt; ungeschichtet, ungerichtet; komponentengestützt; schwach karbonatisch
- LE 374: > 0,08 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch (mit Karneolkörnern), mittelsandig, schluffig; rotbraun und grün unregelmäßig gefleckt; ungeschichtet, ungerichtet; matrixgestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch, Dolomitkonkretionen, bräunlichweiß, bis 2 cm Ø, unregelmäßig, ± schichtparallel, scharf begrenzt
- LE 373: 0,30 m Mittelsandstein, grobsandig, feinkiesführend, nach oben Mittelsandstein, grobsandführend; rotbraun und grün unregelmäßig gefleckt, nach oben zunehmend grün; ungeschichtet, ungerichtet, z. T. senkrecht stehende Komponenten (unten); komponentengestützt; karbonatfrei, nach oben zunehmend Dolomitkonkretionen, bräunlichweiß, bis 2 cm Ø, unregelmäßig scharf begrenzt, ± schichtparallel; vereinzelt Tonschmitzen bis 2 mm, rotbraun, schichtparallel; scharfe, bogig erosive Basis
- LE 372: 0,15 m Grobsandstein, mittelsandig, feinkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerichtet, nach oben schwach gerichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 371: ca. 0,12 m Feinkonglomerat, grobsandig, mittelkiesführend (große Klasten Porphyry und Milchquarz); hellrotbraun; ungeschichtet, ungerichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 370: 0,04 m Mittelsandstein, grobsandig; hellrotbraun; im 1- bis 2-cm-Bereich eben geschichtet durch Tonlaminae, intern schwach im mm-Bereich schräg geschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 369: ca. 0,15 m Grobsandstein, mittelsandig, feinkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerichtet, nach oben schwach gerichtet; komponentengestützt; karbonatfrei
- 944 – 948 m Feinsandstein, Mittelsandstein und Grobsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut gerundet bis kantengerundet, überwiegend Quarz; außerdem Vulkanit, Feldspat, dunkelrotbraune glimmerführende (Biotit) Feinklastika, Karneolsplitter, große frische Hell- und Dunkelglimmer, idiomorphe Quarz-Dihexaeder, weißer Ton (verwitterter Feldspat?); Nachfall aus Buntsandstein und Muschelkalk
- 950 m Grobsandstein und Mittelsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot und weiß, gut gerundet bis kantengerundet; viel Vulkanit, außerdem Quarz, Karneolsplitter; wenig rotbraune Feinklastika; Nachfall aus Muschelkalk und Buntsandstein

- 964 m Feinsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet, überwiegend Quarz; außerdem wenig Vulkanit, Feldspat, akzessorisch Milchquarz, z. T. viel frischer Hellglimmer, Karneolsplitter, wenige idiomorphe Quarz-Dihexaeder; wenige rotbraune und rotbraun/grün gefleckte Feinklastika
  - 968 m Grobsandstein und Mittelsandstein, z. T. wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot und weiß, gut gerundet bis eckig; Vulkanit und Quarz, idiomorphe Quarz-Dihexaeder, Karneolsplitter; wenige rotbraune und rotbraun/grün gefleckte Feinklastika
  - 972 m Feinsandstein, Mittelsandstein und Grobsandstein, z. T. wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot und weiß, gut gerundet bis eckig; Vulkanit und Quarz, idiomorphe Quarz-Dihexaeder, Karneolsplitter; wenige rotbraune und rotbraun/grün gefleckte Feinklastika; wenige graue Feinklastika (Nachfall?)
  - 976 m Feinsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet, überwiegend Quarz; außerdem wenig Vulkanit, Feldspat, akzessorisch Milchquarz, Karneolsplitter, wenige idiomorphe Quarz-Dihexaeder; wenige rotbraune und rotbraun/grün gefleckte Feinklastika
  - 983 m Feinsandstein, Mittelsandstein und Grobsandstein, z. T. wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot und weiß, kantengerundet bis eckig; Vulkanit und Quarz, zahlreiche idiomorphe Quarz-Dihexaeder, Feldspat, akzessorisch Granit, Arkosen, wenige Karneolsplitter; rotbraune und rotbraun/grün gefleckte Feinklastika; graue Feinklastika (Nachfall?)
- 983,0 – 992,0 m *Kern 9: 10 Kisten, 9 m Gewinn, Kern z. T. stark zerfallen und geklebt, z. T. lückenhaft Kornbestand der klastischen Gesteine (LE 361–LE 368): Milchquarz, Quarz, verschiedene Porphyre, rotbraune Sedimente, wenig Kristallin (Gneis, Granit), lagenweise feine Hellglimmer, Karneol (lagenweise)*
- LE 368: *ca. 0,40 m (vorhanden sind noch 0,17 m Kern) Grobsandstein, feinkonglomeratisch; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlich-graue Bleichungsflecke bis 5 mm Ø, ± rund, scharf begrenzt*
  - LE 367: *> 0,10 m Feinkonglomerat, grobsandig; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerregelt; komponentengestützt; karbonatfrei*
  - LE 366: *> 1,45 m (intern fehlen 0,20 m und 0,25 m, beprobt) Grobsandstein, feinkonglomeratisch, mittelkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; bei 0,80 m bis 1,00 m hellgrünliche Bleichungsflecke bis mehrere cm groß, unscharf unregelmäßig begrenzt*
  - LE 365: *> 0,05 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsand- und feinkiesführend; rotbraun und hellgrün gefleckt; ungeschichtet; kleinstückig scherbzig zerfallend; komponentengestützt; karbonatfrei*
  - LE 364: *> 0,30 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, mittelkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerregelt; komponentengestützt; karbonatfrei*
  - LE 363: *> 0,60 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsand- und feinkiesführend; rotbraun und hellgrün gefleckt; ungeschichtet; kleinstückig scherbzig zerfallend; komponentengestützt; karbonatfrei; Bleichungsflecke bis mehrere cm groß, unscharf unregelmäßig begrenzt*
  - LE 362: *> 0,10 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, mittelkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke bis 5 mm Ø, ± rund, scharf begrenzt; unten fließender Übergang*
  - LE 361: *ca. 0,80 m Grobsandstein, mittelsandig, schluffig, feinkiesführend, nach oben Grobsandstein, feinkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke bis 1 cm Ø, ± rund, scharf begrenzt; wiederholt rotbraune Tonscherben bis 2 mm x 2 cm, ungerregelt; scharfe, unebene (erosive?) Basis*



### Schramberg-Formation, Einheit B

Kornbestand der klastischen Gesteine (LE 343–LE 360): Quarz, Milchquarz, verschiedene Porphyre, Kristallin (Gneis, Granit), grauer Quarzit, vereinzelt schwarzer Kiesel-schiefer, vereinzelt rotbraune Sedimente, Feldspat? (LE 358)

- LE 360: ca. 0,30 m (Kern stark zerfallen) Mittelsandstein, grobsandig, schluffig, feinkiesführend; rotbraun; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlich-graue Bleichungsflecke bis 1 cm Ø, ± rund, scharf begrenzt
- LE 359: 0,50 m Grobsandstein, mittelsandig, schluffig, feinkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke bis 1 cm Ø, ± rund, scharf begrenzt; wiederholt rotbraune Tonscherben bis 2 mm x 2 cm, unregelt; unten fließender Übergang
- LE 358: ca. 0,15 m Mittelsandstein, grobsandig, nach oben Grobsandstein, mittelsandig; hellrotbraun; unten schwach angedeutet eben parallel laminiert, nach oben ungeschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 357: ca. 0,15 m (Kern völlig zerfallen) Grobsandstein, feinkonglomeratisch, schluffig; rotbraun, und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke bis 2 cm Ø, ± rund, unscharf begrenzt, von Klüften ausgehende Bleichungen
- LE 356: ca. 0,10 m Feinkonglomerat, grobsandig; hellrötlichbraun; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt, karbonatfrei; von Klüften ausgehende hellgrüne Bleichungen; scharfe, sehr unebene Basis mit tiefen Belastungsmarken und Entwässerungsstrukturen
- LE 355: ca. 0,50 m (Kern völlig zerfallen) Grobsandstein, feinkonglomeratisch, schluffig; rotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke bis 2 cm Ø, ± rund, unscharf begrenzt, von Klüften ausgehende Bleichungen; unten fließender Übergang
- LE 354: ca. 0,45 m Feinkonglomerat, grobsandig; hellrotbraun; ungeschichtet, unregelt, z. T. senkrecht stehende Komponenten; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke bis 2 cm Ø, ± rund, unscharf begrenzt, grüne Bleichungen an Klüften
- LE 353: > 0,05 m Feinkonglomerat, grobsandig; grünlichweiß, nach oben hellrötlich-braun gefleckt; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt, karbonatfrei
- LE 352: > 0,03 m Grobsandstein, feinkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt, karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 351: 0,06 m Feinkonglomerat, grobsandig; grünlichweiß, nach oben hellrötlich-braun gefleckt; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt, karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 350: 0,14 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, mittelsandig, schluffig, mittelkiesführend; rotbraun, am Top grün gebleicht; ungeschichtet, unregelt; matrixgestützt; karbonatfrei
- LE 349: ca. 0,30 m Grobsandstein, mittelsandig, schluffig, feinkiesführend, nach oben Mittelsandstein, grobsandig, schluffig, feinkiesführend; rotbraun, nach oben intensiv grünlich-grau gefleckt; ungeschichtet; matrixgestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 348: > 0,20 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, schluffig; rotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch
- LE 347: > 0,07 m Feinkonglomerat, grobsandig, schluffig; rotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, unregelt, z. T. senkrecht stehende Komponenten; komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch
- LE 346: ca. 0,05 m Grobsandstein, mittelsandig, schluffig, feinkiesführend; rotbraun; ungeschichtet, unregelt; matrixgestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 345: ca. 0,45 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, schluffig; rotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, unregelt; komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke bis 2 cm Ø, ± rund, unscharf begrenzt; unten fließender Übergang

- LE 344: 0,10 m Feinkonglomerat, grobsandig; hellrotbraun; ungeschichtet, ungerichtet, z. T. senkrecht stehende Komponenten; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke bis 2 cm Ø, ± rund, unscharf begrenzt; scharfe, ± ebene Basis
- LE 343: ca. 0,60 m (Kern völlig zerfallen, Mächtigkeit nach KRJUTSCHKOV 2006) Grobsandstein, feinkonglomeratisch, schluffig; rotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, ungerichtet; komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch
- 992 – 998 m Feinsandstein, Mittelsandstein und Grobsandstein, z. T. wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot und weißgrau, kantengerundet, selten gut gerundet; Quarz und Vulkanit, viel Hellglimmer, wenig Feldspat, wenige idiomorphe Quarz-Dihexaeder (z. T. zerbrochen), wenige Karneolsplitter; weißgrauer und hellroter z. T. schluffiger Feinsandstein; rotbraune Feinklastika
- 1010 m Feinsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet, überwiegend Quarz; rotbrauner schluffiger Feinsandstein; rotbraune Feinklastika; graue Feinklastika; außerdem weißer Grobsandstein, wenige kantengerundete Grobsandklasten von Vulkanit, akzessorisch Milchquarz, grauer Quarzit, Karneolsplitter, viele frische Quarz-Dihexaeder
- 1017 m Grobsandstein, Mittelsandstein und Feinsandstein, z. T. wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut gerundet bis kantengerundet, z. T. eckig, Quarz, Vulkanit, Feldspat, akzessorisch Milchquarz, Granit, grauer Quarzit, Karneolsplitter; wenige graue und rotbraune Feinklastika (Nachfall)
- 1017,0 – 1025,6 m Kern 10: 8 Kisten, 8 m Gewinn, der Kern ist stark beprobt und daher lückenhaft  
Kornbestand der klastischen Gesteine: vor allem Quarz und Milchquarz, Porphy, rotbraune Schluffklasten, grauer Quarzit, Kristallin, Biotit, dunkelgrauer Quarzit (LE 310–LE 315)
- LE 342: 0,05 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch; hellrotbraun; ungeschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 341: 0,08 m Mittelsandstein, feinsandig, grobsandig; rotbraun; ungeschichtet; matrixgestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 340: 0,05 m Feinsandstein, mittelsandig, grobsand- und feinkiesführend; rotbraun; im cm-Bereich eben parallel geschichtet durch Korngrößenwechsel (Feinsand, mittelsandig – Grobsand, feinsandig, feinkiesführend) mit fließenden Übergängen; matrixgestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 339: 0,03 m Mittelsandstein, grobsandig; hellrotbraun; im 1- bis 2-mm-Bereich eben parallel laminiert; komponentengestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 338: ca. 0,20 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig, feinkiesführend; rotbraun; ungeschichtet, ungerichtet; matrixgestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 337: ca. 0,25 m Feinkonglomerat, grobsandig, nach oben Feinkonglomerat, grobsandig, feinsandig, schluffig; rotbraun und Eigenfarben der Komponenten; schwach im cm-Bereich eben geschichtet, nach oben zunehmend ungeschichtet; unten komponentengestützt, nach oben zunehmend matrixgestützt; karbonatfrei
- LE 336: ca. 0,10 m (nur wenige Reststücke vorhanden) Feinkonglomerat, grobsandig; hellrotbraun; ungeschichtet, horizontal geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei, grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, ebene Basis mit Belastungsmarken
- LE 335: 0,05 m Mittelsandstein, grobsandig; hellrotbraun; im 1- bis 2-mm-Bereich eben parallel laminiert; komponentengestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 334: ca. 0,45 m (Kern z. T. völlig zerfallen und in Tüten verpackt) Feinkonglomerat, grobsandig; hellrotbraun; ungeschichtet, horizontal geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei, grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, unebene Basis
- LE 333: 0,05 m Feinsandstein, schluffig, grobsandig; rotbraun; ungeschichtet; Biotit; karbonatfrei, Trockenriss, mit Grobsand, mittelsandig verfüllt, bis 1 cm weit, 3 cm tief; unten fließender Übergang



- LE 332: 0,45 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig, feinkiesführend; rotbraun; ungeschichtet, ungerichtet; matrixgestützt; karbonatfrei, vereinzelt Flasern im cm-Bereich aus Grobsand, mittelsandig, hellrotbraun, komponentengestützt, intern schräg geschichtet; unten fließender Übergang
- LE 331: 0,05 m Feinkonglomerat, grobsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; ungeschichtet bis schwach im 5-mm-Bereich eben parallel geschichtet durch Bindemittelstreifen, schwach geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; Basis tektonischer Harnisch
- LE 330: > 0,35 m (durch tektonische Kluft abgetrennte Kalotte, isoliertes Stück) Grobsandstein, feinkonglomeratisch; hellrotbraun; ungeschichtet, horizontal geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 329: > 0,15 m Mittelsandstein, grobsandig, feinkiesführend (1%); hellrotbraun; im 1- bis 2-mm-Bereich eben parallel laminiert; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 328: 0,08 m Grobsandstein, mittelsandig, feinkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Anreicherung der Kiesfraktion in Lagen, schwach bis nicht geregelt, z. T. senkrecht stehende Klasten; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 327: 0,09 m Feinkonglomerat, grobsandig; hellrotbraun; schwach eben geschichtet, horizontal geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ± ebene Basis mit Belastungsmarken
- LE 326: > 0,15 m Mittelsandstein, grobsandig, feinkonglomeratisch; hellrotbraun; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Anreicherung der Feinkiesfraktion, schwach geregelt; komponentengestützt; rotbraune bis dunkelrotbraune Tonscherben, eckig, 1 mm x 1 cm, ± schichtparallel geregelt; karbonatfrei (unten fehlen mindestens 0,50 m, beprobt)
- LE 325: > 0,05 m Feinkonglomerat, grobsandig, mittelsandig, nach oben Grobsandstein, mittelsandig, feinkiesführend; hellrotbraun; ungeschichtet, schwach geregelt, z. T. senkrecht stehende Klasten; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, unebene Basis mit Belastungsmarken
- LE 324: ca. 0,40 m (intern sind mehrere Abschnitte zerfallen) Mittelsandstein, feinsandig, grobsandig, feinkiesführend; rotbraun; im 2- bis 5-cm-Bereich eben geschichtet durch Korngrößenwechsel (Feinkonglomerat, grobsandig, schluffig – Mittelsandstein, feinsandig, grobsandführend) mit fließenden Übergängen, intern ungeschichtet, schwach geregelt bis ungerichtet; grobe Lagen komponentengestützt, feine Lagen matrixgestützt; karbonatfrei, nach oben zunehmend Tonschmitzen im mm-Bereich; Basis zerfallen; fließender Übergang?
- LE 323: ca. 0,05 m Feinkonglomerat, feinsandig, schluffig; rotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, ungerichtet; matrixgestützt; karbonatfrei; scharfe, unebene Basis mit Belastungsmarken
- LE 322: ca. 0,30 m Feinkonglomerat, grobsandig, feinsandig, schluffig; rotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, ungerichtet; matrixgestützt; karbonatfrei
- LE 321: 0,05 m Feinsandstein, schluffig, mittelsandig; braunrot; schwach im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; uneben bis scherbzig zerfallend; matrixgestützt; viel frischer Biotit; karbonatfrei (unten fehlen ca. 0,50 m)
- LE 320: 0,20 m Feinkonglomerat, grobsandig, feinsandig, schluffig; rotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, unten schwach horizontal geregelt, nach oben ungerichtet; matrixgestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 319: 0,18 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch; hellrotbraun und Eigenfarben der Komponenten; eben parallel geschichtet, eben parallel geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 318: 0,10 m Feinkonglomerat; hellrotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, ungerichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, bogig erosive Basis
- LE 317: ca. 0,20 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch; hellrotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, schwach eben parallel geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; an der Basis unregelmäßig großfleckig hellgrau gebleicht

- LE 316: > 0,05 m Schluffstein; rotbraun; schwach geschichtet; im 3- bis 5-mm-Bereich scherbübig zerfallend; Hell- und Dunkelglimmer; karbonatfrei, slicken sides und tektonische Harnische (unten fehlen max. 0,50 m)
- LE 315: > 0,07 m Mittelsandstein, grobsandig, feinkiesführend, nach oben Mittelsandstein, grobsandig; rotbraun; unten ungeschichtet, unregelmäßig, nach oben zunehmend im mm-Bereich eben parallel geschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 314: 0,40 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, am Top mittelkiesführend; hellrotbraun und Eigenfarben der Komponenten; schwach eben parallel geschichtet, eben parallel geregelt, z. T. Imbrikationen; komponentengestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 313: 0,12 m Feinkonglomerat, grobsandig, mittelkiesführend; hellrotbraun und Eigenfarben der Komponenten; eben parallel geschichtet, eben parallel geregelt, z. T. Imbrikationen; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 312: 0,12 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch; hellrotbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet, schwach eben parallel geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 311: 0,25 m Feinkonglomerat, grobsandig, mittelkiesführend; hellrotbraun und Eigenfarben der Komponenten; eben parallel geschichtet, eben parallel geregelt, z. T. Imbrikationen; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 310: 0,45 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, nach oben Feinkonglomerat, grobsandig; hellrotbraun; ungeschichtet, horizontal geregelt; komponentengestützt; karbonatfrei, grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- 1025 – 1034 m Grobsandstein und Mittelsandstein, z. T. wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, schlecht sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, zementiert, ohne Matrix, Vulkanit, Quarz, wenig Milchquarz, grauer Quarzit, Feldspat, Karneolplitter, wenige idiomorphe Quarz-Dihexaeder (z. T. zerbrochen); wenig Feinsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, überwiegend Quarz; schluffiger Feinsandstein, rotbraun, glimmerführend; wenige graue Feinklastika (Nachfall?)
- 1036 m Feinsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz; Grobsandstein und Mittelsandstein, hellrot bis weiß, schlecht sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, ohne Matrix, zementiert, Quarz, Feldspat, wenig Vulkanit, wenige idiomorphe Quarz-Dihexaeder, Granit; rotbraune Feinklastika; wenige graue Feinklastika (Nachfall?)
- 1048 m Grobsandstein und Mittelsandstein, hellrot bis weiß, schlecht sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, ohne Matrix, zementiert, Quarz, Feldspat, wenig Vulkanit, wenige idiomorphe Quarz-Dihexaeder; nach unten zunehmend Feinsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz; wenige graue Feinklastika (Nachfall?)
- 1058 m Feinsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz; wenig aber nach unten zunehmend Grobsandstein und Mittelsandstein, hellrot bis weiß, schlecht sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, ohne Matrix, zementiert, Quarz, Feldspat, wenig Vulkanit, wenige idiomorphe Quarz-Dihexaeder, akzessorisch Karneol(?); wenige graue Feinklastika (Nachfall?)
- Schramberg-Formation, Einheit C**
- 1064 m Grobsandstein und Mittelsandstein, hellrot bis weiß, schlecht sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, ohne Matrix, zementiert, Quarz, Feldspat, wenig Vulkanit, wenige idiomorphe Quarz-Dihexaeder, akzessorisch grauer Quarzit; Feinsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz; wenige graue Feinklastika (Nachfall?)
- 1064,0 – 1073,0 m Kern 11: 10 Kisten, 9 m Gewinn  
Kornbestand der klastischen Gesteine: Quarz und Milchquarz, viel frischer Biotit, grauer Quarzit, Kristallin (Gneis?, Granit), schwarzer Kieselschiefer (in LE 307 wenig Glimmer, Porphy, rote Sedimente)



- LE 309: 0,30 m Grobsandstein, mittelsandig, schluffig, nach oben Mittelsandstein, grobsandig, schluffig; hellrotbraun; im cm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; komponentengestützt, nach oben matrixgestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich, grün gebleichte Klüfte in verschiedenen Richtungen; scharfe, flach wellige Basis
- LE 308: ca. 0,35 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend (10%); rotbraun; im cm-Bereich rippelschichtig bis im 5-mm-Bereich flaserig geschichtet, Rippel intern schwach im mm-Bereich schräg geschichtet, z. T. versackt; uneben spaltend; matrixgestützt, in Fasern und Rippeln komponentengestützt; karbonatfrei, grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 307: ca. 0,25 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig, nach oben Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend; rotbraun; im 5-mm- bis 1-cm-Bereich flaserig geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei; klastischer Gang, oben 3 cm, unten 1 cm weit, von oben mit Grobsand, mittelsandig verfüllt (Grabgang? Wurzelröhre? Trockenriss?), grüne Bleichung von Kluft ausgehend, EF 60°; unten fließender Übergang
- LE 306: 0,06 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, mittelsandig, feinsandig; hellgrünlichgrau; ungeschichtet bis schwach im 1- bis 2-cm-Bereich wellig geschichtet (versackte Rippel?); komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, uneben erosive Basis
- LE 305: ca. 0,02 m (Kern völlig zerfallen) Schluffstein, mittelsandig, nach oben grobsandführend; rotbraun; schwach geschichtet durch Anreicherung der Grobfraktion; uneben spaltend bis scherbzig zerfallend; matrixgestützt
- LE 304: ca. 0,20 m Mittelsandstein, grobsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Fasern und Rippeln komponentengestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; wiederholt 1 bis 2 cm starke Lagen und Fasern, schwach rippelschichtig; unten fließender Übergang
- LE 303: 0,05 m Grobsandstein, mittelsandig, feinkiesführend; hellrotbraun; im 1- bis 2-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Schlufflaminae, intern ungeschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, flach wellige Basis
- LE 302: 0,07 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig, feinkiesführend; rotbraun; ungeschichtet, syndementär gestört durch Belastungswülste und Entwässerungsstrukturen bis mehrere cm groß, syndementär brekziiert, Fetzengefüge; matrixgestützt; karbonatfrei; uneben erosive Basis
- LE 301: 0,07 m Mittelsandstein, grobsandig; hellrotbraun; ungeschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 300: 1,30 m Mittelsandstein, grobsandig, feinsandig, schluffig, an der Basis feinkiesführend; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Fasern und Rippeln komponentengestützt; karbonatfrei, grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; wiederholt 1 bis 2 cm starke Lagen und Fasern, schwach rippelschichtig
- LE 299: ca. 0,05 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, am Top feinkiesführend; hellrotbraun; im cm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet durch dunkelrotbraune Schlufflaminae; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 298: 0,30 m Mittelsandstein, grobsandig, schluffig; rotbraun; ungeschichtet, nach oben schwach im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet, an der Basis 2 cm mit Fasern im 3-mm-Bereich; matrixgestützt, in Fasern komponentengestützt; karbonatfrei, am Top eine versackte Rippel im cm-Bereich; scharfe, ± ebene Basis
- LE 297: 0,16 m Mittelsandstein, grobsandig; hellrotbraun; im 1- bis 3-mm-Bereich eben parallel geschichtet, nach oben zunehmend im cm-Bereich rippelschichtig, intern im mm-Bereich schräg geschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, uneben wellige Basis

- LE 296: 0,10 m Tonstein, schluffig; rotbraun; unten eben laminiert durch Korngrößenwechsel, nach oben ungeschichtet;  $\pm$  eben spaltend bis scherbzig zerfallend; karbonatfrei; zahlreiche tektonische Harnische, slicken sides; auf einigen Spaltflächen viel frischer Biotit, vereinzelt kleine Netzleisten; scharfe, flach wellige Basis
- LE 295: 0,07 m Feinsandstein, mittelsandig, schluffig; rotbraun; im 5-mm-Bereich flaserig geschichtet, nach oben zunehmend im cm-Bereich rippelschichtig, Rippel intern schwach im mm-Bereich schräg geschichtet, z. T. versackt; uneben spaltend; matrixgestützt, in Fasern und Rippeln komponentengestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm  $\varnothing$ ,  $\pm$  rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 294: 0,03 m Schluffstein, feinsandig; rotbraun; im 1- bis 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; scherbzig bis splittrig zerfallend; viel frischer Biotit in Fasern angereichert; karbonatfrei; slicken sides; scharfe, unebene Basis
- LE 293: 0,40 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend (10%); rotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet, bei 0,05 m einzelne versackte Rippel im cm-Bereich; uneben spaltend; matrixgestützt, in Fasern und Rippeln komponentengestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm  $\varnothing$ ,  $\pm$  rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; am Top graugrüne Bleichung von Kluft ausgehend
- LE 292: ca. 0,05 m Schluffstein, feinsandig; rotbraun; im 1- bis 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; scherbzig bis splittrig zerfallend; viel frischer Biotit in Fasern angereichert; karbonatfrei; slicken sides; Trockenrisse
- LE 291: 0,45 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend (10%); rotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet, an der Basis einzelne versackte Rippel im cm-Bereich; uneben spaltend; matrixgestützt, in Fasern und Rippeln komponentengestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm  $\varnothing$ ,  $\pm$  rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; am Top graugrüne Bleichung von Kluft ausgehend; scharfe, unebene Basis, Schlufflaminae
- LE 290: 0,07 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, am Top feinkiesführend; hellrotbraun; im cm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet durch dunkelrotbraune Schlufflaminae; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, wellige Basis
- LE 289: ca. 0,80 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend (10%); rotbraun; im cm-Bereich rippelschichtig bis im 5-mm-Bereich flaserig geschichtet, Rippel intern schwach im mm-Bereich schräg geschichtet, z. T. versackt; uneben spaltend; matrixgestützt, in Fasern und Rippeln komponentengestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm  $\varnothing$ ,  $\pm$  rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, wellige Basis
- LE 288: ca. 0,10 m Mittelsandstein, grobsandig; hellrotbraun; im mm-Bereich eben parallel geschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 287: ca. 0,25 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig, feinkiesführend (5%); hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet, nach oben schwach angedeutet im 2-cm-Bereich rippelschichtig, intern im mm-Bereich schräg geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend; komponentengestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 3 mm  $\varnothing$ ,  $\pm$  rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; absätzig wellige rote Tonlaminae im mm-Bereich; scharfe, wellig erosive Basis
- LE 286: 0,02 m Schluffstein, feinsandig; rotbraun; unten im mm-Bereich eben parallel geschichtet, nach oben schwach im mm-Bereich flaserig geschichtet bis ungeschichtet; unten eben spaltend; karbonatfrei; auf Spaltflächen viel frischer Biotit; scharfe, uneben wellige Basis, Schlufflaminae
- LE 285: 0,04 m Grobsandstein, mittelsandig; hellrotbraun; im mm-Bereich eben parallel geschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 284: 0,03 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, mittelsandig; hellrotbraun; im mm-Bereich eben parallel geschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe,  $\pm$  ebene Basis
- LE 283: 0,04 m Mittelsandstein, grobsandig; hellrotbraun; im 2-cm-Bereich rippelschichtig; komponentengestützt; karbonatfrei; nach oben zunehmend Schluffklasten im cm-Bereich; scharfe, uneben erosive Basis



- LE 282: ca. 0,05 m (Kern völlig zerfallen) Schluffstein, feinsandig; rotbraun; im 1- bis 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; scherbis bis splittrig zerfallend; viel frischer Biotit in Flasern angereichert; karbonatfrei; slicken sides; unten fließender Übergang (Aussetzen der Sandfasern)
- LE 281: 0,20 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig, feinkiesführend (5%); hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet, nach oben schwach angedeutet im 2-cm-Bereich rippelschichtig, intern im mm-Bereich schräg geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend; komponentengestützt; karbonatisch; Bleichungsflecke, bis 3 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; am Top 1 cm hellgrün gebleicht, karbonatisch
- LE 280: 0,05 m Mittelsandstein, grobsandig, schluffig; hellrotbraun; im 2-cm-Bereich flaserig geschichtet, intern schwach, nach oben deutlich eben schräg geschichtet → versackte Rippel?; komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, wellige Basis
- LE 279: 0,05 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend (10%); rotbraun; schwach im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; uneben spaltend; komponentengestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 3 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 278: ca. 0,55 m (0,16 m fehlen unten, beprobt) Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig, feinkiesführend (5%); hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet, nach oben schwach angedeutet im 2-cm-Bereich rippelschichtig, intern im mm-Bereich schräg geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend; komponentengestützt; karbonatfrei; grünlichgraue Bleichungsflecke, bis 3 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; vom Top ausgehender klastischer Gang, 3 cm weit, mit Grobsand, mittelsandig und Schluffklasten verfüllt
- LE 277: 0,02 m Grobsandstein, schluffig; hellrotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, unebene Basis (Einsetzen von Grobsandfasern)
- LE 276: 0,01 m Schluffstein; rotbraun; im mm-Bereich eben parallel geschichtet; scherbis zerfallend; viel frischer Biotit; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 275: 0,30 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; unten im cm-Bereich eben geschichtet, z. T. mit Belastungsmarken, nach oben zunehmend eben im mm-Bereich geschichtet, oben im 5-mm- bis 1-cm-Bereich unruhig flaserig geschichtet; unten überwiegend komponentengestützt, nach oben zunehmend matrixgestützt; karbonatfrei
- LE 274: ca. 0,05 m (Kern völlig zerfallen) Schluffstein, feinsandig; rotbraun; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 5-mm-Bereich scherbis zerfallend; auf Spaltflächen sehr viel frischer Biotit, z. T. wirt eingelagert; karbonatfrei; scharfe, unebene Basis
- LE 273: ca. 0,60 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet, vereinzelt cm-mächtige Lagen mit Rippelschichtung; matrixgestützt, Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 272: ca. 0,05 m (Kern völlig zerfallen) Schluffstein, feinsandig, grobsandführend (5%); rotbraun; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 5-mm-Bereich scherbis zerfallend; frischer Biotit; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 271: 0,05 m Schluffstein, grobsandig, feinkiesführend; rotbraun; schwach angedeutet im cm-Bereich flaserig geschichtet; scherbis zerfallend; matrixgestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 270: 0,05 m Feinsandstein, schluffig, mittelsandig; rotbraun; unten im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, unebene wellige Basis
- LE 269: 0,05 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, schluffig; rotbraun; im cm-Bereich schwach flaserig geschichtet; matrixgestützt; karbonatfrei; scharfe, unebene bis wellig erosive Basis; Tonlamine mit Belastungsmarken und Entwässerungsstrukturen

- LE 268: 0,08 m Feinsandstein, schluffig, mittelsandig, nach oben Feinsandstein, mittelsandig, schluffig; rotbraun; unten im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet, nach oben undeutlich im 2-cm-Bereich rippelschichtig; matrixgestützt, Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, uneben wellige Basis
- LE 267: 0,06 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, schluffig; rotbraun; im cm-Bereich schwach flaserig geschichtet; matrixgestützt; karbonatfrei; scharfe, uneben erosive Basis mit Belastungsmarken
- LE 266: ca. 0,10 m (Kern völlig zerfallen) Schluffstein, feinsandig; rotbraun; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 5-mm-Bereich scherbzig zerfallend; frischer Biotit; karbonatfrei; am Top Trockenrisse
- LE 265: 0,10 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; unten fließender Übergang (Zunahme der Sandflasern)
- LE 264: 0,45 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsand- und feinkiesführend; hellrotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; Grabgänge?, Entwässerungsstrukturen? bis 5 mm Ø, mit Grobsand verfüllt; scharfe, uneben erosive Basis
- LE 263: 0,22 m Feinsandstein, mittelsandig; hellrotbraun; im 2-cm-Bereich rippelschichtig, nach oben im mm-Bereich eben parallel geschichtet, Rippeln intern im mm-Bereich schräg geschichtet; gut sortiert, überwiegend kantengerundet; viel frischer Biotit; karbonatfrei; scharfe, uneben erosive Basis
- LE 262: ca. 0,10 m Schluffstein, grobsandig; rotbraun; schwach angedeutet im cm-Bereich flaserig geschichtet; scherbzig zerfallend; matrixgestützt; karbonatfrei
- 1073,0 – 1082,0 m Kern 12: 10 Kisten, 9 m Gewinn, der Kern ist über große Strecken geklebt und geschnitten  
Kornbestand der klastischen Gesteine: überwiegend Quarz und Milchquarz, viel frischer Biotit, Feldspat?, selten Porphy, schwarzer Kieseleschiefer, grauer Quarzit, rotbraune Sedimente
- LE 261: ca. 0,03 m (Kern völlig zerfallen) Feinsandstein, mittelsandig, schluffig, grobsand- und feinkiesführend (5%); rotbraun; im 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 260: ca. 0,07 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im cm-Bereich wellig bis flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, unebene Basis mit Belastungsmarken (?) und Trockenrisse (?)
- LE 259: > 0,07 m Feinsandstein, mittelsandig, schluffig, grobsand- und feinkiesführend (5%); rotbraun; im cm-Bereich rippelschichtig bis im 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 258: ca. 0,04 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch; hellrotbraun; im 2- bis 3-cm-Bereich rippelschichtig; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 3 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, unebene bis wellig erosive Basis
- LE 257: > 0,10 m (0,13 m fehlen, beprobt) Grobsandstein, feinkonglomeratisch, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im cm-Bereich wellig bis flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Flasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 3 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich



- LE 256: > 0,04 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, mittelsandig; hellrotbraun; unten im 5-mm- bis 1-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch dunkle Schlufflaminen, nach oben im 2-cm-Bereich rippelschichtig; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 3 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, uneben wellige Basis
- LE 255: 0,04 m Grobsandstein, mittelsandig; hellrotbraun; unten im 5-mm- bis 1-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch dunkle Schlufflaminen, nach oben im 2-cm-Bereich rippelschichtig; komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 3 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, unebene Basis
- LE 254: 0,45 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet, nach oben schwach im cm-Bereich rippelschichtig; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, unebene Basis
- LE 253: 0,05 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend; hellrotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 252: 0,05 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, unebene Basis
- LE 251: 0,35 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend; hellrotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 250: ca. 0,10 m (Kern völlig zerfallen) Schluffstein, feinsandig; rotbraun; schwach im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; im cm-Bereich uneben scherbilig spaltend; karbonatfrei; in flachen Nestern angereichert viel frischer Biotit im mm-Bereich; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; slicken sides
- LE 249: 0,12 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend; hellrotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, ± ebene Basis
- LE 248: 0,08 m Feinsandstein, schluffig, mittelsandig; hellrotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, unebene Basis
- LE 247: 0,05 m Schluffstein, feinsandig; rotbraun; schwach im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; im cm-Bereich uneben scherbilig spaltend; karbonatfrei; in flachen Nestern angereichert viel frischer Biotit im mm-Bereich, hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; slicken sides; Trockenrisse? bis 3 cm weit; scharfe, ± ebene Basis
- LE 246: max. 0,75 m (intern fehlen max. 0,25 m) Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig, feinkiesführend; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; vereinzelt cm-mächtige Lagen mit Rippelschichtung; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 245: 0,10 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im cm-Bereich wellig bis flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Fasern komponentengestützt; karbonatfrei
- LE 244: 0,10 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 3 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich

- LE 243: ca. 0,10 m (Kern völlig zerfallen) Feinsandstein, mittelsandig, schluffig; hellrotbraun; schwach im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; im 2-cm-Bereich scherbzig zerfallend; karbonatfrei; lagenweise viel frischer Biotit; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 242: 0,15 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend; hellrotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 3 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, ± ebene Basis
- LE 241: max. 0,55 m (intern fehlen max. 0,30 m; vorhanden sind 0,25 m) Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig, feinkiesführend; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, wellig erosive Basis (bis 3 cm tief eingreifend)
- LE 240: 0,30 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend; hellrotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 239: 2,65 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; vereinzelt Rutschungsstrukturen; nach oben zunehmend vereinzelt Karneolkonglomerationen, weiß gebleicht, bis 1 cm Ø, unregelmäßig scharf begrenzt; scharfe, ± ebene Basis
- LE 238: 0,45 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend; hellrotbraun; im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 237: ca. 0,20 m (Kern völlig zerfallen) Feinsandstein, mittelsandig, schluffig; hellrotbraun; schwach im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; im 2-cm-Bereich scherbzig zerfallend; karbonatfrei; lagenweise viel frischer Biotit; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 1 cm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 236: 0,05 m Schluffstein, feinsandig, mittelsandführend; rotbraun; ungeschichtet bis schwach im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; scherbzig zerfallend; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 5 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 235: 0,10 m Feinsandstein, mittelsandig, schluffig; rotbraun; im cm-Bereich rippelschichtig bis im 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; matrixgestützt, in Fasern komponentengestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 234: ca. 0,05 m (Kern völlig zerfallen, z. T. geklebt) Schluffstein, tonig, feinsandig; rotbraun; im mm-Bereich schwach geschichtet; kleinstückig zerfallend; karbonatfrei; völlig von slickensides durchsetzt; auf Spaltflächen sehr viel frischer Biotit im mm-Bereich; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich
- LE 233: 0,35 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend (5%), nach oben Feinsandstein, mittelsandig, schluffig, grobsandführend (1%); hellrotbraun; im 2-mm- bis 1-cm-Bereich flaserig geschichtet, einzelne große Fasern intern im mm-Bereich schräg geschichtet; uneben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 232: 0,12 m Grobsandstein, mittelsandig, feinsandig; hellrotbraun; im cm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, unebene bis wellig erosive Basis
- LE 231: 0,16 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend (5%), nach oben Feinsandstein, mittelsandig, schluffig, grobsandführend (1%); hellrotbraun; im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; uneben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, unebene Basis



- LE 230: *0,03 m Grobsandstein; hellrotbraun; schwach im 2-cm-Bereich rippelschichtig; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, unebene bis bogig erosive Basis*
- LE 229: *0,28 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend (5%), nach oben Feinsandstein, mittelsandig, schluffig, grobsandführend (1%); hellrotbraun; im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; uneben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; scharfe, unebene Basis*
- LE 228: *0,32 m Mittelsandstein, feinsandig, schluffig, grobsandführend (5%), nach oben Feinsandstein, mittelsandig, schluffig, grobsandführend (1%); hellrotbraun; im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; uneben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich; klassische Gänge bis 1 cm weit (Trockenrisse?); scharfe, unebene bis bogige (erosive?) Basis*
- LE 227: *ca. 0,25 m (Kern zerlegt) Mittelsandstein, grobsandig, feinsandig, schluffig; hellrotbraun; im 2- bis 5-mm-Bereich schwach flaserig geschichtet; uneben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei; Karneolkonkretionen bis 2 cm Ø, weiß bis hellgrau gebleicht, unregelmäßig scharf begrenzt, in Lagen angereichert; hellgrünlichgraue Bleichungsflecke, bis 2 mm Ø, ± rund, z. T. mit schwarzem Kern im mm-Bereich*
- 1082 – 1114 m schluffiger Feinsandstein, hellrotbraun bis rotbraun, schlecht sortiert, eckig bis kantengerundet, überwiegend Quarz, viel Biotit; Feinsandstein und Mittelsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz; untergeordnet grauer Mittelsandstein, matrixreich, glimmerreich; rotbraune Feinklastika; wenige Grobsandklasten, kantengerundet; grauer Quarzit, Milchquarz, Vulkanit; graue Feinklastika (Nachfall?)
- 1116 m Grobsandstein, schluffig, grau, eckig bis kantengerundet, Quarz, Feldspat, Biotit; wenig Grobsandstein (Arkose), hellrot, schlecht sortiert, eckig, matrixreich, Quarz, Feldspat; wenige rotbraune Feinklastika
- 1118 m Grobsandstein, hellrot bis weiß, schlecht sortiert, eckig bis kantengerundet, zementiert, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; Grobsandstein, schluffig, grau, eckig bis kantengerundet, Quarz, Feldspat, Biotit; Feinsandstein, hellrot, gut sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz; schluffiger Feinsandstein, hellrotbraun bis rotbraun, schlecht sortiert, eckig bis kantengerundet, überwiegend Quarz, viel Biotit; Grobsandklasten, kantengerundet, grauer Gneis, grauer Vulkanit mit viel Feldspat
- 1128 m Grobsandstein, Mittelsandstein und Feinsandstein, hellrot, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz, wenig Feldspat, akzessorisch Granit, Milchquarz; Grobsandstein, schluffig, grau, eckig bis kantengerundet, Quarz, Feldspat, Biotit; Grobsandklasten, kantengerundet, grauer Gneis, grauer Vulkanit mit viel Feldspat; rotbrauner Tonstein
- Steinkohlen-Gruppe oder Rotliegend (?), Einheit D**
- 1130 m schluffiger Feinsandstein, hellrotbraun bis rotbraun, schlecht sortiert, eckig bis kantengerundet, überwiegend Quarz, viel Biotit; Feinsandstein und Mittelsandstein, wenig verfestigt (zu Sand zerbohrt), hellrot, gut sortiert, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz; Grobsandstein, Mittelsandstein und Feinsandstein, hellrot, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz, wenig Feldspat, akzessorisch Granit, Milchquarz; Grobsandstein, schluffig, grau, eckig bis kantengerundet, Quarz, Feldspat, Biotit; Grobsandklasten, kantengerundet, grauer Gneis, grauer Vulkanit mit viel Feldspat; rotbrauner Tonstein mit Biotit
- 1134 m schluffiger Tonstein und Schluffstein, dunkelrotbraun, uneben spaltend, hellglimmerführend; schluffiger Feinsandstein, hellrotbraun bis rotbraun, schlecht sortiert, eckig bis kantengerundet, überwiegend Quarz, viel Biotit; Grobsandstein, Mittelsandstein und Feinsandstein, hellrot, gut gerundet bis kantengerundet, vor allem Quarz (Nachfall?)
- 1142 m Tonstein, rotbraun, eben spaltend, hellglimmerführend; schluffiger Tonstein und Schluffstein, dunkelrotbraun, uneben spaltend, hellglimmerführend; schluffiger Feinsandstein, hellrotbraun bis rotbraun, schlecht sortiert, eckig bis kantengerundet, überwiegend Quarz, viel Biotit

- 1150 m schluffiger Tonstein und Schluffstein, dunkelrotbraun, z. T. rotviolett gefleckt, uneben spaltend, hellglimmerführend, pedogen überprägt?; schluffiger Feinsandstein, hellrotbraun, rotbraun und rotviolett, schlecht sortiert, eckig bis kantengerundet, überwiegend Quarz, z. T. viel Biotit; wenig Tonstein, braunrot, eben spaltend, hellglimmerführend, mit Conchostraken; wenig Mittelsandstein, rotbraun, viel Biotit; Nachfall: hellgrauer Feinsandstein
  - 1154 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend; Schluffstein, grau und grauviolett, uneben spaltend, glimmerführend; wenig Tonstein, braunrot, eben spaltend, mit Conchostraken
  - 1156 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, z. T. grünlichgrau gefleckt, uneben spaltend, glimmerführend; wenig Tonstein, braunrot, eben spaltend, mit Conchostraken
  - 1166 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend; Schluffstein, grau und grauviolett, uneben spaltend, glimmerführend; wenig Tonstein, braunrot, eben spaltend, mit zahlreichen Conchostraken; Feinsandstein und Mittelsandstein, grau (Nachfall?; das Gammalog zeigt wenige deutliche Strahlungsmaxima bei gleichzeitigen Maxima im Widerstandslog, was auf das Vorhandensein geringmächtiger Sandsteinlagen hindeutet)
  - 1172 m feinsandiger Schluffstein und schluffiger Feinsandstein, dunkelrotbraun, z. T. grünlichgrau gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer, nach unten nur Hellglimmer)
  - 1176 m schluffiger Feinsandstein; dunkelrotbraun, z. T. grünlichgrau gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer)
  - 1180 m feinsandiger Schluffstein und schluffiger Feinsandstein, dunkelrotbraun, z. T. grünlichgrau gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer, nach unten nur Hellglimmer)
  - 1188 m schluffiger Feinsandstein; dunkelrotbraun, oben z. T. grünlichgrau gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); unten akzessorisch Feinsandstein, grau, mit Biotit
  - 1192 m schluffiger Feinsandstein; dunkelrotbraun, z. T. grünlichgrau gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); wenig Mittelsandstein, matrixreich, glimmerreich (Biotit)
  - 1200 m Schluffstein, feinsandig, rotbraun, z. T. grauviolett gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); wenig Mittelsandstein, matrixreich, glimmerreich (Biotit); vereinzelt Feinsandstein, hellgrau; vereinzelt Tonstein, braunrot, eben spaltend; akzessorisch grauer Quarzit, graue Feinklastika
- 1200,0 – 1209,0 m *Kern 13: 11 Kisten, 9 m Gewinn, der Kern ist fast völlig kleinstückig zerfallen, über große Strecken in Isolierband gewickelt und nicht geschnitten, z. T. mit Leim verkleistert; Lagerungsverhältnisse nur schwer zu klären*
- LE 226: *2,15 m Schluffstein, feinsandig; violettrotbraun; ungeschichtet; im 1- bis 3 cm-Bereich scherbzig zerfallend bis unregelmäßig brechend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; an der Basis Tonscherben von Einheit LE 225, bis 3 mm x 1 cm, eckig; scharfe, uneben erosive Basis mit Trockenrissen*
- LE 225: *0,06 m Tonstein, schluffig; dunkelgrünlichgrau; im 1- bis 2-mm-Bereich ± eben geschichtet; kleinstückig scherbzig zerfallend; karbonatfrei; Karbonatkonkretion 1 cm mächtig, weiß; schichtparallele tektonische Klüfte oder Schrumpfungsrisse, karbonatisch verheilt; scharfe, ± ebene Basis mit klastischen Gängen bis 2 mm (Trockenrisse?) und Belastungsmarken*
- LE 224: *ca. 0,25 m Schluffstein; dunkelrotbraun, nach oben rötlichgrau, klastische Gänge rotviolettbraun; ungeschichtet bis schwach im 3- bis 5-mm-Bereich ± eben bis flach wellig geschichtet; unregelmäßig stückig brechend bis zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; synd sedimentär gestört durch zahlreiche klastische Gänge im mm-Bereich, z. T. Fetzengefüge bis intraformationelle Brekzie (Entwässerungsstrukturen, Seismit), zahlreiche Tonscherben, in einigen Lagen Mikro-Rutschgefüge, Wickelstrukturen; vereinzelt Feinsandfasern an der Basis und am Top*



- LE 223: 0,40 m Tonstein, schluffig, nach oben Schluffstein, tonig; dunkelviolettrotbraun; im 1- bis 2-mm-Bereich  $\pm$  eben geschichtet durch Korngrößenwechsel;  $\pm$  eben spaltend bis kleinstückig scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; nach oben zunehmend Trockenrisse; unten Conchostraken; scharfe, unebene Basis
- LE 222: 0,03 m Feinsandstein, schluffig; hellgrünlichgrau; im 5-mm-Bereich rippelschichtig; viel Hellglimmer; karbonatisch; scharfe, uneben wellige Basis
- LE 221: 0,30 m Schluffstein, tonig; rotviolettbraun; im 1- bis 2-mm-Bereich  $\pm$  eben geschichtet durch Korngrößenwechsel;  $\pm$  eben spaltend bis kleinstückig scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; scharfe,  $\pm$  ebene Basis
- LE 220: 0,50 m Schluffstein; rotbraun; ungeschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich kleinstückig scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei
- LE 219: 0,05 m Feinsandstein, schluffig; rotbraun; im 5-mm-Bereich schwach rippelschichtig; feine Hellglimmer; karbonatisch
- LE 218: ca. 0,75 m Schluffstein, nach oben Schluffstein, feinsandig; rotbraun; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 2- bis 5-cm-Bereich uneben spaltend, intern scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; vereinzelt slicken sides; selten Wurzelgänge im 2-mm-Bereich; selten pedogene Karbonatkonkretionen bis 2 cm  $\varnothing$ , scharf begrenzt,  $\pm$  rund, schichtparallel mehrere cm lang, z. T. mit mm-großem schwarzem Kern, Fensterstrukturen
- LE 217: 0,03 m Schluffstein, tonig; grünlichgrau; im 2-mm-Bereich  $\pm$  eben geschichtet; scherbzig zerfallend; viel Hellglimmer auf Spaltflächen; karbonatfrei
- LE 216: 0,23 m Schluffstein; rotbraun; ungeschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich unregelmäßig kleinstückig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; synsedimentär gestört durch zahlreiche klastische Gänge im mm-Bereich, z. T. Fetzengefüge bis intraformationelle Brekzie durch zahlreiche klastische Gänge im mm-Bereich (Entwässerungsstrukturen, Seismit); scharfe, unebene (erosive?) Basis
- LE 215: 0,15 m Schluffstein, feinsandig; rotbraun, schwach grünlichgrau gefleckt; im 2- bis 5-mm-Bereich eben bis flach wellig geschichtet durch Korngrößenwechsel;  $\pm$  eben spaltend bis scherbzig zerfallend; viel Hellglimmer auf Spaltflächen; karbonatfrei; nach oben zunehmend synsedimentär gestört durch klastische Gänge bis 5 mm weit, bis 3 cm tief, von oben verfüllt (Trockenrisse); zahlreiche Tonscherben, 1 mm x 1 cm; scharfe,  $\pm$  ebene Basis
- LE 214: ca. 1,30 m Schluffstein; unten (0,30 m) rotbraun/grüngrau gefleckt, nach oben rotbraun; ungeschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich kleinstückig bis scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; vereinzelt slicken sides; selten Tonfetzen
- LE 213: 0,45 m Tonstein; dunkelgrau, rotviolett gefleckt, nach oben zunehmend rotviolett; ungeschichtet; kleinstückig scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; Rotfärbung unten von klastischem Gang ausgehend, 3 cm weit, 25 cm lang; an der Basis ca. 0,05 m völlig von Harnischen in verschiedenen Richtungen zerlegt (tektonisch?); rotviolett und grau gefleckt (tektonische Brekzie?)
- LE 212: ca. 0,75 m Tonstein, schluffig, nach oben Schluffstein, tonig; schwarz, nach oben dunkelgrau; schwach geschichtet; unten im 2-cm-Bereich uneben spaltend bis stückig zerfallend, nach oben zunehmend im 2- bis 5-mm-Bereich kleinstückig bis scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; Harnische mit rötlichen Bestegen, bei 0,40 m bis 0,50 m  $\pm$  schichtparallele Klüfte mit Kalzit verfüllt, darüber völlig von Harnischen durchsetzt, auf Harnischflächen violettrotbraun; unten fließender Übergang
- LE 211: ca. 0,15 m Schluffstein, tonig; rotbraun/dunkelgrau gefleckt, nach oben zunehmend dunkelgrau; ungeschichtet; im 2-cm-Bereich scherbzig bis unregelmäßig stückig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; nach oben zunehmend tektonische Klüfte bis 1 mm weit, unregelmäßig, mit Kalzit verheilt (könnten auch Schrumpfungsrisse sein); Harnische in verschiedenen Richtungen
- LE 210: ca. 0,40 m Schluffstein; rotbraun, unten schwach graugrün gefleckt; ungeschichtet; kleinstückig scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; unten Netzleisten mit rotem Schluff, tonige Häutchen (organisch?)

LE 209: *ca. 0,70 m Tonstein, nach oben Tonstein, schluffig; braunrot und grünlichgrau gefleckt bis marmoriert; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend; karbonatfrei; zahlreiche slicken sides; tektonische Klüfte im mm-Bereich kalzitisch verfüllt; vereinzelt Wurzeln (?) im mm-Bereich*

LE 208: *ca. 0,35 m Feinsandstein, schluffig; rotbraun, nach oben von Harnischen ausgehend dunkelgrünlichgrau gefleckt; im 2-mm-Bereich schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen und Korngrößenwechsel; im 1- bis 2-cm-Bereich eben spaltend bis großscherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; nach oben zunehmend Harnische, tektonische Klüfte bis 3 mm weit, kalzitverheilt; Tonfetzen*

1210 – 1220 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun und rotviolett, uneben spaltend, hellglimmerführend; feinsandiger Schluffstein, dunkelrotbraun und grauiolett, z. T. gefleckt, uneben spaltend; Tonstein und Schluffstein, grau, uneben spaltend; Feinsandstein, hellrotbraun bis rotbraun, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); braunroter Tonstein, eben spaltend, mit Conchostraken (Nachfall?); akzessorisch Feinsandstein, weißgrau (Tuff?)

#### **Steinkohlen-Gruppe: Tierstein-Formation, Einheit E**

– 1226 m feinsandiger Schluffstein und toniger Schluffstein, grau und grauiolett, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); wenig feinsandiger Schluffstein bis toniger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); wenig Feinsandstein und Mittelsandstein, hellgrau, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); vereinzelt schwarzer und braunroter Tonstein, eben spaltend, mit Conchostraken (Nachfall?)

– 1230 m feinsandiger Schluffstein, Schluffstein und Tonstein, grau und dunkelgrau, eben bis uneben spaltend; wenig Feinsandstein, hellgrau und dunkelgrau, matrixreich, glimmerreich; Nachfall: rotbraune und rotviolette Feinklastika

– 1242 m schluffiger Tonstein und toniger Schluffstein, dunkelgrau, eben spaltend, hellglimmerführend, pyritführend(?); feinsandiger Schluffstein, grau, uneben spaltend, glimmerführend; rotbraun/grün gefleckte Feinklastika (Nachfall?)

– 1246 m schluffiger Feinsandstein, feinsandiger Schluffstein und toniger Schluffstein, hellgrau und grau, uneben spaltend, glimmerführend; wenig schluffiger Tonstein und toniger Schluffstein, dunkelgrau, eben spaltend, hellglimmerführend, pyritführend(?)

– 1252 m schluffiger Tonstein und toniger Schluffstein, dunkelgrau, eben spaltend, hellglimmerführend, pyritführend(?); feinsandiger Schluffstein, grau, uneben spaltend, glimmerführend

– 1260 m feinsandiger Schluffstein, grau, uneben spaltend, glimmerführend; schluffiger Tonstein und toniger Schluffstein, dunkelgrau; eben spaltend; hellglimmerführend, pyritführend(?); wenig schluffiger Feinsandstein, hellgrau, glimmerführend

1260,0 – 1269,0 m *Kern 14: 10 Kisten, 9 m Gewinn*

LE 207: *ca. 1,00 m Schluffstein; grau; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen; im 3- bis 5-cm-Bereich uneben spaltend, intern großscherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; in einigen Lagen synsedimentär gestört, Fetzengefüge bis intraformationelle Brekzie durch zahlreiche klastische Gänge im mm-Bereich (Entwässerungsstrukturen, Seismit)*

LE 206: *> 0,30 m Tonstein, schluffig; schwarz; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im cm-Bereich uneben spaltend bis scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; glänzende Tonfetzen, Drucksuturen; auf einzelnen Spaltflächen Netzleisten (unten fehlen ca. 0,10 m)*

LE 205: *> 0,25 m Schluffstein, tonig; schwarz; im 1- bis 2-mm-Bereich ± eben bis flach wellig geschichtet durch Korngrößenwechsel; im cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; am Top 2 cm ± schichtparallel brekziiert durch (tektonische?) Klüfte, mit Kalzit verheilt; vereinzelt Pflanzenhäcksel; unten fließender Übergang*



- LE 204: 0,09 m Schluffstein, nach oben Schluffstein, tonig; grau, nach oben dunkelgrau; im 2- bis 5-mm-Bereich ± eben geschichtet, nach oben zunehmend im 2-mm-Bereich faserig geschichtet; uneben spaltend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; synsedimentär gestört, unten durch klastische Gänge bis 1 cm weit, nach oben zunehmend Fetzengefüge bis intraformationelle Brekzie durch zahlreiche klastische Gänge im mm-Bereich (Entwässerungsstrukturen, Seismit); scharfe, ± ebene Basis
- LE 203: 0,08 m Tonstein, schluffig; schwarz; im 1- bis 2-mm-Bereich ± eben bis flach wellig geschichtet durch Korngrößenwechsel; im cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; vereinzelt Pflanzenhäcksel; scharfe, ± ebene Basis
- LE 202: 0,40 m Schluffstein, tonig; dunkelgrau; schwach, nach oben zunehmend deutlich im 2-mm-Bereich faserig geschichtet durch dunkle Tonhäutchen; uneben spaltend bis großscherbig zerfallend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; z. T. synsedimentär gestört, Fetzengefüge, intraformationelle Brekzie, völlig von unregelmäßigen klastischen Gängen im mm-Bereich durchsetzt (Entwässerungsstrukturen, Seismit); unten fließender Übergang
- LE 201: 0,10 m Schluffstein; dunkelgrau; schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen; im 2-cm-Bereich ± eben spaltend, intern großscherbig zerfallend; schwach karbonatisch; synsedimentär gestört, Fetzengefüge, intraformationelle Brekzie, völlig von unregelmäßigen klastischen Gängen im mm-Bereich durchsetzt (Entwässerungsstrukturen, Seismit); einzelne klastische Gänge bis 2 mm weit, mehrere cm lang, mit Schluff verfüllt, karbonatisch zementiert; unten fließender Übergang
- LE 200: 0,50 m Schluffstein; dunkelgrau bis grünlichgrau; ungeschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, vereinzelt Pyrit in Nestern bis 2 mm Ø; schwach karbonatisch; vereinzelt Tonfetzen; vereinzelt Harnische (Drucksuturen) mit rötlichen Bestegen; unten fließender Übergang
- LE 199: 0,75 m Schluffstein, feinsandig; grau bis grünlichgrau; ungeschichtet, nach oben schwach geschichtet durch Regelung von vereinzelt Tonfetzen; im 2- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer, vereinzelt angewitterter Biotit; schwach karbonatisch; Harnische (Drucksuturen) mit rötlichen Bestegen; nach oben zunehmend Pyrit, z. T. schichtparallel und/oder senkrecht zur Schichtung angereichert (Grabgänge?); ganz vereinzelt Pflanzenhäcksel (nicht kohlig); unten fließender Übergang
- LE 198: > 0,45 m Schluffstein; grau bis grünlichgrau; ungeschichtet; im 2-cm-Bereich uneben bis scherbzig spaltend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; karbonatfrei (unten fehlen ca. 0,10 m)
- LE 197: > 0,70 m (Kern stark zerlegt und geklebt) Feinsandstein, schluffig; grau; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von einzelnen Tonschmitzen, nach oben zunehmend schwach eben geschichtet; im 2-cm-Bereich uneben bis scherbzig spaltend, intern unregelmäßig scherbzig zerfallend, nach oben im 2-cm-Bereich ± eben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch
- LE 196: ca. 1,65 m (Kern stark zerlegt und z. T. geklebt) Schluffstein, tonig, nach oben Tonstein, schluffig; schwarz; schwach im mm-Bereich geschichtet, nach oben zunehmend ungeschichtet; scherbzig im cm-Bereich spaltend, nach oben kleinstückig scherbzig zerfallend durch Ausblühung von Pyrit; schwach karbonatisch bis karbonatfrei; vor allem unten vereinzelt Einschaltung von Schlufffasern bis 1 cm, karbonatisch; in den oberen 0,50 m zahlreiche tektonische Harnische mit Striemung
- LE 195: 0,04 m Feinsandstein, schluffig; grau und schwarz schichtparallel wechselnd; im 2- bis 3-mm-Bereich faserig geschichtet; karbonatisch; synsedimentär gestört, Wickelstrukturen, Feinsandfasern, karbonatisch zementiert; klastische Gänge im 2-mm-Bereich (Biorturbation?)
- LE 194: 0,10 m Schluffstein, tonig, nach oben Tonstein, schluffig; schwarz; im < 1-mm-Bereich eben laminiert, nach oben im 1- bis 2-mm-Bereich eben geschichtet durch Korngrößenwechsel, Laminae intern gradiert mit scharfer Basis; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben spaltend bis scherbzig zerfallend; auf einigen Spaltflächen viel Hell- und Dunkelglimmer; karbonatfrei; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel; unten fließender Übergang

- LE 193: 0,05 m Schluffstein; grau; im 2-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; feine Hellglimmer, in einzelnen Fasern Pyritanreicherungen
- LE 192: ca. 0,10 m (Kern stark zerlegt) Tonstein, schluffig, kohlig; schwarz; schwach geschichtet; an Spiegelharnischen spaltend und scherbzig zerfallend; karbonatfrei
- LE 191: ca. 0,15 m (Kern völlig zerlegt, in Beutel verpackt) Schluffstein, feinsandig; grau; im cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; scharfe, ebene Basis
- LE 190: 0,62 m Grobsandstein; hellgelblichbraun bis graubraun; ungeschichtet; komponentengestützt, nach oben zunehmend matrixgestützt; karbonatfrei; klastische Gänge im cm-Bereich, > 0,10 m lang; scharfe, ebene Basis
- LE 189: 0,10 m Tonstein, schluffig; braungrau; im 5-mm-Bereich eben geschichtet durch Korngrößenwechsel, intern im < 1-mm-Bereich laminiert, gröbere Lagen intern ungeschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben bis eben spaltend; feine Hellglimmer, feinverteilter Pyrit; schwach karbonatisch; lagenweise Mikro-Rutschstrukturen, kohlige unebene Spaltflächen; scharfe, unebene Basis
- LE 188: 0,02 m Kalkstein; hellgelblichweiß; mikritisch dicht, wolkige Internstruktur; fein verteilter Pyrit; intern Wickelstrukturen durch Tonfetzen; scharfe, unebene Basis
- LE 187: ca. 0,55 m Tonstein, schluffig; schwarz, nach oben braungrau; unten im < 1-mm-Bereich ± eben laminiert, nach oben im 5-mm-Bereich eben geschichtet durch Korngrößenwechsel, intern im < 1-mm-Bereich laminiert, gröbere Lagen intern ungeschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben bis eben spaltend; feine Hellglimmer, feinverteilter Pyrit; schwach karbonatisch; lagenweise Mikro-Rutschstrukturen, kohlige unebene Spaltflächen
- LE 186: ca. 0,05 m Tonstein; schwarz; im < 1-mm-Bereich laminiert; kleinstückig zerfallend durch ausblühenden Pyrit; karbonatfrei; Netzleisten auf Spaltflächen
- LE 185: ca. 0,25 m Schluffstein, tonig; schwarz; schwach im 2-mm-Bereich geschichtet; im cm-Bereich uneben spaltend bis scherbzig zerfallend; karbonatfrei bis schwach karbonatisch; zahlreiche klastische Gänge bis 1 cm weit; auf Spaltflächen Netzleisten bis 1 cm weit; kohlige Holzreste im cm-Bereich, feingestreifte Achsen oder Blätter (keine Calamiten); unten fließender Übergang
- LE 184: ca. 0,30 m Schluffstein; dunkelgrau; im 2-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben spaltend bis scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; synsedimentär gestört durch zahlreiche klastische Gänge; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel
- LE 183: ca. 0,30 m Schluffstein, tonig; dunkelgrau; ungeschichtet bis schwach geschichtet, nach oben zunehmend im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; im cm-Bereich großscherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei
- 1269,0 – 1278,0 m Kern 15: 10 Kisten, 9 m Gewinn, 8 Kisten vorhanden, Kisten 7 und 8 fehlen; der Kern ist z. T. stark zerlegt und wieder geklebt
- LE 182: ca. 0,10 m (Kern stark zerlegt) Schluffstein, feinsandig; dunkelgrau; massig ungeschichtet, nach oben schwach im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; synsedimentär gestört durch unregelmäßige klastische Gänge im 2-mm-Bereich, Fetzengefüge → Entwässerungsstrukturen, Seismit?
- LE 181: ca. 0,05 m Feinsandstein, schluffig; grau; im cm-Bereich wellig bis unregelmäßig geschichtet, intern Wickelstrukturen; karbonatisch; synsedimentär gestört durch zahlreiche klastische Gänge; scharfe, unebene Basis
- LE 180: 0,85 m Schluffstein, feinsandig; dunkelgrau; massig ungeschichtet, nach oben schwach im 2- bis 5-mm-Bereich flaserig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; ganz oben synsedimentär gestört durch unregelmäßige klastische Gänge im 2-mm-Bereich, Fetzengefüge (Entwässerungsstrukturen, Seismit?)



- LE 179: 0,40 m Schluffstein; dunkelgrau; im 1- bis 2-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Tonlaminen, intern im mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer, vereinzelt Pyrit; schwach karbonatisch; synsedimentär gestört, klastische Gänge bis 2 bis 3 cm tief, bis 2 mm weit, mit Schluff verfüllt, an der Basis Wickelstrukturen, weiter oben Mikro-Rutschgefüge, Mikrofallen; scharfe, unebene Basis
- LE 178: 0,05 m Feinsandstein, schluffig; grau; im 2- bis 5-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 2-cm-Bereich flach wellig bis uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; synsedimentär gestört, Rutschungsgefüge, klastische Gänge (Entwässerungsstrukturen, Rutschung); scharfe, unebene Basis mit Belastungsmarken
- LE 177: 0,08 m Schluffstein; dunkelgrau; im 1- bis 2-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Tonlaminen, intern im mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; oben zunehmend synsedimentär gestört, Fetzengefüge, von zahlreichen unregelmäßigen klastischen Gängen im mm-Bereich durchsetzt (Entwässerungsstrukturen, Seismit); scharfe, unebene Basis
- LE 176: 0,05 m Feinsandstein, schluffig; grau; im 2- bis 5-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 2-cm-Bereich flach wellig bis uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; synsedimentär gestört, Rutschungsgefüge, klastische Gänge; scharfe, unebene Basis
- LE 175: 0,10 m Schluffstein; dunkelgrau; im 1- bis 2-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Tonlaminen, intern im mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; nach oben zunehmend synsedimentär gestört, Fetzengefüge, von zahlreichen unregelmäßigen klastischen Gängen im mm-Bereich durchsetzt (Entwässerungsstrukturen, Seismit); unten fließender Übergang
- LE 174: 0,05 m Feinsandstein, schluffig; grau; im 2- bis 5-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 2-cm-Bereich flach wellig bis uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; synsedimentär gestört, Rutschungsgefüge, klastische Gänge; scharfe, uneben erosive Basis
- LE 173: ca. 0,25 m (Kern völlig zerlegt, ca. 0,25 m fehlen) Schluffstein; dunkelgrau; im 1- bis 2-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Tonlaminen, intern im mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer, vereinzelt Biotit; schwach karbonatisch; nach oben zunehmend synsedimentär gestört, Fetzengefüge, von zahlreichen unregelmäßigen klastischen Gängen im mm-Bereich durchsetzt (Entwässerungsstrukturen, Seismit)
- LE 172: ca. 0,30 m (ca. 0,25 m fehlen) Feinsandstein, schluffig, nach oben Schluffstein, feinsandig; grau; im 2- bis 5-cm-Bereich wellig geschichtet durch Tonlaminen, intern und nach oben zunehmend im 1- bis 2-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Tonlaminen; im 1- bis 3-cm-Bereich uneben spaltend, nach oben zunehmend eben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; mächtigere Lagen (vor allem unten) intern synsedimentär gestört, Rutschungsgefüge, Wickelstrukturen im 5-cm-Bereich; ganz vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel
- LE 171: > 0,08 m Schluffstein, feinsandig; grau; im 1- bis 2-cm-Bereich ± eben geschichtet durch dunkelgraue Tonlaminen im mm-Bereich, intern im 1- bis 2-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich ± eben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; wenige klastische Gänge im 5-mm-Bereich; scharfe, ± ebene Basis
- LE 170: 0,15 m Schluffstein, tonig; schwarz; im 1- bis 2-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; Netzleisten; unten fließender Übergang
- LE 169: 0,01 m Kalkstein; weiß; ungeschichtet, nach oben im 2- bis 3-mm-Bereich flaserig geschichtet; scharfe, unebene Basis
- LE 168: ca. 0,30 m (Kern stark zerlegt) Schluffstein, feinsandig; grau; im 2- bis 5-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 2-cm-Bereich ± eben spaltend; feine Hellglimmer, auf einigen Spaltflächen stark angereichert; karbonatisch; unten fließender Übergang

- LE 167: 0,05 m Feinsandstein, schluffig; grau; im 2-cm-Bereich ± eben geschichtet durch Tonhäutchen, intern ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen im mm-Bereich, nach oben zunehmend im 1- bis 2-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 2-cm-Bereich ± eben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; auf Spaltflächen Netzleisten; scharfe, ± ebene Basis
- LE 166: 0,33 m Schluffstein, tonig; grau; im 2- bis 5-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet durch Korngrößenwechsel; im 5-mm- bis 1-cm-Bereich ± eben spaltend; auf Spaltflächen viel feiner Hellglimmer; schwach karbonatisch; klastische Gänge im 2- bis 5-mm-Bereich; zahlreiche Grabgänge mit 2 mm Ø; unten fließender Übergang
- LE 165: 0,05 m Schluffstein, feinsandig, nach oben Schluffstein; grau, nach oben dunkelgrau; unten ungeschichtet, nach oben im 5-mm- bis 1-cm-Bereich rippelschichtig; scherbig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatisch; an der Basis klastischer Gang bis 5 mm weit; scharfe, ± ebene Basis
- LE 164: 0,25 m Tonstein, schluffig; schwarz; schwach im mm-Bereich ± eben geschichtet; im 5-mm-Bereich scherbig zerfallend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; vereinzelt klastische Gänge im 2-mm-Bereich; auf Spaltflächen vereinzelt Netzleisten
- LE 163: 0,85 m Schluffstein; dunkelgrau; im cm-Bereich flach wellig geschichtet, intern schwach im 1- bis 2-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 1- bis 3-cm-Bereich uneben bis scherbig spaltend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; zahlreiche schluffig verfüllte klastische Gänge; Grabgänge bis 1 cm lang, bis 2 mm Ø; z. T. Entwässerungsstrukturen bis 1 cm weit; ganz vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel; scharfe, ± ebene Basis
- LE 162: 0,04 m Feinsandstein, schluffig; grau; im 1- bis 2-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben spaltend; feine Glimmer; karbonatisch, an der Basis Karbonat(konkretionen?) - Tonscherben bis 3 mm, eckig, in Mikritmatrix schwimmend; zahlreiche schluffig verfüllte klastische Gänge; Grabgänge bis 1 cm lang, bis 2 mm Ø; scharfe, unebene Basis mit Belastungsmarken und Grabgängen
- LE 161: > 0,12 m (Stücke passen nicht, ca. 0,30 m? fehlen) Schluffstein, tonig; schwarz; schwach im 1- bis 3-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben spaltend; feine Glimmer; schwach karbonatisch; zahlreiche schluffig verfüllte klastische Gänge; Grabgänge bis 1 cm lang, bis 2 mm Ø
- LE 160: > 0,11 m (Stücke passen nicht, ca. 0,10 m? fehlen) Tonstein, schluffig; schwarz; schwach im 1- bis 3-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben spaltend; feine Glimmer; schwach karbonatisch; zahlreiche schluffig verfüllte klastische Gänge; Grabgänge bis 1 cm lang, bis 2 mm Ø
- LE 159: > 0,15 m (in der Kiste fehlen 0,75 m) Schluffstein, tonig; dunkelgrau; im cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Korngrößenwechsel, gröbere Lagen z. T. mit Mikro-Rutschgefügen, z. T. intern ungeschichtet, feinere Lagen intern im mm-Bereich ± eben bis flach wellig laminiert; im cm-Bereich ± eben spaltend bis scherbig zerfallend; feine Glimmer, Pyrit?; schwach karbonatisch
- LE 158: > 0,05 m Tonstein, schluffig; schwarz; im cm-Bereich eben geschichtet, intern gradiert mit scharfer Basis, im mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; uneben spaltend; feine Hellglimmer, feinverteilter Pyrit; schwach karbonatisch, an der Basis jeder Schicht Anreicherungen von Kalzitblasten im mm-Bereich  
Kisten 7 und 8 fehlen
- LE 157: > 0,40 m Schluffstein, tonig; schwarz; im mm-Bereich ± eben bis flach wellig laminiert; im cm-Bereich an kohligem Glimmerlagen uneben spaltend; auf Spaltflächen viel Hell- und Dunkelglimmer; schwach karbonatisch; Netzleisten im 2-mm-Bereich (Entwässerungsstrukturen?); unten fließender Übergang
- LE 156: 0,20 m Schluffstein; grau; ungeschichtet, nach oben im 1- bis 2-cm-Bereich ± eben geschichtet durch kohlig-tonige Laminaen bzw. Häutchen, intern schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen; an kohlig-tonigen Laminaen uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; auf Spaltflächen vereinzelt schichtparallele Grabgänge (?), 1 mm Ø; unten fließender Übergang



- LE 155: 0,02 m Feinsandstein; hellgrau; ungeschichtet; karbonatisch, synsedimentär gestört, z. T. Fetzengefüge, Tonfetzen, Tonklasten bis 1 mm x 1 cm, klastische Gänge im 2-mm-Bereich; scharfe, ± ebene Basis
- LE 154: > 0,13 m Tonstein, schluffig; schwarz; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen, bei 0,08 m 1 cm fein eben im mm-Bereich laminiert durch Korngrößenwechsel; uneben bis scherbis spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch (unten fehlen ca. 0,20 m)
- LE 153: > 0,06 m Schluffstein; dunkelgrau; schwach im 1- bis 2-mm-Bereich ± eben geschichtet durch Korngrößenwechsel; uneben bis scherbis spaltend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; vereinzelt klastische Gänge bis 2 mm weit, bis 2 cm tief
- LE 152: ca. 0,80 m (stark zerlegt, z. T. geklebt) Schluffstein, feinsandig, nach oben Schluffstein, tonig; grau; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im cm-Bereich scherbis zerfallend; feine Hellglimmer, oben vereinzelt Biotit bis 2 mm Ø; karbonatfrei
- LE 151: ca. 0,20 m (stark zerlegt, z. T. geklebt) Tonstein, schluffig; schwarz; schwach geschichtet; im cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer, Pyrit; schwach karbonatisch, bis 1 cm mächtige weiße Karbonatlinsen, körnige Internstruktur; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich
- 1278,0 – 1287,0 m Kern 16: 10 Kisten, 9 m Gewinn, 9 Kisten vorhanden; der Kern ist z. T. stark zerlegt und wieder geklebt  
Kiste 1 und 0,40 m in Kiste 2 fehlen
- LE 150: > 0,03 m Schluffstein, tonig; dunkelgrau; im 1- bis 5-mm-Bereich flach wellig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben bis scherbis spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; lagenweise Mikro-Rutschstrukturen; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; scharfe, ± ebene Basis
- LE 149: 0,03 m Schluffstein; grau; im 1- bis 5-mm-Bereich flach wellig geschichtet; schwach karbonatisch; lagenweise Mikro-Rutschstrukturen; scharfe, ± ebene Basis
- LE 148: 0,07 m Schluffstein, tonig; dunkelgrau; im 1- bis 5-mm-Bereich flach wellig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben bis scherbis spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; lagenweise Mikro-Rutschstrukturen; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; scharfe, ± ebene Basis
- LE 147: 0,10 m Tonstein, schluffig; schwarz; im mm-Bereich eben bis flach wellig laminiert; ± eben spaltend; feine Glimmer; schwach karbonatisch; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; an Basis tektonischer Harnisch, EF 45°
- LE 146: 0,03 m Schluffstein; grau; im 1- bis 5-mm-Bereich flach wellig geschichtet; schwach karbonatisch; lagenweise Mikro-Rutschstrukturen; scharfe, unebene Basis
- LE 145: 0,20 m Schluffstein, tonig; schwarz; im 1- bis 2-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; ± schichtparallel angereicherte Karbonatblasten im mm-Bereich (Pseudomorphosen nach Gips aus der Pyritverwitterung?)
- LE 144: ca. 0,10 m (Kern stark zerlegt) Tonstein, schluffig; schwarz; im 1- bis 2-mm-Bereich eben geschichtet; im cm-Bereich eben spaltend, intern scherbis zerfallend; fein verteilter Pyrit; karbonatfrei; Pyritkonkretionen bis 2 mm Ø; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 143: 0,10 m Schluffstein, tonig, nach oben Tonstein, schluffig; schichtparallel wechselnd braungrau und schwarz; im 1- bis 5-mm-Bereich ± eben geschichtet durch Korngrößenwechsel; uneben spaltend; Pyrit; schwach karbonatisch; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; scharfe, sehr unebene Basis
- LE 142: ca. 0,15 m Feinsandstein; hellgraubraun; ungeschichtet; karbonatisch; synsedimentär gestört, Wickelstrukturen im 5- bis 10-cm-, Karbonat- und Pyritkonkretionen im 1- bis 2-cm-Bereich; scharfe, sehr uneben wellig erosive Basis mit Belastungsmarken bis 2 cm tief ins Liegende eingreifend
- LE 141: 0,10 m Schluffstein, tonig, kohlig; schwarz; im < 1-mm-Bereich ± eben laminiert; uneben spaltend bis scherbis zerfallend; karbonatfrei; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel

- LE 140: max. 0,75 m (Kern geklebt; intern fehlen ca. 0,15 m) Tonstein, schluffig; schwarz, nach oben dunkelgrau; im 1- bis 2-mm-Bereich ± eben bis flach wellig laminiert; uneben spaltend bis scherbis zerfallend; karbonatfrei; auf einzelnen Spaltflächen Biotit, feinverteilter Pyrit; Pyritkonkretionen bis 2 mm Ø, vereinzelt schluffig verfüllte Grabgänge bis 5 mm lang, 2 mm Ø, senkrecht zur Schichtung; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich, kohlige Holzreste im cm-Bereich, Calamitenachsen im cm-Bereich, Farnblättchen im mm-Bereich; scharfe, ebene Basis
- LE 139: 0,05 m Schluffstein, tonig; grau; ungeschichtet; karbonatisch, synsedimentär gestört, Fetzengefüge, von zahlreichen klastischen Gängen im 1- bis 2-mm-Bereich durchsetzt (Entwässerungsstrukturen, Seismit); scharfe, ± ebene Basis mit Belastungsmarken und klastischen Gängen
- LE 138: 0,14 m Schluffstein; dunkelgrau; ungeschichtet; im 5-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; scharfe, unebene Basis mit Belastungsmarken?
- LE 137: 0,03 m Schluffstein, feinsandig; dunkelgrau; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen und -schmitzen; uneben spaltend an tonigen und kohligen Häutchen; viel feiner Hellglimmer auf Spaltflächen; schwach karbonatisch; unten fließender Übergang
- LE 136: 0,03 m Feinsandstein, schluffig; hellgrau; ungeschichtet; karbonatisch; synsedimentär gestört, Fetzengefüge; scharfe, flach wellige Basis
- LE 135: 0,10 m Schluffstein, feinsandig; grau; unten im 3-mm-Bereich flach wellig geschichtet, nach oben ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen und -schmitzen; im 5-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; vereinzelt Tonfetzen und -häutchen; scharfe, ebene Basis
- LE 134: 0,03 m Schluffstein, feinsandig; dunkelgrau; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen und -schmitzen; uneben spaltend an tonigen und kohligen Häutchen; viel feiner Hellglimmer auf Spaltflächen; schwach karbonatisch; unten fließender Übergang
- LE 133: 0,02 m Feinsandstein, schluffig; hellgrau; ungeschichtet; karbonatisch; synsedimentär gestört, Fetzengefüge; scharfe, ebene Basis
- LE 132: 0,15 m Schluffstein, feinsandig; dunkelgrau; im 5-cm-Bereich geschichtet durch cm-starke Schlufflagen; im 5-cm-Bereich uneben spaltend an tonigen und kohligen Häutchen; viel feiner Hellglimmer auf Spaltflächen; schwach karbonatisch; scharfe, flach wellige Basis
- LE 131: 0,02 m Feinsandstein, schluffig; hellgrau; ungeschichtet; karbonatisch; synsedimentär gestört, Fetzengefüge; scharfe, flach wellige Basis
- LE 130: ca. 0,60 m (mehrere nicht passende Stücke, ca. 0,10 m fehlen) Schluffstein, feinsandig; dunkelgrau; im 5-cm-Bereich geschichtet durch cm-starke Schlufflagen; im 5-cm-Bereich uneben spaltend an tonigen und kohligen Häutchen; viel feiner Hellglimmer auf Spaltflächen; schwach karbonatisch; scharfe, flach wellige Basis
- LE 129: 0,02 m Feinsandstein, schluffig; hellgrau; ungeschichtet; karbonatisch, synsedimentär gestört, Fetzengefüge; scharfe, flach wellige Basis
- LE 128: 0,20 m Schluffstein; dunkelgrau; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von vereinzelt Tonfetzen und kohligen Häckseln; im 3- bis 5-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch (unten fehlen ca. 0,08 m, Stücke passen nicht)
- LE 127: > 1,00 m Feinsandstein, schluffig; grau; ungeschichtet bis im 2-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch absätzig kohlige Häutchen; gut sortiert; auf Spaltflächen viel Hellglimmer; karbonatisch, kohlige Häutchen mit Netzleisten und Runzelstrukturen, z. T. im mm-Bereich genarbt (Algenmatten?); scharfe, flach wellige Basis mit Entwässerungsstrukturen
- LE 126: 0,20 m Schluffstein, feinsandig; grau; unten im cm-Bereich ± eben bis flach wellig geschichtet, nach oben ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von Tonfetzen und -schmitzen; im 5-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch, vereinzelt Tonfetzen und -häutchen



- LE 125: > 0,08 m Feinsandstein, schluffig; hellgrau; im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; im 3- bis 5-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; vereinzelte klastische Gänge im 2-mm-Bereich; scharfe, wellige Basis
- LE 124: ca. 0,80 m (intern fehlen ca. 0,35 m) Schluffstein; grau; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 1- bis 2 cm-Bereich großscherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich
- LE 123: 0,15 m Schluffstein, feinsandig; grau; im 2-mm-Bereich flaserig geschichtet; im 3- bis 5-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; vereinzelte klastische Gänge im 2-mm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 122: ca. 1,00 m (Kern z. T. stark zerlegt, unten fehlen ca. 0,25 m) Schluffstein; grau; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 1- bis 2 cm-Bereich großscherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich
- LE 121: > 0,25 m Feinsandstein, schluffig; grau; im cm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet durch Korngrößenwechsel; im 2-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch, synsedimentär gestört durch zahlreiche klastische Gänge bis 2 mm weit, sandig verfüllt, z. T. Fetzengefüge, primäre Schichtungsgefüge völlig zerlegt; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich
- LE 120: ca. 0,20 m (Kern völlig zerlegt) Schluffstein; schwarz; ungeschichtet bis im 1- bis 2-mm-Bereich eben laminiert; im cm-Bereich uneben spaltend, intern scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; in cm-starken schluffigen Lagen Mikro-Rutschgefüge; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; scharfe, flach wellige Basis
- LE 119: ca. 0,25 m (Kern z. T. stark zerlegt) Schluffstein, feinsandig; grau; schwach im mm-Bereich flach wellig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben spaltend, intern scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; synsedimentär gestört durch klastische Gänge im 2-mm-Bereich, z. T. Fetzengefüge; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich
- LE 118: ca. 0,05 m Schluffstein, tonig; schwarz; ungeschichtet bis feinst eben laminiert; im cm-Bereich uneben spaltend, intern scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch, in cm-starken schluffigen Lagen Mikro-Rutschgefüge vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm- bis cm-Bereich (Farn); scharfe, ± ebene Basis
- LE 117: 0,17 m Schluffstein, feinsandig; grau; schwach im mm-Bereich flach wellig geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben spaltend, intern scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; synsedimentär gestört durch klastische Gänge im 2-mm-Bereich, z. T. Fetzengefüge; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; scharfe, ± ebene Basis
- LE 116: ca. 0,90 m Schluffstein, tonig; schwarz; ungeschichtet bis feinst eben laminiert; im cm-Bereich uneben spaltend, intern scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; in cm-starken schluffigen Lagen Mikro-Rutschgefüge; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich
- 1287,0 – 1296,0 m Kern 17: 10 Kisten, 9 m Gewinn, 9 Kisten vorhanden, Kiste 10 fehlt, aber am tiefsten Kernstück steht 1296,0
- LE 115: 1,25 m Schluffstein, feinsandig, nach oben Feinsandstein, schluffig; grau, nach oben hellgrau; unten schwach geschichtet, nach oben ungeschichtet, die obersten 0,40 m im mm-Bereich flaserig geschichtet; im 2-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; oben synsedimentär gestört, zahlreiche klastische Gänge im mm-Bereich, z. T. Fetzengefüge (Entwässerungsstrukturen? Seismit?); scharfe, ± ebene Basis
- LE 114: 0,20 m Schluffstein, tonig; dunkelgrau; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 2-cm-Bereich uneben spaltend, intern kleinscherbig zerfallend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; scharfe, ± ebene Basis
- LE 113: 0,25 m Feinsandstein, schluffig; grau; im cm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet durch Korngrößenwechsel; im 2-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; synsedimentär gestört durch zahlreiche klastische Gänge bis 2 mm weit, sandig verfüllt, z. T. Fetzengefüge, primäre Schichtungsgefüge völlig zerlegt; Netzleisten auf Spaltflächen; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; scharfe, ± ebene Basis

- LE 112: ca. 0,15 m Schluffstein, tonig; dunkelgrau; schwach geschichtet; im cm-Bereich scherbilig zerfallend; feine Hellglimmer; schwach karbonatisch; vereinzelt Pflanzenhäcksel im mm-Bereich
- LE 111: 0,30 m Tonstein, schluffig; schwarz; schwach geschichtet; im 2- bis 5-mm-Bereich uneben spaltend bis scherbilig zerfallend; lagenweise viel Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; schwach karbonatisch; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm- bis cm-Bereich, auf einzelnen Spaltflächen Conchostraken, vereinzelt Muscheln?; scharfe, ± ebene Basis
- LE 110: 0,08 m Feinsandstein, schluffig; grau; im cm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet durch schwarze Tonlaminen; karbonatisch; synsedimentär gestört, Tonlaminen z. T. zerbrochen, z. T. Fetzengefüge, zahlreiche klastische Gänge im mm-Bereich; scharfe, unebene bis ± ebene Basis
- LE 109: 0,30 m Schluffstein, tonig; schwarz; schwach geschichtet bis im mm-Bereich flach wellig geschichtet; im cm-Bereich uneben spaltend bis scherbilig zerfallend; lagenweise viel feiner Hell- und Dunkelglimmer; schwach karbonatisch; Netzleisten; vereinzelt Pflanzenhäcksel im cm-Bereich, kohlig und Abdrücke (Calamiten)
- LE 108: 0,65 m Schluffstein, feinsandig; grünlichgrau; schwach geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben spaltend bis scherbilig zerfallend; feine Hellglimmer, vereinzelt frischer Biotit bis 1 mm Ø; schwach karbonatisch; intern synsedimentär brekziiert bis intraformationelles Feinkonglomerat, Fetzengefüge, Ton- und Schluffsetzen und -splitter im mm- bis cm-Bereich, z. T. fein laminiert (Algenmatten?); scharfe, flach wellige Basis
- LE 107: 0,05 m Schluffstein; grau; ungeschichtet; feine Hellglimmer; karbonatisch, synsedimentär gestört, völlig von unregelmäßigen, ± senkrechten klastischen Gängen im mm-Bereich durchsetzt (Entwässerungsstrukturen, Seismit); unten fließender Übergang
- LE 106: 0,05 m Schluffstein; grau; ungeschichtet; feine Hellglimmer; karbonatisch; scharfe, flach wellige Basis
- LE 105: 0,20 m Feinsandstein, nach oben Feinsandstein, schluffig; hellgrau; im 2-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Schlufflaminen; im 1- bis 2 cm-Bereich ± eben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; Schlufflaminen nach oben zunehmend mächtig bis 2 cm; intern flach wellig laminiert, in den größeren Lagen Scherben und Fetzen von fein laminiertem Ton-Schluffstein (Algenmatten?); auf Spaltflächen Netzleisten, mit klastischen Gängen verbunden; scharfe, flach wellige Basis
- LE 104: 0,20 m Schluffstein; grau; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 2-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; vereinzelt Tonfetzen; scharfe, flach wellige Basis
- LE 103: 0,25 m Feinsandstein, nach oben Feinsandstein, schluffig; hellgrau; im 2-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Schlufflaminen; im 1- bis 2 cm-Bereich ± eben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; Schlufflaminen nach oben zunehmend mächtig bis 2 cm, intern wellig laminiert, in den größeren Lagen Scherben und Fetzen von fein laminiertem Ton-Schluffstein (Algenmatten?); auf Spaltflächen Netzleisten, mit klastischen Gängen verbunden; scharfe, flach wellige Basis
- LE 102: 0,30 m Schluffstein, feinsandig; grau; im 2- bis 3-mm-Bereich flach wellig geschichtet durch Korngrößenwechsel; im 2-cm-Bereich ± eben bis uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; vereinzelt Feinsandfasern bis 2 x 5 cm; vereinzelt Grabgänge, 2 mm Ø, ± senkrecht und parallel zur Schichtung; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; scharfe, flach wellige Basis
- LE 101: 0,02 m Feinsandstein; hellgrau; im 5-mm-Bereich flach wellig geschichtet durch Schlufflaminen; gut sortiert; komponentengestützt; karbonatisch zementiert; Entwässerungsstrukturen; scharfe, uneben wellige Basis
- LE 100: > 0,53 m (unten fehlen ca. 0,45 m) Schluffstein, feinsandig; grau; ungeschichtet, nach oben zunehmend im 2- bis 3-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet durch Korngrößenwechsel; im 2- bis 5-cm-Bereich uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; vereinzelt Feinsandfasern bis 2 x 5 cm; vereinzelt Grabgänge, 2 mm Ø, ± senkrecht und parallel zur Schichtung; vereinzelt Pflanzenhäcksel im mm-Bereich



- LE 99: > 0,10 m Schluffstein, tonig, feinsandig; hellgrünlichgrau; ungeschichtet bis schwach geschichtet; uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; synsedimentär gestört, brekziiert, Fetzengefüge; zahlreiche unregelmäßige klastische Gänge im mm-Bereich (Seismit?); scharfe, wellige Basis
- LE 98: 0,03 m Feinsandstein; hellgrau; im cm-Bereich rippelschichtig; karbonatisch; scharfe, uneben wellige Basis
- LE 97: 0,20 m Schluffstein, z. T. feinkonglomeratisch (intraformationell); hellgrünlichgrau; schwach geschichtet durch Einlagerung von Sedimentklasten; uneben spaltend; feine Hellglimmer; karbonatisch; Schluff- und Tonklasten (intraformationell) bis 2 mm x 1 cm, eckig; synsedimentär gestört durch klastische Gänge; vereinzelt unbestimmbare kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; scharfe, unebene Basis
- LE 96: ca. 0,35 m (unten fehlen ca. 0,10 m) Feinsandstein, schluffig; hellgrau, z. T. hellrötlichgrau; im 1- bis 2-cm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet durch Korngrößenwechsel; uneben spaltend; karbonatisch; z. T. synsedimentär gestört durch klastische Gänge bis 2 cm weit und bis 10 cm tief (unten) (Entwässerungsstrukturen, Seismit?); z. T. Netzleisten auf Spaltflächen; ausgehend von Feinsandflasern beginnende Karbonatkonkretionsbildung
- LE 95: > 0,50 m Schluffstein, feinsandig, feinkonglomeratisch (intraformationell); hellgrünlichgrau; im 2- bis 5-mm-Bereich flachwellig geschichtet; feine Hellglimmer, fein verteilter Pyrit; karbonatisch; synsedimentär gestört durch klastische Gänge bis 3 mm weit, unregelmäßig, z. T. völlig brekziiert und z. T. umgelagert; intraformationelle Klasten bis 1 cm Ø, überwiegend eckig; schichtparallel geregelt; unten fließender Übergang
- LE 94: 0,10 m Schluffstein; hellgrünlichgrau; im 5-mm- bis 1-cm-Bereich flach wellig geschichtet durch Korngrößenwechsel und Karbonatgehalt; im 2-cm-Bereich uneben spaltend; karbonatisch; synsedimentär gestört durch klastische Gänge, bis 3 mm weit, Netzleisten auf Spaltflächen (Seismit?); unten fließender Übergang
- LE 93: 0,13 m Schluffstein, tonig; grünlichgrau; schwach geschichtet; im 2-cm-Bereich uneben spaltend; karbonatisch; synsedimentär gestört durch zahlreiche klastische Gänge, unregelmäßig, bis 2 cm weit, mehrere cm tief, karbonatisch verfüllt (Entwässerungsstrukturen? Seismit?); unten fließender Übergang
- LE 92: ca. 1,10 m (Kern in Scheiben zerlegt und wieder geklebt, Spaltflächen häufig mit Leim verkleistert) Tonstein, schluffig, nach oben Schluffstein, tonig; schwarz, nach oben zunehmend dunkelgrau; im < 1-mm-Bereich ± eben laminiert, nach oben zunehmend unruhig und gröber laminiert bis im mm-Bereich flach wellig geschichtet; unten eben, nach oben zunehmend uneben bis scherbilg spaltend; feine Hell- und Dunkelglimmer, fein verteilter Pyrit; karbonatisch; unten vereinzelt kohlige Laminaen; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im mm-Bereich; scharfe, ebene Basis
- LE 91: 0,25 m Tonstein, schluffig; grünlichgrau; im cm-Bereich ± eben geschichtet durch Korngrößenwechsel, feinere Lagen im < 1-mm-Bereich fein laminiert durch Korngrößenwechsel (Algenmatten?), gröbere Lagen intern ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung von Tonscherben; feine Hellglimmer; karbonatisch; oben zunehmend synsedimentär gestört durch klastische Gänge, z. T. brekziiert; vereinzelt rotbraune Wurzelröhren bis 5 mm Ø, schluffig verfüllt; vereinzelt kohlige Pflanzenhäcksel im 2-mm-Bereich; scharfe, ebene Basis,
- LE 90: 0,33 m Schluffstein, nach oben Schluffstein, tonig; grünlichgrau; schwach geschichtet durch Regelung der Komponenten; im 2-cm-Bereich uneben spaltend; karbonatisch; Einlagerung von fein laminierten Tonfetzen (stromatolithisch?) bis 2 mm dick; vereinzelt fein gestreifte Achsen auf Spaltflächen, schichtparallel wirr eingelagert (Calamiten); vereinzelt mm-große kalzitisch verfüllte Kugeln (Makrosporen?), auf einzelnen Spaltflächen in Massen zusammen mit Wurzeln? oder Grabgängen?, schichtparallel, verzweigt, 1 mm Ø; unten fließender Übergang
- LE 89: 0,13 m Feinsandstein, nach oben Feinsandstein, schluffig; rotviolett/grünlichgrau ± schichtparallel gefleckt, z. T. laminenweise wechselnd; im mm-Bereich flach wellig geschichtet, in der Mitte 5 cm im cm-Bereich flach wellig geschichtet, intern schwach schräg geschichtet; uneben spaltend; lagenweise viel Hellglimmer, vereinzelt frischer Biotit; karbonatisch; vereinzelt Grabgänge bis 5 mm Ø, 2 cm lang; vereinzelt Muschel-schalen(?), einklappig

- 1296 – 1300 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, grau bis dunkelgrau, uneben spaltend, glimmerführend; toniger Schluffstein und schluffiger Tonstein, dunkelgrau, eben spaltend, glimmerreich (Biotit); wenig Feinsandstein, hellgrau, glimmerführend; wenige rotbraune Feinklastika (Nachfall?)

#### **Tierstein-Formation, Einheit F**

- 1302 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, grau und grauviolett, uneben spaltend, glimmerreich; schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotviolett, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich; vereinzelt schwarzer Tonstein (Nachfall?)
- 1308 m Feinsandstein, schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotviolett und grauviolett, uneben spaltend, glimmerführend; Feinsandstein, hellgrau; Feinsandstein und schluffiger Feinsandstein, hellrotbraun, glimmerreich, oben wenig, unten viel Biotit; Schluffstein und schluffiger Tonstein, rotbraun/grün gefleckt; wenig schwarzer Tonstein (Nachfall?)
- 1312 m Feinsandstein, schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotviolett und grauviolett, nach unten zunehmend rotviolett, uneben spaltend, glimmerführend (viel Biotit); Feinsandstein, hellrotbraun, glimmerreich (viel Biotit); Mittelsandstein, grau, matrixreich, eckig bis kantengerundet; Quarz, Biotit (wird eingelagert)
- 1314 m Feinsandstein, schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotviolett, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerführend (viel Biotit); Feinsandstein und Mittelsandstein, rotbraun bis rotviolett und hellgrau, glimmerführend (viel Biotit); Schluffstein, hellgrünlichgrau, glimmerführend; dunkelgrauer Magmatit, splittrig (zerbohrte Gerölle); wenig schwarzer Tonstein (Nachfall)
- 1326 m dunkelgrauer Magmatit und grauer, weißer und rötlicher Granit, splittrig (zerbohrte Gerölle); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Feinsandstein und Mittelsandstein, rotbraun, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Arkose, mittelsandig, hellrot, eckig, ohne Matrix; Tonstein, schwarz, eben spaltend; akzessorisch grauer Quarzit, hellgrauer Tuff(?) mit idiomorphem Quarz und Biotit
- 1330 m dunkelgrauer Magmatit und grauer, weißer und rötlicher Granit, splittrig (zerbohrte Gerölle); Grobsandstein, Mittelsandstein und Feinsandstein, rotbraun, eckig bis kantengerundet, Quarz, viel Feldspat, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun und rotviolett, z. T. fleckig, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); braunroter Tonstein, eben spaltend (Nachfall?); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, grau und dunkelgrau, uneben spaltend, glimmerreich (Nachfall?); akzessorisch grauer Quarzit, weißer Tuff(?)
- 1332 m Schluffstein und feinsandiger Schluffstein, braunrot und rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend; wenig Feinsandstein und schluffiger Feinsandstein, rotbraun, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); dunkelgrauer Magmatit (zerbohrte Gerölle?, Nachfall?); akzessorisch hellgrauer Quarzit, ziegelroter Tonstein, mittelsandige Arkose
- 1338 m dunkelgrauer Magmatit und grauer, weißer und rötlicher Granit, splittrig (zerbohrte Gerölle); Grobsandstein, hellrot und weiß, eckig, schlecht sortiert, Quarz, viel Feldspat, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun und rotviolett, z. T. fleckig, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); braunroter Tonstein, eben spaltend (Nachfall?); Tonstein, dunkelgrau; uneben spaltend, glimmerreich (Nachfall?); akzessorisch grauer Quarzit, Milchquarz, Feldspat
- 1340 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun und grauviolett, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (viel Biotit); außerdem dunkelgrauer Magmatit und weißer und rötlicher Granit, splittrig (zerbohrte Gerölle), Feldspat (Nachfall?); schwarzer und braunroter Tonstein, eben spaltend (Nachfall?); akzessorisch grauer Quarzit (Nachfall?)



- 1342 m matrixreicher Mittelsandstein, Feinsandstein und schluffiger Feinsandstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); toniger Schluffstein und schluffiger Tonstein, braunrot, eben spaltend; wenig Grobsandstein, hellrot und hellgrau, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat, Biotit (Nachfall?); wenig grauer Granit (Nachfall?); schwarzer Tonstein (Nachfall?)
  - 1348 m Tonstein, schluffig und Schluffstein, tonig, grau und schwarz, uneben spaltend, glimmerführend; Schluffstein, hellgrau, uneben spaltend; wenig Mittelsandstein, hellgrau, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat, Biotit (Nachfall?); wenig grauer Granit (Nachfall?); wenig Tonstein rotbraun/grün gefleckt und schwarz (Nachfall?); wenig Feinsandstein, Mittelsandstein und Grobsandstein, rotviolett, matrixreich, glimmerreich (viel Biotit); akzessorisch hellgrauer Tuff(?)
  - 1353 m Mittelsandstein und Grobsandstein, grauviolett, grau, hellgrau und weiß, schlecht sortiert, eckig, wenig Matrix, Quarz und Feldspat; mittelsandiger und schluffiger Feinsandstein, grau bis grauviolett, uneben spaltend, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein; grauviolett bis rotviolett, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); schluffiger Tonstein, hellgrau und schwarz (Nachfall?); akzessorisch grauer Quarzit, hellgrauer Granit, schwarzer Magmatit (Nachfall?)
- 1353,0 – 1362,0 m *Kern 18: 10 Kisten, 9 m Gewinn, der Kern ist stark beprobt und daher lückenhaft  
Kornbestand der klastischen Gesteine (soweit nicht anders angegeben): Quarz, viel frischer Biotit, braune Sedimentklasten*
- LE 88: *ca. 1,00 m (stark beprobt, ca. 0,40 m fehlen) Schluffstein, feinsandig; grünlichgrau/rotviolett gefleckt; nach oben zunehmend deutlich im 2- bis 5-mm-Bereich flach wellig bis flaserig geschichtet; uneben spaltend; karbonatisch; unten intensiv durchwurzelt, karbonatische Wurzelkonkretionen bis 1 x 3 cm; hellrötlich; unregelmäßig, scharf begrenzt; z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern, nach oben deutlich nachlassend*
- LE 87: *0,10 m Feinkonglomerat, grobsandig; grünlichgrau; ungeschichtet; komponentengestützt; Kornbestand: 90 % Karbonatklasten, außerdem Quarz, Feldspat, Biotit, Rhyolith?, grauer und grüner Schluffstein; karbonatisch; scharfe, uneben erosive Basis, scharfe, wellige Obergrenze (Rippeln?)*
- LE 86: *ca. 1,40 m (stark beprobt, intern fehlen ca. 0,60 m) Grobsandstein, nach oben Feinsandstein, schluffig; rötlichbraun und graugrün gefleckt; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung der Komponenten; uneben spaltend; Hell- und Dunkelglimmer; schwach karbonatisch; darin nach oben zunehmend umgelagerte pedogene Karbonatkonkretionen bis 2 cm Ø (Klasten!), gut gerundet, mikritisch mit Fenstergefügen, z. T. mit dunklem Saum; intensiv durchwurzelt, zahlreiche Karbonatkonkretionen bis 2 cm Ø, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern; scharfe, ebene Basis*
- LE 85: *0,50 m Schluffstein; grau, nach oben zunehmend rötlichgrau; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich ± eben spaltend; feine Hellglimmer, wenig Biotit; karbonatfrei; vereinzelt Karbonatkonkretionen bis 5 cm Ø, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern: Wurzelkonkretionen; unten fließender Übergang*
- LE 84: *0,15 m Grobsandstein, nach oben Mittelsandstein; grünlichgrau/rotviolett gefleckt; ungeschichtet bis schwach geschichtet; komponentengestützt; karbonatisch; Wurzelröhren und karbonatische Wurzelkonkretionen bis 5 mm Ø, mehrere cm lang; scharfe, unebene Basis*
- LE 83: *0,50 m Feinsandstein, mittelsandig; dunkelgraubraun, z. T. grünfleckig; ungeschichtet bis schwach geschichtet; ± eben spaltend; feine Hellglimmer, frischer Biotit; karbonatisch; zahlreiche Karbonatkonkretionen bis 4 cm Ø bzw. 2 cm Ø und 6 cm lang, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern: Wurzelkonkretionen; unten fließender Übergang*

- LE 82: 0,10 m Grobsandstein, feinkiesführend; graubraun; ungeschichtet bis schwach geschichtet; komponentengestützt; karbonatisch; klastische Gänge, bis 1 cm weit, schräg zur Schichtung (Wurzeln? Grabgänge?); Karbonatkonkretionen bis 5 mm Ø, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern: Wurzelkonkretionen; scharfe, unebene Basis mit Belastungsmarken und/oder Bioturbation
- LE 81: 0,15 m Feinsandstein, mittelsandig; dunkelgraubraun; ungeschichtet bis schwach geschichtet; ± eben spaltend; feine Hellglimmer, frischer Biotit; karbonatisch; zahlreiche Karbonatkonkretionen bis 1 cm Ø, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern: Wurzelkonkretionen; scharfe, unebene Basis
- LE 80: 0,20 m Grobsandstein, feinkiesführend; graubraun; im 1- bis 2-mm-Bereich eben parallel geschichtet; komponentengestützt; karbonatisch; darin vor allem an der Basis lose verteilt und schichtparallel geregelt Sedimentklasten bis 3 x 15 mm; klastische Gänge, bis 1 cm weit, schräg zur Schichtung (Wurzeln? Grabgänge?); scharfe, sehr uneben erosive Basis
- LE 79: ca. 0,40 m Schluffstein; grau; ungeschichtet; uneben spaltend; vereinzelt feine Hellglimmer; stark karbonatisch; zahlreiche Karbonatkonkretionen, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern: Wurzelkonkretionen; unten fließender Übergang
- LE 78: 0,15 m Schluffstein; grau; ungeschichtet; uneben spaltend; vereinzelt feine Hellglimmer; stark karbonatisch; lose eingestreute Karbonatklasten bis 3 mm Ø, hellgrau, kantengerundet
- LE 77: > 1,00 m (intern fehlen ca. 0,15 m, unten ca. 0,65 m) Schluffstein; grünlichgrau/rotviolett gefleckt, nach oben zunehmend grau; ungeschichtet bis schwach geschichtet; uneben spaltend; feine Hellglimmer; stark karbonatisch; zahlreiche Karbonatkonkretionen bis 5 mm Ø, an der Basis, bei 0,50 m und am Top lagenweise angereichert und bis 2 x 3 cm, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern: Wurzelkonkretionen: pedogene Calcrete, Calcisol
- LE 76: > 0,40 m Schluffstein; unten grünlichgrau, nach oben zunehmend rotviolett/grünlichgrau gefleckt; schwach geschichtet; unregelmäßig brechend; stark karbonatisch; Karbonatkonkretionen bis 2 cm Ø, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern: Wurzelkonkretionen: pedogene Calcrete, Calcisol
- LE 75: > 0,20 m (mehrere nicht passende Stücke) Kalkstein; grünlichgrau, unten z. T. rotviolett gefleckt; z. T. im cm-Bereich flaserig geschichtet; mikritisch; lose eingestreute Karbonat-intraklasten bis 5 mm Ø; nach oben zunehmend von schichtparallelen Grabgängen durchsetzt, bis 1 cm Ø, z. T. bis mehrere cm lang, z. T. zerdrückt, mit grauem Mikrit verfüllt, dünner schwarzer Saum; Karbonatkonkretionen bis 2 cm Ø, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern: Wurzelkonkretionen; unten fließender Übergang
- LE 74: 0,20 m Schluffstein; rotviolett/grünlichgrau gefleckt; schwach geschichtet; unregelmäßig brechend; stark karbonatisch; Karbonatkonkretionen bis 2 cm Ø, hellrötlich, unregelmäßig, scharf begrenzt, z. T. mit konzentrischem Internbau, mit sparitischem Kern: Wurzelkonkretionen, pedogene Calcrete, Calcisol; unten fließender Übergang
- LE 73: 0,07 m Mergelstein; graugrün; ungeschichtet, dicht; völlig von schichtparallelen Grabgängen durchsetzt, bis 1 cm Ø, z. T. bis mehrere cm lang, z. T. zerdrückt, mit grauem Mikrit verfüllt, dünner schwarzer Saum; Karbonatklasten mit schwarzem Saum (black pebbles?); unten fließender Übergang
- LE 72: 0,05 m Kalkstein; graugrün; schwach geschichtet durch Regelung der Komponenten; komponentengestützt; Kornbestand: ausschließlich graue Karbonatklasten; unten fließender Übergang
- LE 71: ca. 0,60 m Kalkstein (Intraklastkalk), am Top dicht mikritisch; hellbraungrau; ungeschichtet; matrixgestützt; Kornbestand: graue Karbonatklasten (mikritisch, dicht) und graue Karbonatklasten aus Intraklastkalk (bis 2 cm Ø); Fensterstrukturen (Wurzelgänge?) z. T. mit rötlichen Säumen; unten fließender Übergang



- LE 70: *ca. 0,50 m ? (nur wenige Reststücke vorhanden) Kalkstein; grau; ungeschichtet; mikritisch, schlierig-wolkige Internstruktur; Intraklasten bis 3 mm Ø, z. T. mit stromatolithischen Aufwüchsen (umgelagert); Fensterstrukturen (Wurzalgänge?) z. T. mit rötlichen Säumen; Ostracoden?*
- LE 69: *> 0,30 m (mehrere nicht passende Stücke) Kalkstein; graugrün; schwach geschichtet durch Regelung der Komponenten; Kornbestand: graue Karbonatklasten (mikritisch, dicht) und graue Karbonatklasten aus Intraklastkalk (bis 2 cm Ø); matrixgestützt; scharfe, unebene Basis*
- LE 68: *> 0,10 m (nur wenige Bruchstücke vorhanden) Kalkstein; graugrün; schwach geschichtet durch Regelung der Komponenten; komponentengestützt; Kornbestand: ausschließlich graue Karbonatklasten*
- 1362 – 1364 m Kalkstein, hellgrau, dunkelgrau, hellbraun, mikritisch; Schluffstein, grau bis grauviolett, uneben spaltend, glimmerführend; Mittelsandstein, grau bis grauviolett, matrixreich, glimmerreich (viel Biotit); Nachfall: schwarzer Tonstein; rotbrauner schluffiger Tonstein bis Schluffstein; Grobsandstein weiß, schlecht sortiert, eckig, wenig Matrix, Quarz und Feldspat
- 1370 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotviolett, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerführend; Mittelsandstein, rotviolett, matrixreich, glimmerreich (Biotit); wasserklare zerbrochene Quarze (eckig, keine Kristallkanten); Nachfall: wenig schwarzer Tonstein; braunroter Tonstein, eben spaltend; Grobsandstein weiß, schlecht sortiert, eckig, wenig Matrix, Quarz und Feldspat; hellgrauer Granit und schwarzer Magmatit
- 1374 m Mittelsandstein und Grobsandstein, rotviolett und hellrotviolett, z. T. grünlichweiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat, viel Biotit; Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; Mittelsandstein, rotbraun, matrixreich, glimmerreich (viel Biotit); Feinsandstein und schluffiger Feinsandstein, rotviolett, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (viel Biotit); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, grau, uneben spaltend, glimmerführend; wasserklare zerbrochene Quarze (eckig, z. T. mit Kristallkanten, keine Dihexaeder); akzessorisch schwarzer kohligter Tonstein, hellgrauer Tuff(?), heller Granit; Nachfall: Kalkstein, hellgrau, grau und hellbraun; dunkelgrüner Magmatit; braunroter Tonstein; Granit
- 1376 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotviolett, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerführend (Hell- und Dunkelglimmer); Nachfall: Mittelsandstein und Grobsandstein, rotviolett und hellrotviolett, z. T. grünlichweiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat, viel Biotit; Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; dunkelgrüner Magmatit; heller Granit; braunroter Tonstein
- 1378 m Mittelsandstein und Grobsandstein, rotviolett und hellrotviolett, z. T. grünlichweiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat, viel Biotit; Feinsandstein, schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotviolett, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (viel Biotit); hellgrauer und hellroter Granit; akzessorisch schwarzer kohligter Tonstein, grüner Tonstein; Nachfall: braunroter Tonstein; dunkelgrüner Magmatit
- 1384 m Kalkstein, hellgrau und hellbraun, mikritisch; Feinsandstein und Mittelsandstein, rotbraun, schlecht sortiert, matrixreich, glimmerreich (überwiegend Biotit); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerführend; Schluffstein und Tonstein, grau, hellgrau und grauviolett, uneben spaltend, glimmerführend; schwarzer Tonstein, eben spaltend; Nachfall: heller Granit; Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat
- 1386 m Mittelsandstein und Grobsandstein, rotviolett und hellrotviolett, z. T. grünlichweiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat, viel Biotit; Feinsandstein, schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotviolett, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (viel Biotit); wasserklare zerbrochene Quarze (eckig, z. T. mit Kristallkanten, keine Dihexaeder); akzessorisch Grobsandstein, leuchtend rot, schlecht sortiert, eckig bis gut gerundet, matrixreich, Quarz und Feldspat (Tuff?); Nachfall: dunkelgrüner Magmatit; braunroter Tonstein; Granit

- 1396 m schluffiger Feinsandstein, rotviolett und grau violett, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Mittelsandstein, rotviolett und grau violett, z. T. grün gefleckt, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); hellgrauer bis weißer Tuff(?); braunroter Tonstein, eben spaltend, mit Conchostraken (Nachfall?); Nachfall: dunkelgrauer Tonstein; Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; vereinzelt Granit; hellbrauner Kalkstein

#### **Tierstein-Formation, Einheit G**

- 1398 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun/rotviolett/grün gefleckt und grau violett, uneben spaltend, hellglimmerführend (pedogen überprägt?); braunroter Tonstein, eben spaltend, mit Conchostraken (Nachfall?); akzessorisch schwarzer kohlig-er Schluffstein, hellgrauer bis weißer Tonstein (Tuff?); Nachfall: Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit
- 1404 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun/rotviolett/grün gefleckt und grau violett, uneben spaltend, hellglimmerführend (pedogen überprägt?); Mittelsandstein und Feinsandstein, rotviolett bis grau violett, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); hellgrauer bis weißer Tonstein (Tuff?); akzessorisch dunkelgrüner Schluffstein; Nachfall: dunkelgrauer Tonstein; Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; vereinzelt Granit; hellbrauner Kalkstein
- 1406 m Schluffstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, hellglimmerführend; Feinsandstein und Mittelsandstein, rotbraun, schlecht sortiert, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); akzessorisch (Nachfall?): Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit; grauer Quarzit; Feldspat; hellgrauer bis weißer Tonstein (Tuff?); schwarzer Tonstein; grauer und grünlichgrauer feinsandiger Schluffstein
- 1410 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, grau und grünlichgrau, uneben spaltend, hellglimmerführend; wenig toniger Schluffstein und schluffiger Tonstein, schwarz, kohlig, uneben spaltend, glimmerführend; braunroter Tonstein, eben spaltend, mit Conchostraken (Nachfall?); Granit; Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat (Nachfall?); Nachfall: hellbrauner Kalkstein
- 1416 m schluffiger Feinsandstein, feinsandiger Schluffstein und Schluffstein, rotbraun, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); wenig Grobsandstein und Mittelsandstein, weiß und hellrot, schlecht sortiert, eckig, wenig Matrix, Quarz und Feldspat, Hell- und Dunkelglimmer; akzessorisch (Nachfall?): Granit; dunkelgrauer und schwarzer Tonstein und Schluffstein; hellbrauner Kalkstein; hellgrauer bis weißer Tonstein (Tuff?)
- 1420 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, grau, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Mittelsandstein, rotbraun und rotviolett, matrixreich, glimmerreich (Hellglimmer und viel frischer Biotit); Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit
- 1422 m feinsandiger Schluffstein, schluffiger Feinsandstein und schluffiger Tonstein, grau, uneben spaltend, glimmerführend; Mittelsandstein, rotbraun und rotviolett, matrixreich, glimmerreich (Hellglimmer und viel frischer Biotit); akzessorisch (Nachfall?): Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit; schwarzer kohlig-er Tonstein; wasserklare zerbrochene Quarze (eckig, z. T. mit Kristallkanten, keine Dihexaeder)

1422,0 – 1431,0 m Kern 19: 10 Kisten, 9 m Gewinn

*Kornbestand der klastischen Gesteine: graue und grüne Ton(Tuff?)klasten (in LE 65–LE 67 ausschließlich), Quarz, Kalifeldspat, Biotit (wird eingelagert), Karbonat (karbonatisierte Feldspäte?)*

*LE 67: ca. 0,90 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch (intraformationell), schluffig, nach oben Schluffstein, grobsandig, feinkiesführend; grünlichgrau; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend; matrixgestützt; karbonatfrei; vereinzelt Harnische (Drucksuturen); Wurzelgänge bis 5 mm Ø, mehrere cm lang, scharf begrenzt, unregelmäßig, mit Tonklasten verfüllt, sideritisch(?) zementiert, karbonatisch; nach oben sideritische(?) Wurzelkonkretionen, rund, 5 mm Ø, mit kalzitischem Kern; scharfe, sehr unebene (erosive?) Basis*



- LE 66: 0,35 m Schluffstein, tonig, grobsandführend; grau, nach oben grünlichgrau; ungeschichtet; kleinstückig scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 65: ca. 0,60 m Schluffstein, grobsandig, feinkiesführend, nach oben Schluffstein, tonig, grobsandführend; grünlichgrau; schwach geschichtet unten durch absätzig Tonlamina bis 2 mm, oben durch Regelung der Komponenten; uneben spaltend bis scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, wenig Biotit; karbonatfrei; vereinzelt fein gestreifte Harnische (Drucksturen); unten fließender Übergang
- LE 64: ca. 0,20 m (völlig zerfallen) Tonstein, schluffig; grau; schwach im mm-Bereich geschichtet; im cm-Bereich scherbzig kleinstückig zerfallend; karbonatfrei; bei Wasserkontakt quellend; unten fließender Übergang
- LE 63: 0,50 m Schluffstein, feinsandig, grobsandführend; dunkelgraugrün, nach oben olivgrün; ungeschichtet; uneben spaltend; karbonatfrei; bioturbat, Grabgänge oder eher Wurzeln bis 1 cm Ø, bis mehrere cm lang, scharf begrenzt, unregelmäßig, dunkelgrün bis dunkelgrau verfüllt; unten fließender Übergang
- LE 62: > 0,08 m Schluffstein, feinsandig, grobsandig; grau; ungeschichtet; matrixgestützt; karbonatfrei
- LE 61: ca. 1,10 m (intern fehlen ca. 0,20 m) Schluffstein, tonig, grobsandführend; grau; ungeschichtet; im 2- bis 5-cm-Bereich uneben spaltend, intern großscherbzig zerfallend; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 60: 0,10 m Tonstein, schluffig, grobsandführend; grau; schwach geschichtet; uneben spaltend bis kleinstückig zerfallend; frischer Biotit (wirr eingelagert); karbonatfrei; Karbonatkongkretionen, 2 bis 7 cm Ø, hellgrau, scharf unregelmäßig begrenzt, z. T. Septarien; unten fließender Übergang
- LE 59: ca. 0,30 m Tonstein, grobsandig; grau bis braungrau; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung der Komponenten; im cm-Bereich uneben spaltend; karbonatfrei; umgelagerter Tuff?, Aschentuff?
- LE 58: 0,05 m (gehört möglicherweise nicht an diese Stelle) Grobsandstein, tonig (sandiger Kristalltuff bis grober Aschentuff); hellorangebraun; ungeschichtet; karbonatfrei; bei Wasserkontakt quellend und zerfallend
- LE 57: ca. 0,70 m Schluffstein, tonig, grobsand- und feinkiesführend; grau; ungeschichtet; im 1- bis 2-cm-Bereich uneben spaltend, intern scherbzig bis kleinstückig zerfallend; karbonatfrei
- LE 56: ca. 0,05 m feiner Aschentuff; hellolivgrün; schwach eben geschichtet, dicht, z. T. wolkige Gefüge; karbonatfrei; frischer Biotit bis 2 mm Ø, lose eingestreut Ton(Tuff?)klasten bis 2 mm Ø, z. T. gut gerundet; an der Basis synsedimentär gestört durch klastische Gänge, Sediment z. T. in Klasten zerlegt; scharfe, sehr unregelmäßige Basis
- LE 55: ca. 0,40 m (fast völlig beprobt und in kleine Stücke zerfallen) Grobsandstein (sandiger Aschentuff); hellgrünlichgrau bis hellrötlichgrau; schwach geschichtet durch Regelung der Komponenten; komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch; scharfe, unebene Basis
- LE 54: 0,05 m Schluffstein, tonig (feiner Aschentuff); hellgrünlichgrau; schwach geschichtet; karbonatfrei, lose eingestreute Ton(Tuff?)scherben und -klasten, Biotit; scharfe, ± ebene Basis
- LE 53: 0,50 m Grobsandstein (sandiger Aschentuff); hellgrünlichgrau bis hellrötlichgrau; ungeschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei bis schwach karbonatisch; oben bei Wasserkontakt quellend
- LE 52: ca. 0,20 m Grobsandstein (sandiger Kristalltuff bis grober Aschentuff), hellorangebraun, und Schluffstein (feiner Aschentuff), hellolivbraun, an Störung gegeneinander versetzt?, klastischer Gang?
- LE 51: 0,08 m feiner Aschentuff mit Fluidaltextur?, verkieselt; Bombe?
- LE 50: ca. 0,30 m (fast völlig beprobt) Grobsandstein, tonig (sandiger Kristalltuff bis grober Aschentuff); hellorangebraun; ungeschichtet; gut sortiert im mm-Bereich, eckig; karbonatfrei

- LE 49: > 0,08 m Tuff; weißlichgelb; ungeschichtet, Fluidaltexur?, dicht, verkieselt (verschweißst?); karbonatfrei; scharfe, sehr unregelmäßige Basis mit hauchdünner schwarzer Lamine (thermischer Kontakt?)
- LE 48: ca. 1,30 m Schluffstein, nach oben Schluffstein, tonig; grünlichgrau; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 3- bis 5-cm-Bereich uneben spaltend, intern scherbzig zerfallend; unten feine Hellglimmer; karbonatfrei; nach oben vereinzelt intraformationelle grünlichgraue Schluffklasten bis -splitter im 1- bis 2-mm-Bereich; unten fließender Übergang, sehr uneben unregelmäßiges Aussetzen der Karbonatsphärolithe
- LE 47: ca. 0,10 m Feinkonglomerat (Oolith); rotbraun und graugrün gefleckt, nach oben zunehmend graugrün; ungeschichtet; matrixgestützt und komponentengestützt; karbonatisch; scharfe, sehr unregelmäßige Basis (Belastung?, Rutschung?)
- LE 46: 0,95 m Schluffstein, feinsandig; rotviolettbraun; schwach geschichtet, im 2- bis 5-cm-Bereich eben spaltend, intern im 1- bis 3-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, frischer Biotit; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 45: 0,90 m Schluffstein, feinsandig, grobsandführend; rotviolettbraun; schwach geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich eben spaltend, intern großscherbig zerfallend; feine Hellglimmer, wenig frischer Biotit bis 1 mm Ø; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- 1431,0 – 1440,0 m Kern 20: 11 Kisten, 9 m Gewinn, der gesamte Kern ist stark zerfallen und z. T. geklebt, Lagerungsverhältnisse nur bedingt klärbar  
Kornbestand der klastischen Gesteine: Quarz, Milchquarz, Kalifeldspat, Biotit, Rhyolith (lagenweise), Schluffklasten
- LE 44: > 0,35 m Schluffstein, feinsandig, grobsand- und feinkiesführend; braun; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 5-cm-Bereich eben spaltend, intern im 1- bis 3-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, wenig frischer Biotit; karbonatfrei; Grobsand- und Feinkiesfraktion unten lose eingestreut, nach oben zunehmend in Nestern bis 2 cm Ø angereichert; Grobfraktion matrixgestützt (auch in den Nestern); unten fließender Übergang
- LE 43: ca. 0,20 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, feinsandig, schluffig; braun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet bis im 10-cm-Bereich grobflaserig geschichtet (Rutschungsstrukturen?); z. T. matrixgestützt, z. T. komponentengestützt, locker bis dicht gepackt; karbonatfrei bis karbonatisch; unten fließender Übergang
- LE 42: ca. 0,15 m Schluffstein, feinsandig, grobsand- und feinkiesführend; braun; ungeschichtet bis schwach geschichtet; im 5-cm-Bereich eben spaltend, intern im 1- bis 3-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, wenig frischer Biotit; karbonatfrei; Grobsand- und Feinkiesfraktion unten lose eingestreut, nach oben zunehmend in Nestern bis 2 cm Ø angereichert; unten fließender Übergang
- LE 41: 0,40 m Schluffstein, grobsandführend; braun; schwach geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich eben spaltend, intern im 1- bis 3-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; Grobsandfraktion lose eingestreut, nach oben zunehmend in Nestern im cm-Bereich angereichert; unten fließender Übergang
- LE 40: 0,80 m Schluffstein; braun; schwach geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich eben spaltend, intern im 1- bis 3-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; scharfe, sehr unebene Basis
- LE 39: ca. 0,15 m Feinkonglomerat (Oolith), schluffig; hellrotbraun; ungeschichtet; komponentengestützt, locker gepackt; karbonatisch; klastischer Gang mit Schluffstein verfüllt, bis 2 cm weit, durch die gesamte Schicht schlagend; scharfe, sehr unebene Basis mit Belastungsmarken
- LE 38: ca. 1,05 m (intern fehlen ca. 0,10 m) Schluffstein; braun; schwach geschichtet; im 2- bis 3-cm-Bereich eben spaltend, intern im 1- bis 3-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; Basis beprobt; fließender Übergang?
- LE 37: ca. 0,30 m Feinsandstein, schluffig, grobsandführend; braun; schwach geschichtet; im 5-cm-Bereich ± eben spaltend, intern im 2-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; unten fließender Übergang (allmähliches Aussetzen der Grobfraktion)



- LE 36: 0,08 m Grobsandstein, feinkonglomeratisch, schluffig; hellrötlichbraun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet bis schwach geschichtet durch Regelung der Komponenten; komponentengestützt; karbonatisch; Karbonatsphärolithe bis 3 mm Ø mit konzentrischem Internbau, radialstrahlig; scharfe, sehr unebene Basis, mehrere cm tief ins Liegende eingreifend (Belastung?, Rutschung?)
- LE 35: ca. 0,10 m Schluffstein, tonig, grobsandführend; braun, vereinzelt unscharfe dunkelgraue Flecke im 5-mm-Bereich (Wurzeln?); ungeschichtet, z. T. synsedimentär brekziiert; im 1- bis 3-cm-Bereich kleinstückig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; zahlreiche slicken sides; vereinzelt Grobsandnester im cm-Bereich; unten fließender Übergang
- LE 34: ca. 0,05 m Grobsandstein, feinsandig, schluffig, feinkiesführend; braun; ungeschichtet bis schwach im 1- bis 2-cm-Bereich grobflaserig geschichtet (Wickelstrukturen? Rutschgefüge?); überwiegend matrixgestützt, selten komponentengestützt, locker gepackt; karbonatfrei (tuffitisch?); unten fließender Übergang
- LE 33: ca. 0,05 m fehlen, nach Restschnipseln: Schluffstein, grobsandführend; braun, z. T. unscharfe graugrüne Flecken; ungeschichtet; kleinstückig bis scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, vereinzelt frischer Biotit; karbonatfrei; scharfe, sehr unebene Basis
- LE 32: 0,12 m Feinkonglomerat, grobsandig, schluffig; braun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; scharfe, sehr unebene Basis mit Belastungswülsten im cm-Bereich
- LE 31: ca. 0,20 m Schluffstein; braun; ungeschichtet, z. T. synsedimentär brekziiert; im cm-Bereich kleinstückig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; zahlreiche slicken sides; Tonfetzen; am Top einzelne Grobsandnester im cm-Bereich; Pflanzenhäcksel? (fein gestreifte Achsen?, Wurzeln?); unten fließender Übergang
- LE 30: ca. 0,10 m Schluffstein, grobsandführend; braun, z. T. unscharfe graugrüne Flecken 5 mm Ø, bis 1 cm lang; ungeschichtet; im 2- bis 5-cm-Bereich kleinstückig bis scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, vereinzelt frischer Biotit; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 29: ca. 0,05 m Grobsandstein, feinkiesig, schluffig; braun; ungeschichtet bis schwach im 1- bis 2-cm-Bereich grobflaserig geschichtet (Wickelstrukturen? Rutschgefüge?); überwiegend matrixgestützt, selten komponentengestützt, locker gepackt; karbonatfrei (tuffitisch?); unten fließender Übergang
- LE 28: ca. 0,25 m Schluffstein, grobsandführend; braun, z. T. unscharfe graugrüne Flecken 5 mm Ø, bis 1 cm lang; ungeschichtet; im 2- bis 5-cm-Bereich kleinstückig bis scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, vereinzelt frischer Biotit; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 27: ca. 0,20 m Schluffstein, feinsandig; braun, vereinzelt unscharfe graugrüne Flecke im 5-mm-Bereich ± rund; schwach geschichtet; im 2-cm-Bereich eben spaltend, intern kleinstückig im 2- bis 3-cm-Bereich zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; wenige slicken sides; scharfe, ebene Basis
- LE 26: ca. 0,45 m Schluffstein, grobsandführend; braun, nach oben zunehmend graugrün gefleckt (Wurzeln?); ungeschichtet, z. T. Fetzengefüge, synsedimentär brekziiert; kleinstückig im cm-Bereich zerfallend; feine Hellglimmer, vereinzelt Biotit; karbonatfrei; zahlreiche slicken sides; Tonfetzen; unten fließender Übergang
- LE 25: ca. 0,25 m Schluffstein, feinsandig, grobsandführend; braun; ungeschichtet; kleinstückig im 2-cm-Bereich zerfallend; feine Hellglimmer, vereinzelt frischer Biotit; karbonatfrei; vereinzelt slicken sides
- LE 24: ca. 0,25 m Schluffstein; braun; ungeschichtet, Fetzengefüge, synsedimentär brekziiert; kleinstückig im cm-Bereich zerfallend; feine Hellglimmer, vereinzelt frischer Biotit; karbonatfrei; völlig von slicken sides durchsetzt; vereinzelt schwache unscharfe graugrüne Flecken, langgestreckt, 2 mm Ø, 1 cm lang (Wurzeln?); unten fließender Übergang
- LE 23: ca. 0,25 m Schluffstein, feinsandig, grobsand- und feinkiesführend; braun, schwach hellgrünlichgrau gefleckt; ungeschichtet; kleinstückig im 2-cm-Bereich zerfallend, wenige slicken sides; feine Hellglimmer; karbonatfrei (Tuff?); unten fließender Übergang (allmähliches Aussetzen der Grobfraction)

- LE 22: ca. 0,20 m Feinkonglomerat, grobsandig, schluffig; braun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend; matrixgestützt; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis (keine Trennfläche, plötzliches Einsetzen der Grobfraction)
- LE 21: 0,05 m Feinsandstein, grobsandführend; braun; ungeschichtet; ± eben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei (tuffitisch?); unten fließender Übergang
- LE 20: 0,07 m Grobsandstein, feinsandig, schluffig, feinkiesführend; braun; ungeschichtet bis schwach im 1- bis 2-cm-Bereich grobflaserig geschichtet (Wickelstrukturen? Rutschgefüge?); überwiegend matrixgestützt, selten komponentengestützt, locker gepackt; karbonatfrei (tuffitisch?); unten fließender Übergang
- LE 19: > 0,20 m Feinsandstein, grobsandführend; braun; ungeschichtet; ± eben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei (tuffitisch?)
- LE 18: > 0,05 m Feinkonglomerat, grobsandig, schluffig; braun und Eigenfarben der Komponenten; ungeschichtet; komponentengestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 17: 0,07 m Feinsandstein, grobsandführend; braun; ungeschichtet; ± eben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei (tuffitisch?); unten fließender Übergang
- LE 16: 0,05 m Feinkonglomerat, grobsandig, schluffig; braun; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend; matrixgestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 15: 0,05 m Schluffstein, grobsandführend; braun; ungeschichtet; im cm-Bereich kleinstückig zerfallend; feine Hellglimmer, wenig frischer Biotit; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 14: 0,01 m Feinkonglomerat, grobsandig, schluffig; braun; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend; matrixgestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 13: ca. 0,25 m Schluffstein, grobsandführend; braun; ungeschichtet; im cm-Bereich kleinstückig zerfallend; feine Hellglimmer, wenig frischer Biotit; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 12: ca. 0,50 m Schluffstein, feinsandig; braun; ungeschichtet; im 2- bis 5-cm-Bereich scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer, wenig frischer Biotit; karbonatfrei; scharfe, ebene Basis
- LE 11: 0,17 m Feinsandstein, schluffig, grobsandig, feinkiesführend; braun; ungeschichtet; ± eben spaltend; matrixgestützt; karbonatfrei (tuffitisch?); scharfe, ebene Basis
- LE 10: ca. 0,35 m Schluffstein; braun; ungeschichtet; im 2-cm-Bereich kleinstückig zerfallend; feine Hell- und Dunkelglimmer; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 9: ca. 0,05 m Schluffstein, grobsand- und feinkiesführend; braun; ungeschichtet; im 3-cm-Bereich scherbzig zerfallend; matrixgestützt; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 8: ca. 0,50 m Schluffstein, grobsandführend; braun; ungeschichtet, z. T. Fetzengefüge, synsedimentär brekziiert; kleinstückig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; zahlreiche slicken sides; unten fließender Übergang
- LE 7: ca. 0,35 m Schluffstein; braun; ungeschichtet; im 2-cm-Bereich ± eben spaltend bis scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 6: ca. 0,10 m Schluffstein, tonig; braun; ungeschichtet; kleinstückig scherbzig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; unten fließender Übergang
- LE 5: ca. 0,25 m Schluffstein, tonig, grobsandführend; braun; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; vereinzelt kleine slicken sides; unten fließender Übergang
- LE 4: ca. 0,65 m Schluffstein, tonig; braun; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend; feine Hellglimmer, vereinzelt Biotit; karbonatfrei; wenige kleine slicken sides; unten fließender Übergang
- LE 3: ca. 0,20 m Schluffstein, tonig, grobsandführend; braun; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend; feine Hellglimmer; karbonatfrei; vereinzelt kleine slicken sides; unten fließender Übergang
- LE 2: ca. 0,30 m Schluffstein, grobsandführend, nach oben Schluffstein, tonig, grobsandführend; braun; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend, selten ± eben spaltend; karbonatfrei; kleine slicken sides; unten fließender Übergang
- LE 1: ca. 0,10 m (geschätzt) Feinkonglomerat, grobsandig, schluffig; braun; ungeschichtet; kleinstückig zerfallend; matrixgestützt; karbonatfrei



- 1440 – 1442 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, z. T. grün gefleckt und grauviolett bis grau, uneben spaltend, glimmerführend; wenig Tonstein und schluffiger Tonstein, schwarz und dunkelgrau, uneben spaltend, mit slicken sides (Nachfall?); akzessorisch (Nachfall?): Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit; Kalkstein, hellbraun
- 1446 m Schluffstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend; wenig schluffiger Tonstein, Schluffstein und schluffiger Feinsandstein, grau, uneben spaltend, glimmerführend; akzessorisch schwarzer Tonstein mit slicken sides (Nachfall?) und grauer fettig glänzender Tonstein
- 1448 m feinsandiger Schluffstein, Schluffstein und toniger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend; wenig schluffiger Tonstein, grau bis schwarz, z. T. grüngrau, uneben spaltend, z. T. mit slicken sides; akzessorisch: Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit; dunkelgrüner Magmatit, Milchquarz, frischer Kalifeldspat, Porphyr
- 1456 m feinsandiger Schluffstein, Schluffstein und toniger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend; schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotviolett, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); wenig schluffiger Tonstein, grau bis schwarz, z. T. grüngrau, uneben spaltend, z. T. mit slicken sides; Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit; dunkelgrüner Magmatit, Milchquarz, frischer Kalifeldspat, Porphyr
- 1462 m Feinsandstein, schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend (Hell- und Dunkelglimmer); Feinsandstein und Mittelsandstein, rotbraun und rotviolett, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); akzessorisch: Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit; Milchquarz, frischer Kalifeldspat, Porphyr, schwarzer kohligter Tonstein (Nachfall?), Kalkstein?
- 1464 m Feinsandstein, schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun/grau gefleckt, uneben spaltend, glimmerführend; schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, grau bis dunkelgrau, uneben spaltend, glimmerführend (Hell- und Dunkelglimmer); Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit; schwarzer kohligter Tonstein (Nachfall?); Mittelsandstein, grau, sehr glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); frischer und angewitterter Kalifeldspat
- 1468 m Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; schluffiger Feinsandstein bis toniger Schluffstein, grau bis dunkelgrau, uneben spaltend, z. T. mit slicken sides, glimmerführend; schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend; Mittelsandstein, rotviolett, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); akzessorisch: Granit, frischer Kalifeldspat, grüner Schluffstein
- 1472 m schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun und rotviolett, uneben spaltend, glimmerführend; Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; schluffiger Tonstein, schwarz, uneben spaltend, z. T. mit slicken sides, hellglimmerführend; Mittelsandstein, rotbraun, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); akzessorisch: Granit, frischer Kalifeldspat, Porphyr, grüner Schluffstein
- 1478 m schluffiger Feinsandstein, feinsandiger Schluffstein und toniger Schluffstein, rotbraun und rotviolett, uneben spaltend, hellglimmerführend; Nachfall(?): grauer Schluffstein; schwarzer Tonstein; dunkelrotbrauner Mittelsandstein, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; Granit
- 1485 m Im Gammalog nach unten abrupter Wechsel von einem Logintervall niedriger Amplituden mit einzelnen starken Ausschlägen zu regelmäßig höheren Amplituden mit Lagen niedriger Strahlungswerte; im Widerstandslog nach unten Übergang zu geringeren Amplituden niedrigerer Frequenz

**Tierstein-Formation, Einheit H (Tierstein-Arkoseschichten)**

- 1488 m Feinsandstein und Mittelsandstein, rotbraun, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun und rotviolett, uneben spaltend, glimmerführend; Grobsandstein und Mittelsandstein, rotbraun, schlecht sortiert, eckig, matrixreich, Hell- und Dunkelglimmer; schluffiger Tonstein, schwarz und grau, eben spaltend, gestreifte Pflanzenachsen; akzessorisch (Nachfall?): Grobsandstein, weiß, schlecht sortiert, eckig, Quarz und Feldspat; Granit; frischer Kalifeldspat
- 1518 m Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; wenig schluffiger Feinsandstein, feinsandiger Schluffstein und matrixreicher Mittelsandstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend bis glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); wenig schluffiger Tonstein und toniger Schluffstein, schwarz und grau, uneben spaltend, z. T. mit slicken sides; akzessorisch: Granit, dunkelgrüner Magmatit, frischer Kalifeldspat, grüner Schluffstein
- 1534 m Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; Nachfall: rotbraune und schwarzgraue Feinklastika
- 1536 m Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; wenig schluffiger Feinsandstein, feinsandiger Schluffstein und matrixreicher Mittelsandstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend bis glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); wenig schluffiger Tonstein und toniger Schluffstein, schwarz und grau, uneben spaltend, z. T. mit slicken sides; Mittelsandstein und Grobsandstein, hellgrau, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); kohlige Holzreste (Calamiten)
- 1538 m Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; Nachfall: rotbraune und schwarzgraue Feinklastika
- 1544 m Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; schluffiger Tonstein und toniger Schluffstein, schwarz und grau, uneben spaltend, z. T. mit slicken sides, glimmerführend (Hell- und Dunkelglimmer); wenig schluffiger Feinsandstein und matrixreicher Mittelsandstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend bis glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer)
- 1546 m Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; Nachfall: rotbraune und schwarzgraue Feinklastika
- 1556 m Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; schluffiger Tonstein und toniger Schluffstein, schwarz und grau, uneben spaltend, z. T. mit slicken sides, glimmerführend (Hell- und Dunkelglimmer); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, hellgrau, uneben spaltend, glimmerführend; schluffiger Feinsandstein und matrixreicher Mittelsandstein, rotbraun, z. T. grau fleckig, uneben spaltend, glimmerführend bis glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); akzessorisch: Granit; frischer Kalifeldspat
- 1564 m schluffiger Tonstein und Schluffstein, schwarz, dünnplattig eben spaltend, hellglimmerführend; Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; Mittelsandstein, grau, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); akzessorisch (Nachfall?): rotbraune Feinklastika und matrixreicher Mittelsandstein, glimmerreich
- 1580 m Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; schluffiger Tonstein und Schluffstein, schwarz, dünnplattig eben spaltend, hellglimmerführend; kohlige Holzreste, Pflanzenreste; Mittelsandstein, grau, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); akzessorisch (Nachfall?): rotbraune Feinklastika und matrixreicher Mittelsandstein, glimmerreich
- 1592 m schluffiger Feinsandstein, feinsandiger Schluffstein und matrixreicher Mittelsandstein, rotbraun, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; schluffiger Tonstein und Schluffstein, schwarz, dünnplattig eben spaltend, hellglimmerführend, kohlige Holzreste, Pflanzenhäcksel; Mittelsandstein und Grobsandstein, grau, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); akzessorisch: Granit, Gneis



- 1594 m schluffiger Tonstein und Schluffstein, schwarz, dünnplattig eben bis uneben spaltend, z. T. mit slicken sides, hellglimmerführend; Mittelsandstein und Feinsandstein, rotbraun, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Schluffstein, grau, ungeschichtet, scherbzig spaltend; glimmerführend; Mittelsandstein und Grobsandstein, schwarz, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat
  - 1598 m schluffiger Feinsandstein, feinsandiger Schluffstein und matrixreicher Mittelsandstein, rotbraun, z. T. grün gefleckt, uneben spaltend, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; schluffiger Tonstein und Schluffstein, schwarz, dünnplattig eben spaltend, hellglimmerführend, kohlige Holzreste, Pflanzenhäcksel, feingestreifte Pflanzenachsen (Calamiten?); Mittelsandstein und Grobsandstein, grau, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer)
  - 1600 m Grobsandstein und Mittelsandstein, rotbraun, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; wenig schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend; akzessorisch: grauer Schluffstein und schwarzer Tonstein
  - 1602 m Grobsandstein und Mittelsandstein, rotbraun, matrixreich, glimmerreich (Hell- und Dunkelglimmer); schluffiger Feinsandstein und feinsandiger Schluffstein, rotbraun, uneben spaltend, glimmerführend; Mittelsandstein und schluffiger Tonstein, schwarz, matrixreich, glimmerreich; Grobsandstein (z. T. zu Sand zerbohrt), weiß, gut sortiert, eckig, ohne Matrix, Quarz und Feldspat; außerdem gut gerundete bis kantengerundete Klaster bis 2 cm Ø von Gneis, Granit, Quarzit und schwarzem Magmatit (Konglomerat)
- Liegendes: Metamorphes und magmatisches Grundgebirge**
- 1640 m Migmatitischer Gneis, teilweise zersetzt





LGRB-Informationen	<b>29</b>	S. 113–152	7 Abb.	0 Tab.	0 Anh.	Freiburg i. Br. Dezember 2014
--------------------	-----------	------------	--------	--------	--------	----------------------------------

# Kristallines Grundgebirge der Geothermiebohrungen Urach 3 und Urach 4

H. P. HANN, M. MARTIN UND H. ZEDLER

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>115</b>
<b>2</b>	<b>Frühere Bearbeitungen des Kristallins der Geothermiebohrungen Urach 3 und Urach 4</b> .....	<b>115</b>
<b>3</b>	<b>Geothermiebohrung Urach 3</b> .....	<b>116</b>
	3.1 Zusammenfassung der Bohrkleinaufnahme der Bohrung Urach 3 .....	116
	3.2 Interpretation der Bohrergergebnisse Urach 3 .....	118
<b>4</b>	<b>Geothermiebohrung Urach 4</b> .....	<b>119</b>
	4.1 Zusammenfassung der Bohrkleinaufnahme der Bohrung Urach 4 .....	134
	4.2 Interpretation der Bohrergergebnisse Urach 4 .....	136
<b>5</b>	<b>Korrelation der Bohrungen Urach 3 und Urach 4 und Diskussion</b> .....	<b>136</b>
<b>6</b>	<b>Regionalgeologische Korrelation des kristallinen Grundgebirges der Bohrungen Urach 3 und Urach 4</b> .....	<b>143</b>
	Literatur .....	150

Schlagworte: Kristallines Grundgebirge, Lithologie, Baden-Württemberg, Mittlere Schwäbische Alb

### Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt die in den Geothermiebohrungen Urach 3 von 1602 m bis zur Endteufe von 4444 m erbohrte und in Urach 4 von 1604 m bis zur Endteufe bei 2793 m reichende Gesteinsfolge im kristallinen Grundgebirge. Hierzu wurden sämtliche Meißelproben unter dem Binokular detailliert untersucht und beschrieben. In Teufenintervallen von durchschnittlich 5 Metern wurden Meißelproben für die Dünnschliffanalyse ausgewählt. Die beim LGRB gelagerten Bohrkerne bzw. davon abgesägte Bohrkernkalotten wurden ebenfalls untersucht, beprobt und einer Dünnschliffanalyse unterzogen.

Auf dieser Grundlage konnte die petrographische, mikrotektonische und strukturgeologische Charakterisierung der gesamten Abfolge des erbohrten Kristallins erarbeitet und einheitliche lithologische Profile erstellt werden.

Die Bohrungen Urach 3 und Urach 4 erschließen ab der Oberkante des Kristallins eine Gesteinsfolge aus Migmatiten, Gneisen, Diatexiten und granitischen bis granodioritischen Mobilisaten. Mengenmäßig deutlich untergeordnet treten Aplite und Amphibolite auf. An Hand der lithologischen Abfolge lassen sich die beiden Bohrungen ab der Kristallinoberkante bis auf etwa -1970 m NN (ca. 2400 m Bohrlänge) ansatzweise in größeren Intervallen parallelisieren. Diskrete Gesteinsintervalle, die sich in beiden Bohrungen korrelieren lassen, treten nicht auf. Unterhalb von -1970 m (ca. 2400 m Bohrlänge) erklären der zunehmende Abstand zwischen den Bohrungen und der unterschiedliche Aufschmelzungsgrad der Gesteine die fehlende Korrelierbarkeit der erbohrten Gesteinsfolge. Neben sporadisch auftretenden, lokal begrenzten Störungszonen wurde mit der Bohrung Urach 3 ein etwa 500 m mächtiges Intervall mit intensiver Klüftung, Kataklyse und hydrothermalen Alterationen erschlossen, das auf eine mächtige Störungszone schließen lässt. Die Bohrung Urach 4 endet etwa bei der halben Mächtigkeit der selben Störungszone. Das verbreitete Auftreten von Migmatiten mit Lagen- und Schollenstrukturen in den Uracher Bohrungen lässt regionalgeologische Bezüge eher zum Zentralschwarzwald als zum Südschwarzwald erkennen. Migmatite und darüber hinaus die häufig auftretenden Diatexite zeigen auch eine starke Ähnlichkeit mit solchen aus dem Kristallin des Bayerischen Waldes und weisen darauf hin, dass in den Uracher Bohrungen ein tieferes Krustenstockwerk erschlossen sein könnte.

### The crystalline basement in the geothermal boreholes Urach 3 and Urach 4

Keywords: crystalline basement, lithology, Baden-Württemberg, middle Swabian Alb

### Abstract

The intention of this paper is to describe the lithology of the crystalline basement as revealed in the geothermal boreholes Urach 3 from 1602 m to final depth of 4444 m and in Urach 4 from 1604 m to its final depth at 2793 m. For the petrographic description all cuttings were examined under binoculars. In depth-intervals of 5 m, cuttings were selected for thin section analysis. Samples for thin sections were also taken from drilling cores and subsamples that are being stored at the LGRB drill core archive.

Based on all this new effort the petrographic, microtectonic and structural characterisation of the whole crystalline sequence in the Urach drilling samples could be established and consistent lithological profiles can now be shown. From the top of crystalline rocks the Urach 3 and Urach 4 boreholes intersect a lithological association of migmatites, gneisses, diatexites and granitic to granodioritic mobilisates. Aplites and amphibolites are far less abundant. Looking at the lithology of both boreholes from the top of crystalline rocks to around -1970 m below sea level (about 2400 m drilling length) a few larger sequences can be recognized and parallelized at least in part. Although distinct lithological intervals, that could be used for parallelization were not encountered. Beneath -1970 m below sea level (about 2400 m drilling length) the downhole lithology of the two boreholes cannot be further correlated due to increasing distance between the two and a different degree of melting. Besides sporadically and locally appearing fault zones the Urach 3 borehole penetrated a 500 m thick interval of intense faulting with cataclastic and hydrothermal alterations that might be well part of a thick fault zone. Borehole Urach ends at about half of the thickness of this fault zone. The abundance of migmatites with layer- and slab-structures in the Urach boreholes evokes associations rather with the Central Black Forest than with the Southern Black Forest. Migmatites and even more frequently occurring diatexites show also strong similarities to those rocks appearing in the Bavarian Forest. Furthermore they indicate that the Urach boreholes have accessed a deeper level of the earth's crust.



## 1 Einleitung

Die von den beiden Geothermiebohrungen Urach 3 und Urach 4 erbohrte kristalline Gesteinsfolge war in den letzten Jahren Objekt einer kontinuierlichen geologischen Feinaufnahme (HANN 2008, 2009, 2012)

Die Meißelproben (Cuttings) wurden unter dem Binokular detailliert untersucht und beschrieben. Außerdem wurden in Teufenintervallen von durchschnittlich 5 Metern Proben für die Dünnschliffanalyse ausgewählt. Die vorhandenen Bohrkerne bzw. davon abgesägte Bohrkernkalotten wurden ebenfalls untersucht, beprobt und einer Dünnschliffanalyse unterzogen.

Auf der oben dargestellten Grundlage konnte die petrographische, mikrotektonische und strukturgeologische Charakterisierung der gesamten lithologischen Abfolge des erbohrten Kristallins erarbeitet werden. Ebenfalls auf dieser Basis konnten lithologische Bohrprofile ausgearbeitet und der Versuch einer lithologischen und tektonischen Korrelierung unternommen werden.

## 2 Frühere Bearbeitungen des Kristallins der Geothermiebohrungen Urach 3 und Urach 4

Geologische Bearbeitungen des Bohrprofils der ersten Bohrphase verdanken wir insbesondere STENGER & WIMMENAUER (1980) und STENGER (1982 a; 1982 b). Es wurde eine petrographische und geochemische Beschreibung des Bohrabschnitts auf Grund von 27 Kernen mit zusammen 137 m Länge vorgenommen. Auf dieser Grundlage wird auch über die Metamorphoseintensität und über die Protolithen diskutiert; das moldanubische kristalline Grundgebirge bei Bad Urach wird mit dem Schwarzwald, bzw. mit dem Ostbayerischen Massiv korreliert. ALTHAUS (1982) beschreibt geochemische Aspekte der in der Bohrung angetroffenen hydrothermalen Alterationen. NETH (1983) liefert ebenfalls eine detaillierte Aufnahme und Darstellung dieser Bohrkerne. Es müssen auch die Berichte von DIETRICH et al. (1980) und DIETRICH (1983) erwähnt werden, in denen zusammenfassende Darstellungen des geologischen Kenntnis-

stands präsentiert sind. SCHÄDEL (1983) verdanken wir ein erstes geologisches Profil des kristallinen Grundgebirges zwischen 1602 m und 3334 m. BAUER (1987) diskutiert die hydrothermalen Überprägungen anhand von Fluid-Daten. DIETRICH et al. (1987) und SCHÄDEL et al. (1987) befassen sich mit der Fluid-Zirkulation.

Geologische Erstbearbeitungen der Bohrprofile der zweiten und dritten Bohrphase liegen von ALTHAUS & BAUER (1987) und DIETRICH & NETH (1987) sowie von POLTE (1992) und POLTE in TENZER (1997) vor. So erwähnt POLTE als Erster in der Tiefe von 4000 m das Auftreten von Lamprophyren. In moderner Nomenklatur beschriebene petrographische und petrologische Aufnahmen aus Kernstrecken zwischen 3488 m und 4444,4 m liefert HOTTIN (1993). Er beschäftigt sich auch mit der Entwicklung der hydrothermalen Prozesse, der spröden Deformationen und stellt regionalgeologische Vergleiche mit dem Massif Central an. Auch ein schematisches Bohrprofil (Maßstab 1:2000) auf Grundlage der Daten von POLTE (1992) wird dargestellt.

Neben den geologischen, petrographischen und petrologischen Bearbeitungen des erbohrten Kristallins wurde zudem versucht, durch Interpretation bohrlochgeophysikalischer Logs und Auswertungen geologische bzw. lithologische Profile zu erstellen. RÖHRS (1989) führte entsprechende Untersuchungen von 1602 m bis 3334 m durch. Im Teufenabschnitt der ersten Bohrlochvertiefung von 3334 m–3488 m erprobte DRAXLER (1987 a, b) die Anwendbarkeit einer für Sedimente entwickelten Auswertemethode (ELAN-Programm der Firma Schlumberger) auch im Kristallin. Diese Untersuchung war Bestandteil der Vorbereitung für das Kontinentale Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland (KTB). Nach dieser Pilotstudie von DRAXLER wurden im Vorfeld und während des KTB-Projekts weiterführende Untersuchungen durchgeführt, um durchteufte lithologische Folgen mit Hilfe bohrlochgeophysikalischer Messungen zu rekonstruieren (z. B. HAVERKAMP et al. 1988, HAVERKAMP & WOHLBERG 1991). Eine Neu- und Weiterverarbeitung der Messdaten von 1602 m–3488 m aus dem Kristallin der Bohrung Urach 3 und der entsprechenden Daten von 1604 m–2793 m der Bohrung Urach 4 erfolgte durch PECHNIG (2009 a, 2009 b). Detaillierte hydrologische Daten der Bohrung Urach 3 finden wir bei STÖBER & BUCHER (2004).

### 3 Geothermiebohrung Urach 3

Die geothermische Forschungsbohrung Urach 3 wurde 1977/1978 im Deck- und Grundgebirge (Kristallinoberkante bei 1602 m) bis zur ursprünglichen Endteufe bei 3334 m abgeteuft. Im Rahmen ergänzender Untersuchungen des Kristallins mit zwei weiteren Bohrphasen wurde die Bohrung in den Jahren 1982/1983 und 1992 von 3334 m bis 3488 m bzw. von 3488 m bis zur definitiven Endteufe bei 4444,4 m vertieft.

Im Teufenintervall 1602 m–3334 m wurden kontinuierlich während des Abteufens Meißelproben in einem Abstand von 2 m genommen; danach bis zur Endteufe bei 4444 m im Abstand von 1 m. Bohrkerne aus verschiedenen Teufen gibt es nur aus der Bohrung Urach 3, da beim Abteufen der Bohrung Urach 4 bis zu der dort erreichten Endteufe bei 2793 m auf Kernbohrarbeiten verzichtet worden war. Nach 20 Kernmärschen im Deckgebirge (0–1602 m) wurde in der Bohrung Urach 3 im Rahmen der ersten Bohrphase (0–3334 m 1977/1978) und in den beiden später erfolgten Vertiefungen (1982/1983 und 1992) in den darunter folgenden Abschnitten des Kristallins bis zur Endteufe bei 4444,4 m insgesamt noch vierzigmal gekernt (siehe Tab. 1 im Beitrag MARTIN & ZEDLER, dieses Heft – Zusammenstellung der im Kristallin der Bohrung Urach 3 durchgeführten Kernmärsche). Darüber hinaus konnten zwei vorgesehene Kernmärsche in den Teufen 2597 m und 2891 m nicht durchgeführt werden, da diese bei 2585 m bzw. 2884 m die jeweilige Bohrlochsohle infolge Nachfalls von Gesteinsbruchstücken aus den unverrohrten Bohrlochwänden nicht erreichten. Allerdings konnten nach dem misslungenen Kernversuch bei 2587 m mit einem sogenannten Brockenfänger verschiedene größere, auf der Bohrlochsohle liegende Gebirgsbrocken geborgen werden (DIETRICH 1983).

Eine kontinuierliche geologische Feinaufnahme der Cuttings aus dem erbohrten Kristallin der ersten Bohrphase (1602 m–3334 m) wurde von HANN (2009) durchgeführt. Im Jahre 2012 (HANN) erfolgte die weitere Feinaufnahme des erbohrten Kristallins der zweiten und dritten Bohrphase von 3334 m bis 4444 m.

#### 3.1 Zusammenfassung der Bohrkleinaufnahme der Bohrung Urach 3

(1602 m–4444 m: Abb. 1)
1602 m – 1640 m: Migmatitischer Gneis, teilweise zersetzt
1640 m – 1645 m: Diatexit
1645 m – 1668 m: Migmatitischer Gneis
1668 m – 1675 m: Diatexit
1675 m – 1713 m: Migmatit
1713 m – 1726 m: Granitisch-granodioritische Mobilisate
1726 m – 1732 m: Aplit
1732 m – 1744 m: Diatexit
1744 m – 1748 m: Aplit
1748 m – 1758 m: Granitisch-granodioritische Mobilisate
1758 m – 1762 m: Diatexit
1762 m – 1764 m: Aplit
1764 m – 1790 m: Granitisch-granodioritische Mobilisate
1790 m – 1810 m: Migmatitischer Gneis
1810 m – 1820 m: Gneis-Paragneis
1820 m – 1826 m: Granitisch-granodioritische Mobilisate
1826 m – 1834 m: Aplit
1834 m – 1844 m: Diatexit
1844 m – 1850 m: Aplit
1850 m – 1860 m: Migmatit
1860 m – 1870 m: Granitisch-granodioritische Mobilisate
1870 m – 1882 m: Gneis-Paragneis
1882 m – 1888 m: Diatexit
1888 m – 1898 m: Migmatit
1898 m – 1928 m: Granitisch-granodioritische Mobilisate
1928 m – 1932 m: Migmatit
1932 m – 1940 m: Granodioritische Mobilisate
1940 m – 1944 m: Aplit
1944 m – 1950 m: Gneis-Paragneis
1950 m – 1954 m: Granodioritische Mobilisate
1954 m – 1976 m: Diatexit
1976 m – 1982 m: Gneis-Paragneis
1982 m – 2036 m: Diatexit
2036 m – 2041 m: Aplit
2041 m – 2050 m: Migmatit
2050 m – 2062 m: Diatexit
2062 m – 2090 m: Granodioritische Mobilisate
2090 m – 2096 m: Migmatit
2096 m – 2118 m: Granodioritische Mobilisate
2118 m – 2136 m: Diatexit
2136 m – 2142 m: Gneis-Paragneis
2142 m – 2146 m: Granodioritische Mobilisate
2146 m – 2150 m: Aplit
2150 m – 2168 m: Gneis-Paragneis



2168 m – 2188 m:	Granodioritische Mobilisate	3136 m – 3146 m:	Gneis-Paragneis
2188 m – 2198 m:	Migmatit	3146 m – 3150 m:	Granodioritische Mobilisate
2198 m – 2204 m:	Granodioritische Mobilisate	3150 m – 3160 m:	Gneis-Paragneis
2204 m – 2226 m:	Gneis-Paragneis	3160 m – 3164 m:	Amphibolit
2226 m – 2230 m:	Granodioritische Mobilisate	3164 m – 3252 m:	Gneis-Paragneis
2230 m – 2255 m:	Diatexit	3252 m – 3258 m:	Migmatit
2255 m – 2260 m:	Gneis-Paragneis	3258 m – 3280 m:	Gneise-Paragneise
2260 m – 2268 m:	Granodioritische Mobilisate	3280 m – 3284 m:	Migmatit
2268 m – 2290 m:	Diatexit	3284 m – 3290 m:	Gneis-Paragneis
2290 m – 2295 m:	Amphibolit	3290 m – 3298 m:	Migmatit
2295 m – 2304 m:	Gneis-Paragneis	3298 m – 3302 m:	Gneis-Paragneis
2304 m – 2307 m:	Amphibolit	3302 m – 3320 m:	Granodioritische Mobilisate
2307 m – 2316 m:	Diatexit	3320 m – 3332 m:	Gneis-Paragneis
2316 m – 2322 m:	Amphibolit	3332 m – 3335 m:	Granodioritische Mobilisate
2322 m – 2360 m:	Diatexit	3335 m – 3340 m:	Gneis-Paragneis
2360 m – 2384 m:	Gneis-Paragneis	3340 m – 3349 m:	Migmatit
2384 m – 2394 m:	Diatexit	3349 m – 3442 m:	Gneis-Paragneis
2394 m – 2404 m:	Gneis-Paragneis	3442 m – 3453 m:	Migmatit
2404 m – 2414 m:	Diatexit	3453 m – 3470 m:	Gneis-Paragneis
2414 m – 2424 m:	Granodioritische Mobilisate	3470 m – 3496 m:	Diatexit
2424 m – 2432 m:	Gneis-Paragneis	3496 m – 3500 m:	Migmatit
2432 m – 2444 m:	Diatexit	3500 m – 3507 m:	Gneis-Paragneis
2444 m – 2456 m:	Gneis-Paragneis	3507 m – 3511 m:	Migmatit
2456 m – 2460 m:	Diatexit	3511 m – 3519 m:	Gneis-Paragneis
2460 m – 2466 m:	Gneis-Paragneis	3519 m – 3529 m:	Diatexit
2466 m – 2490 m:	Migmatit	3529 m – 3531 m:	Gneis-Paragneis
2490 m – 2502 m:	Diatexit	3531 m – 3568 m:	Diatexit
2502 m – 2518 m:	Gneis-Paragneis	3568 m – 3590 m:	Gneis-Paragneis
2518 m – 2524 m:	Granodioritische Mobilisate	3590 m – 3592 m:	Aplit
2524 m – 2548 m:	Gneis-Paragneis	3592 m – 3594 m:	Gneis-Paragneis
2548 m – 2568 m:	Migmatit	3594 m – 3598 m:	Aplit
2568 m – 2574 m:	Gneis-Paragneis	3598 m – 3605 m:	Diatexit
2574 m – 2608 m:	Migmatit	3605 m – 3611 m:	Gneis-Paragneis
2608 m – 2626 m:	Gneis-Paragneis	3611 m – 3620 m:	Migmatit
2626 m – 2650 m:	Granodioritische Mobilisate	3620 m – 3655 m:	Aplit
2650 m – 2660 m:	Migmatit	3655 m – 3660 m:	Gneis-Paragneis
2660 m – 2672 m:	Diatexit	3660 m – 3678 m:	Aplit
2672 m – 2678 m:	Gneis-Paragneis	3678 m – 3690 m:	Diatexit
2678 m – 2700 m:	Granodioritische Mobilisate	3690 m – 3728 m:	Aplit
2700 m – 2724 m:	Migmatit	3728 m – 3745 m:	Diatexit
2724 m – 2730 m:	Granodioritische Mobilisate	3745 m – 3794 m:	Gneis-Paragneis
2730 m – 2795 m:	Gneis-Paragneis	3794 m – 3799 m:	Migmatit
2795 m – 2804 m:	Diatexit	3799 m – 3814 m:	Gneis-Paragneis
2804 m – 2848 m:	Gneis-Paragneis	3814 m – 3878 m:	Diatexit
2848 m – 2864 m:	Migmatit	3878 m – 3898 m:	Migmatit
2864 m – 2926 m:	Gneis-Paragneis	3898 m – 3954 m:	Diatexit
2926 m – 2930 m:	Migmatit	3954 m – 3973 m:	Gneis-Paragneis
2930 m – 2936 m:	Aplit	3973 m – 3978 m:	Diatexit
2936 m – 2958 m:	Migmatit	3978 m – 3991 m:	Gneis-Paragneis
2958 m – 2970 m:	Gneis-Paragneis	3991 m – 3999 m:	Migmatit
2970 m – 2974 m:	Amphibolit	3999 m – 4012 m:	Diatexit
2974 m – 2986 m:	Migmatit	4012 m – 4028 m:	Paragneis
2986 m – 3016 m:	Gneis-Paragneis	4028 m – 4034 m:	Diatexit
3016 m – 3020 m:	Aplit	4034 m – 4038 m:	Migmatit
3020 m – 3030 m:	Gneis-Paragneis	4038 m – 4041 m:	Gneis-Paragneis
3030 m – 3054 m:	Granodioritische Mobilisate	4041 m – 4065 m:	Migmatit
3054 m – 3124 m:	Gneis-Paragneis	4065 m – 4080 m:	Diatexit
3124 m – 3136 m:	Granodioritische Mobilisate	4080 m – 4087 m:	Gneis-Paragneis

4087 m – 4130 m: Diatexit  
4130 m – 4142 m: Gneis-Paragneis  
4142 m – 4162 m: Diatexit  
4162 m – 4183 m: Gneis-Paragneis  
4183 m – 4196 m: Diatexit  
4196 m – 4216 m: Gneis-Paragneis  
4216 m – 4260 m: Diatexit  
4260 m – 4284 m: Gneis-Paragneis  
4284 m – 4287 m: Lamprophyr  
4287 m – 4300 m: Migmatit  
4300 m – 4315 m: Gneis-Paragneis  
4315 m – 4320 m: Lamprophyr  
4320 m – 4323 m: Gneis-Paragneis  
4323 m – 4330 m: Diatexit  
4330 m – 4335 m: Granodioritische Mobilisate  
4335 m – 4344 m: Diatexit  
4344 m – 4348 m: Gneis-Paragneis  
4348 m – 4359 m: Diatexit  
4359 m – 4374 m: Gneis-Paragneis  
4374 m – 4381 m: Diatexit  
4381 m – 4390 m: Migmatit  
4390 m – 4404 m: Gneis-Paragneis  
4404 m – 4419 m: Diatexit  
4419 m – 4424 m: Gneis-Paragneis  
4424 m – 4426 m: Granodioritische Mobilisate  
4426 m – 4443 m: Diatexit  
4443 m – 4444 m: Granodioritische Mobilisate

### 3.2 Interpretation der Bohrergebnisse Urach 3

Zwischen 1602 m–3350 m Bohrteufe (Abb. 1) besteht die von Urach 3 durchbohrte kristalline Gesteinsfolge hauptsächlich aus Migmatiten, Gneisen und Diatexiten. Granitisch-granodioritische Mobilisate sind im Vergleich dazu, insbesondere ab 2400 m Teufe, im Gegensatz zu Urach 4 nicht mehr vorherrschend, s. a. Abb. 3 (Dünnschliffbilder von Streupräparaten). Aplite und Amphibolite spielen eine untergeordnete Rolle. Allgemein betrachtet handelt es sich um Gesteine eines tieferen, von anatektischen Prozessen gezeichneten Stockwerks des variszischen kristallinen Grundgebirges, da wir sowohl eine teilweise bis fortgeschrittene Aufschmelzung desselben mit Entstehung von Migmatiten und Diatexiten als auch verbreitete Granitisierungen mit Bildung von granitisch-granodioritischen Mobilisaten erkennen können. Es ist anzunehmen, dass es sich bei den Protolithen hauptsächlich um sedimentäre Einheiten und nur untergeordnet um Magmatite handelt.

In weiten Bereichen dieses Bohrabschnitts sind hydrothermale Alterationen zu erkennen. Sie treten relativ häufig und gleichzeitig lokal begrenzt auf, aber sie sind in unterschiedlichen Abständen regelmäßig präsent. Gleichwohl hebt sich von

2500 m bis 3000 m (abgeschwächt bis 3100 m) Bohrteufe ein zusammenhängender Bereich heraus, in dem die Intensität der hydrothermalen Überprägungen stark erhöht erscheint. Die hydrothermale Überprägung des Gesteins ist allerdings auch in diesem Bohrabschnitt nicht ganz homogen. Oft erscheinen geringmächtige Abschnitte, in denen die Gesteine kaum alteriert erscheinen. Deshalb wird in diesem Fall von einer „selektiven“ hydrothermalen Alteration gesprochen. Unterhalb 3000 m nimmt die Wirkungsstärke der hydrothermalen Prozesse deutlich ab.

Unterhalb 2500 m erhöht sich die Dichte und Intensität der Klüftung und parallel dazu auch die spröde Deformation (Kataklyse) sprunghaft. Von 2500 m bis 3000 m (abgemildert auch noch bis etwa 3100 m) sind diese Prozesse auffällig intensiv entwickelt und korrelieren gleichzeitig mit den umfassenden hydrothermalen Alterationsprozessen in diesem Bereich (Dünnschliffbilder siehe Abb. 4). Die Zirkulation der Fluide erfolgte insbesondere entlang von Klüften und Kataklysezonen und führte in denselben hauptsächlich zur Bildung von Karbonat, mikrokristallinem Quarz, aber auch zur Entstehung zahlreicher kleiner Erzkonzentrationen (Pyrit und Hämatit). Es erscheinen in diesem Bereich auch relativ häufig offene Klüfte. Die Klüftungsprozesse verliefen in mindestens zwei Phasen, da in mehreren Fällen beobachtet werden konnte, wie jüngere Klüfte ältere Klüfte oder Klüftsysteme durchschneiden und versetzen. Die Intensität der Kataklyse war im Intervall 2500 m–3000 m stellenweise extrem hoch, was in dieser Situation zur Bildung von Ultrakataklasiten geführt hat. Die Deformationsprozesse im spröden Bereich sind ebenfalls in mindestens zwei Generationen erkennbar. Die kataklastisch überprägten Bereiche sind außerdem oft später noch von einer Klüftung erfasst worden, deren Füllung in den meisten Fällen karbonatisch ist. Die Kataklasite werden oft auch von karbonatischen Massen „zementiert“. So wie im Falle der hydrothermalen Alterationen entwickelt sich auch die Kataklyse nicht gleichmäßig, sondern lässt in engen Bereichen im Druckschatten zwischen den Scherzonen die Gesteine in fast undeformiertem Zustand.

Demnach kann der Bohrabschnitt vom tektonischen und mikrotektonischen Standpunkt aus betrachtet in zwei deutlich unterscheidbare Bereiche eingeteilt werden: (1) von 1602 m, der oberen Grenze des kristallinen Grundgebirges, bis zu 2500 m zeigen die Gesteine zwar immer wieder Kataklyse-Zonen und Klüftungen, diese treten jedoch nur stellenweise auf und sind lokal begrenzt; (2) von etwa 2500 m bis 3000 m (abgeschwächt



auch noch bis 3100 m) sind die Gesteine sehr intensiv von dynamischen Deformationsprozessen (Kataklyse), von Klüftung und ebenso von hydrothermalen Alterationen geprägt. Folglich stellt dieses etwa 500 m bis eventuell 600 m mächtige Intervall einen Bereich besonders hoher tektonischer Aktivität dar, in welchem sich eine Vielzahl von Scherzonen konzentrierten und die Deformationsprozesse entsprechend hohes Ausmaß und Dichte erreichten.

Die kristalline Gesteinsfolge des unteren Abschnitts (3350 m–4444 m; Abb. 1, Dünnschliffbilder von Streupräparaten siehe Abb. 4 und Abb. 5) der Bohrung Urach 3 zeichnet sich, vom petrographischen Standpunkt aus betrachtet, durch das Vorherrschen von Gneisen-Paragneisen und Diatexiten aus. Die Paragneise sind meist feinkörnig und Biotit-reich, führen Sillimanit und oft auch Albit-Porphyroblasten. Im Vergleich dazu treten Migmatite und Aplite deutlich zurück. Die Aplite finden nur im Bohrintervall von 3620 m bis 3728 m starke Verbreitung und werden meistens durch intensive hydrothermale Überprägungen und durch Kataklyse-Zonen begleitet. Seltener treten granodioritische Mobilisate auf. Amphibolite, die in den darüberliegenden kristallinen Gesteinsfolgen der Bohrung verbreitet sind (HANN 2009), fehlen hier ganz. Es erscheinen aber Lamprophyre, deren Vorkommen in den höher gelegenen Bereichen nicht festgestellt wurde. Diese erscheinen zuerst bei 4000 m und entwickeln sich mit darstellbaren Mächtigkeiten zwischen 4284 m und 4320 m.

Petrologisch betrachtet handelt es sich auch in diesem Bohrabschnitt um die Gesteine eines von anatektischen Prozessen gezeichneten Stockwerks des variszischen kristallinen Grundgebirges. Das verbreitete Vorkommen der Diatexite und die immer wieder erkennbaren migmatitischen Entwicklungen lassen eine teilweise bis fortgeschrittene Aufschmelzung der Gesteine des betreffenden Krustenstockwerks erkennen. Allerdings ist die Bildung von granitisch-granodioritischen Mobilisaten in diesem Bereich viel weniger intensiv entwickelt als in dem darüberliegenden Bohrabschnitt. Bei den Protolithen handelt es sich hauptsächlich um sedimentäre Einheiten und nur untergeordnet um Magmatite. Dafür spricht die Dominanz der Biotit-reichen Paragneise und der aus ihnen hervorgegangenen Migmatite.

Auch im Intervall von 3350 m bis 4444 m sind hydrothermale Alterationen – oft im Zusammenhang mit Klüftung und Kataklyse – zu erkennen. Sie sind aber bei weitem nicht so häufig und in-

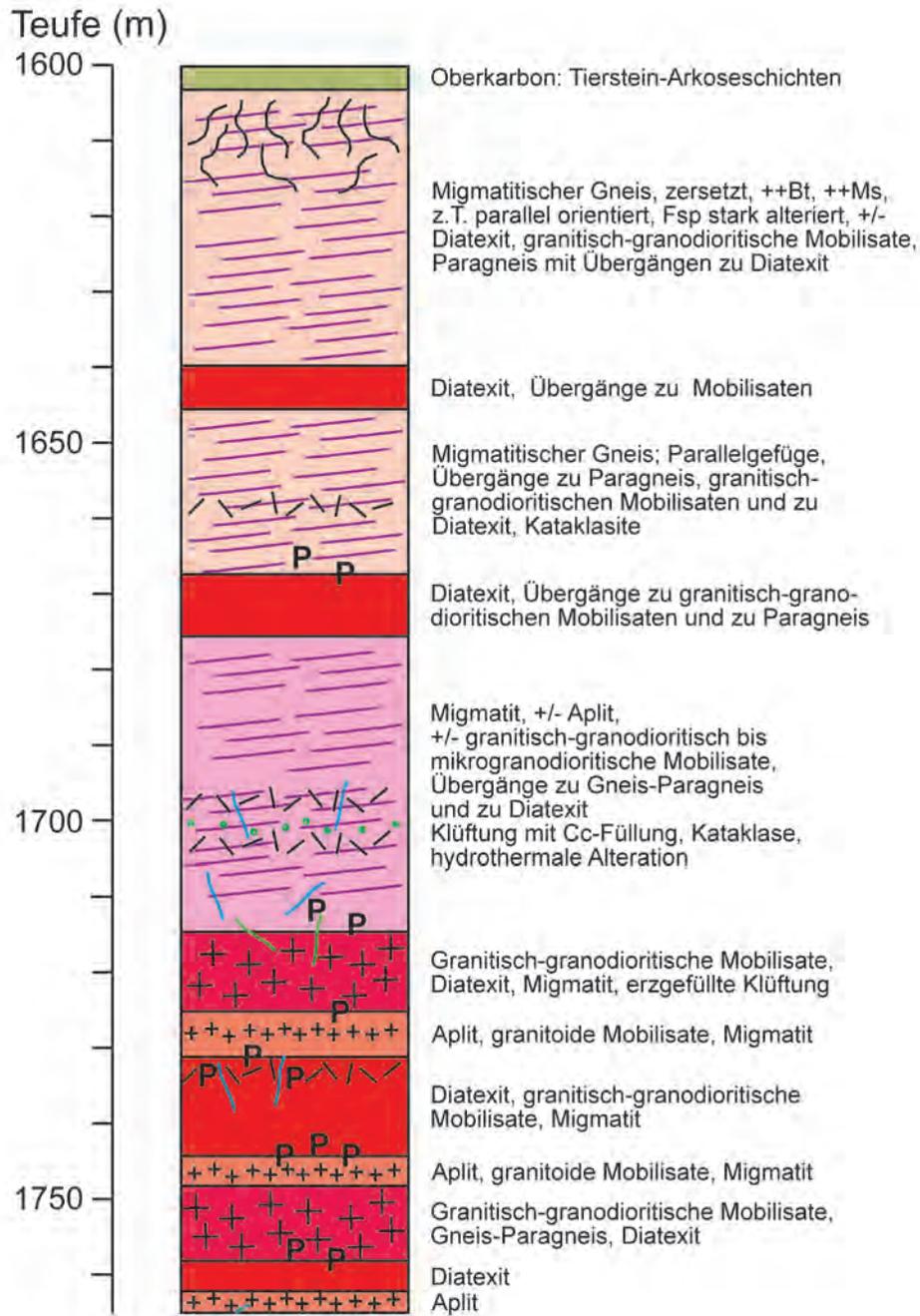
tensiv wie in der darüber gelegenen Deformations- und Alterationszone zwischen 2500 m und 3100 m (siehe Abb. 6, Dünnschliffbilder von Streupräparaten). Die Klüfte zeigen sehr oft eine karbonatische Füllung, aber auch unregelmäßige Kalzit-Adern können in den Gesteinen vorhanden sein. In ebenso zahlreichen Fällen bestehen die Klüftfüllungen allein oder zusätzlich aus Erz (Pyrit, Goethit, Hämatit, seltener Bleiglanz), was auf eine intensive Zirkulation hydrothermalen Fluides hindeutet.

Tektonisch und mikrotektonisch betrachtet ist der Bohrabschnitt durch eine schwache kataklastische Deformation charakterisiert, die insbesondere an Quarz-Biotit-Aggregaten zu beobachten ist. Es erscheinen zwar in unregelmäßigen Abständen immer wieder Zonen stärkerer Kataklyse, diese sind aber lokal begrenzt und erreichen keine höhere Dichte, so dass diesbezüglich nicht auf stärker ausgeprägte dynamische Deformationen geschlossen werden kann. Die kataklastischen Bereiche korrelieren in den meisten Fällen mit dem Auftreten von Klüften und hydrothermalen Alterationen.

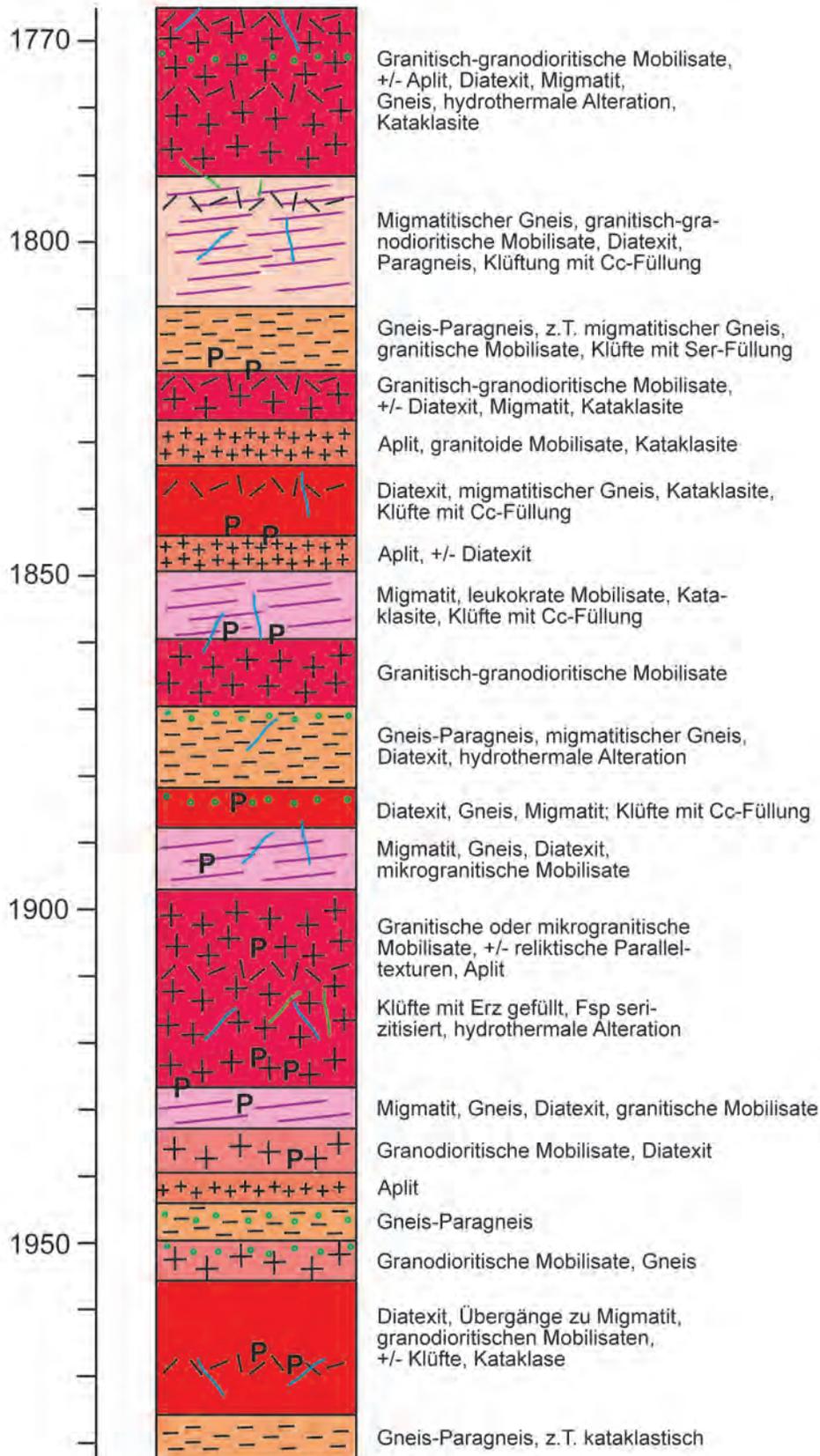
Unterhalb 3900 m Bohrteufe sind in den Gesteinen intensive mylonitische Deformationen erkennbar. Die Quarze zeigen oft suturierte Korngrenzen, hohe Undulosität, bilden amöboide unregelmäßig geformte Körner und sind entlang von mylonitischen Schieferungszonen dynamisch rekristallisiert. In diesem etwas tieferen Krustenbereich entwickeln sich demnach neben den kataklastischen Deformationen auch duktile Scherzonen. Es konnten auch Übergangsbereiche von kataklastischer zu duktiler Verformung beobachtet werden.

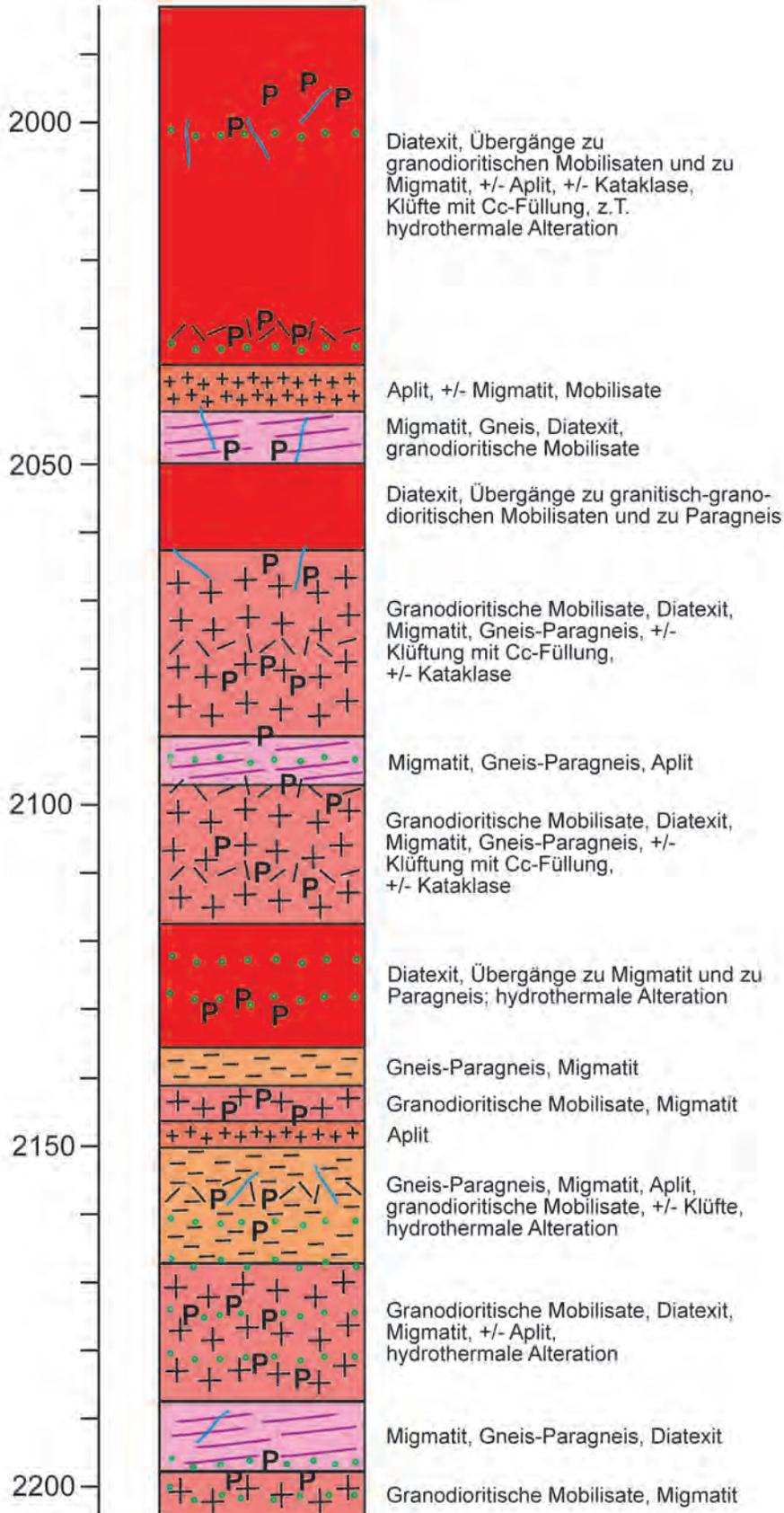
## 4 Geothermiebohrung Urach 4

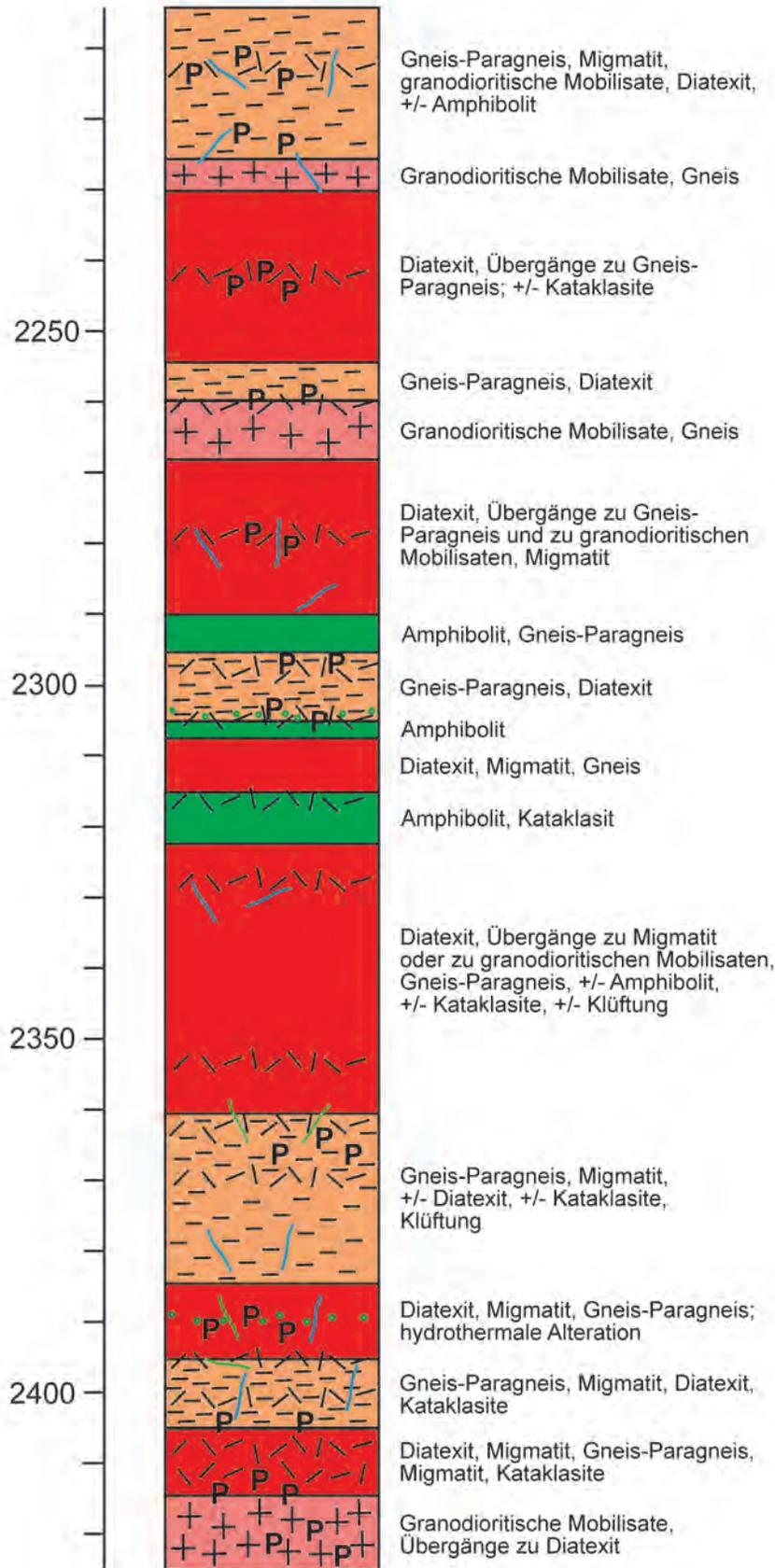
Die bis zu einer Endteufe von etwa 4500 m geplante Bohrung Urach 4 wurde in den Jahren 2003/2004 niedergebracht. Bis zum Jahr 2008 (HANN) hat infolge der vorzeitigen Einstellung des Forschungsvorhabens nach Erreichen einer Tiefe von 2793 m keine weitergehende geologische Bearbeitung der Bohrung mehr stattgefunden. Zur Verfügung stehen deshalb nur Bohrlochmessungen und Sampler-logs. Kernstrecken liegen keine vor, die Meißelproben wurden in einem Abstand von 1 m genommen.

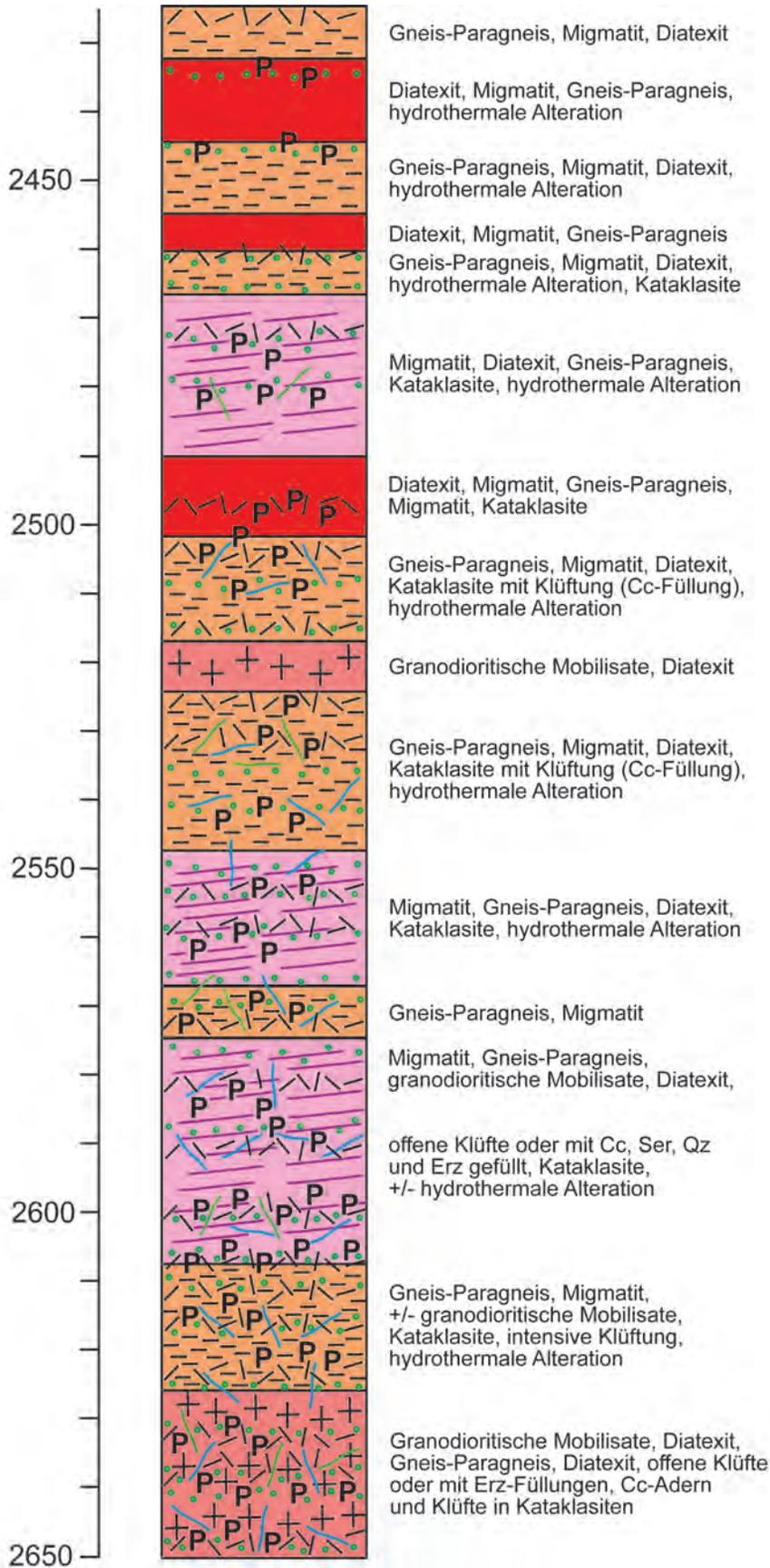


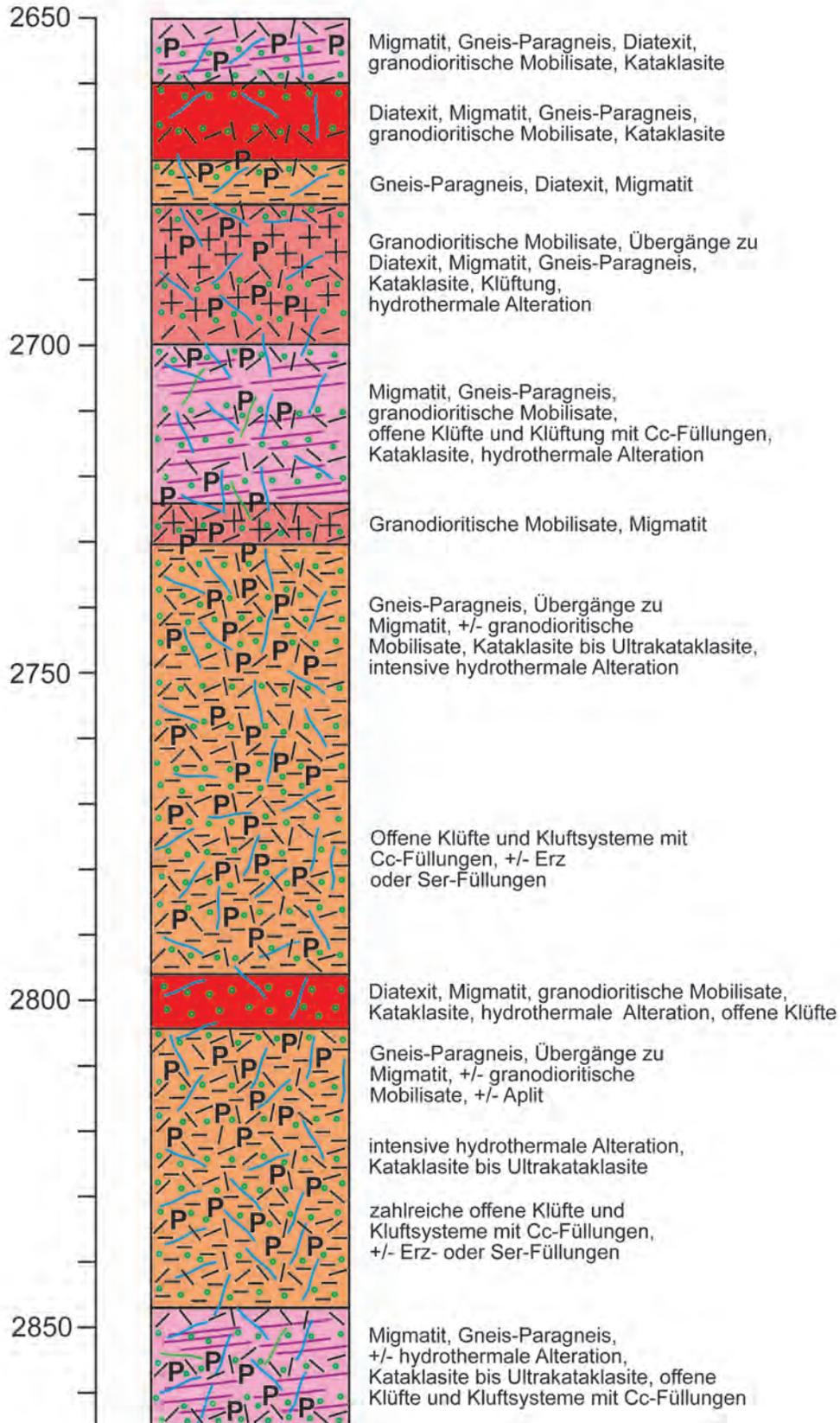
**Abb. 1:** Lithologisches Profil des kristallinen Grundgebirges der Bohrung Urach 3 nach HANN (2009, 2012).  
Fortsetzung auf den folgenden 13 Seiten; Maßstab 1 : 1 000.  
Gemeinsame Legende für Abbildung 1 und 2 auf Seite 133.

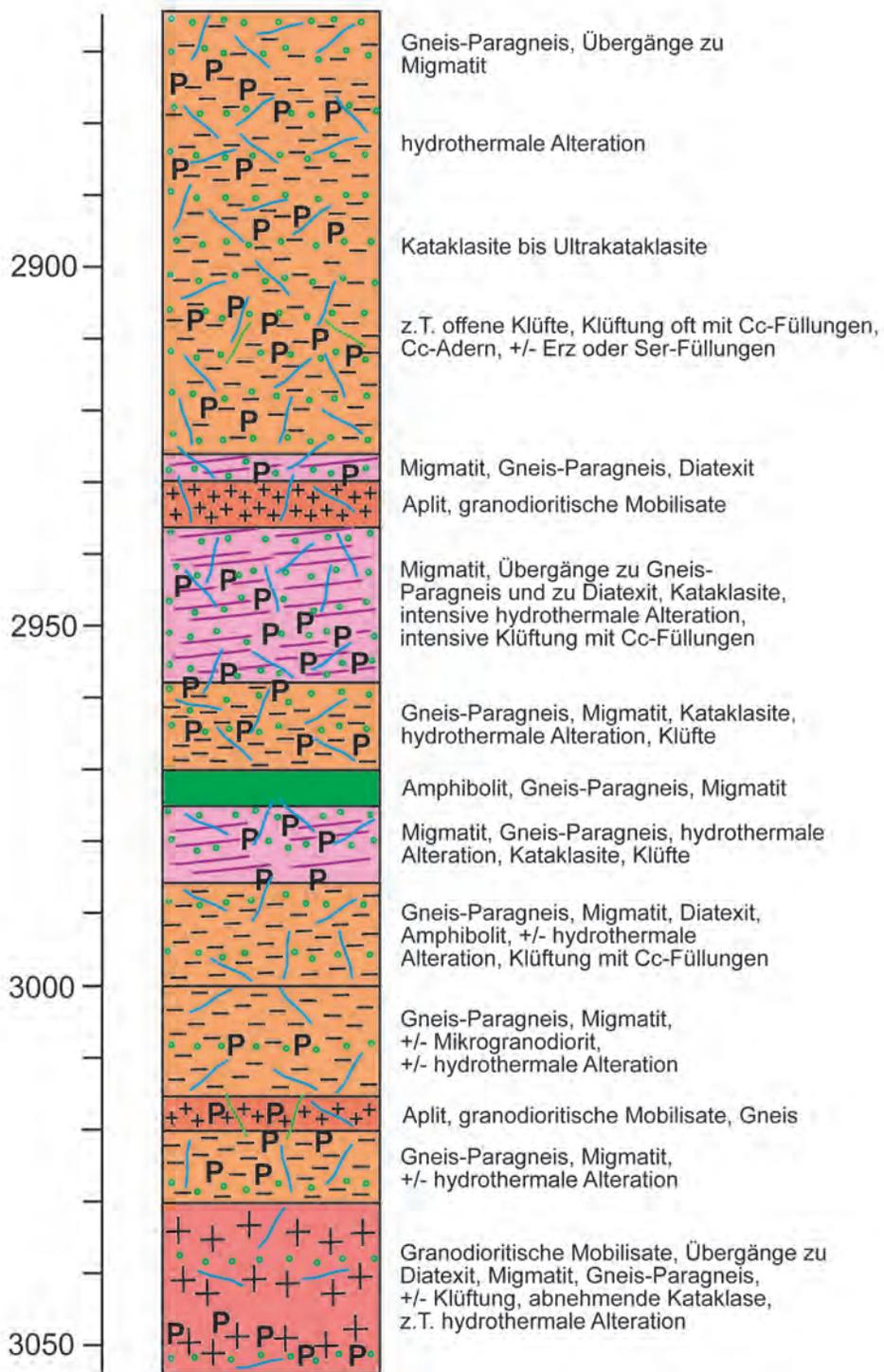


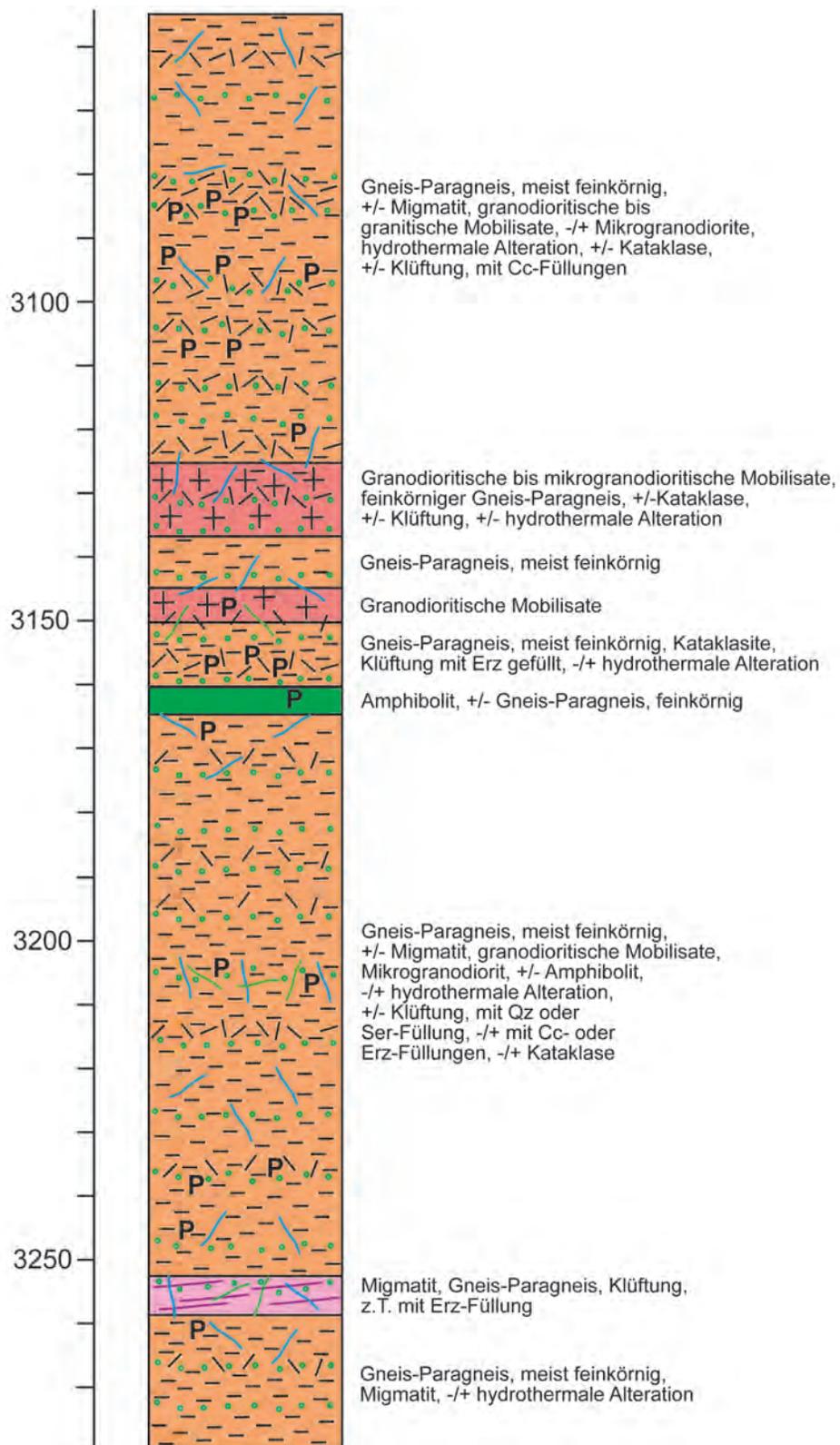


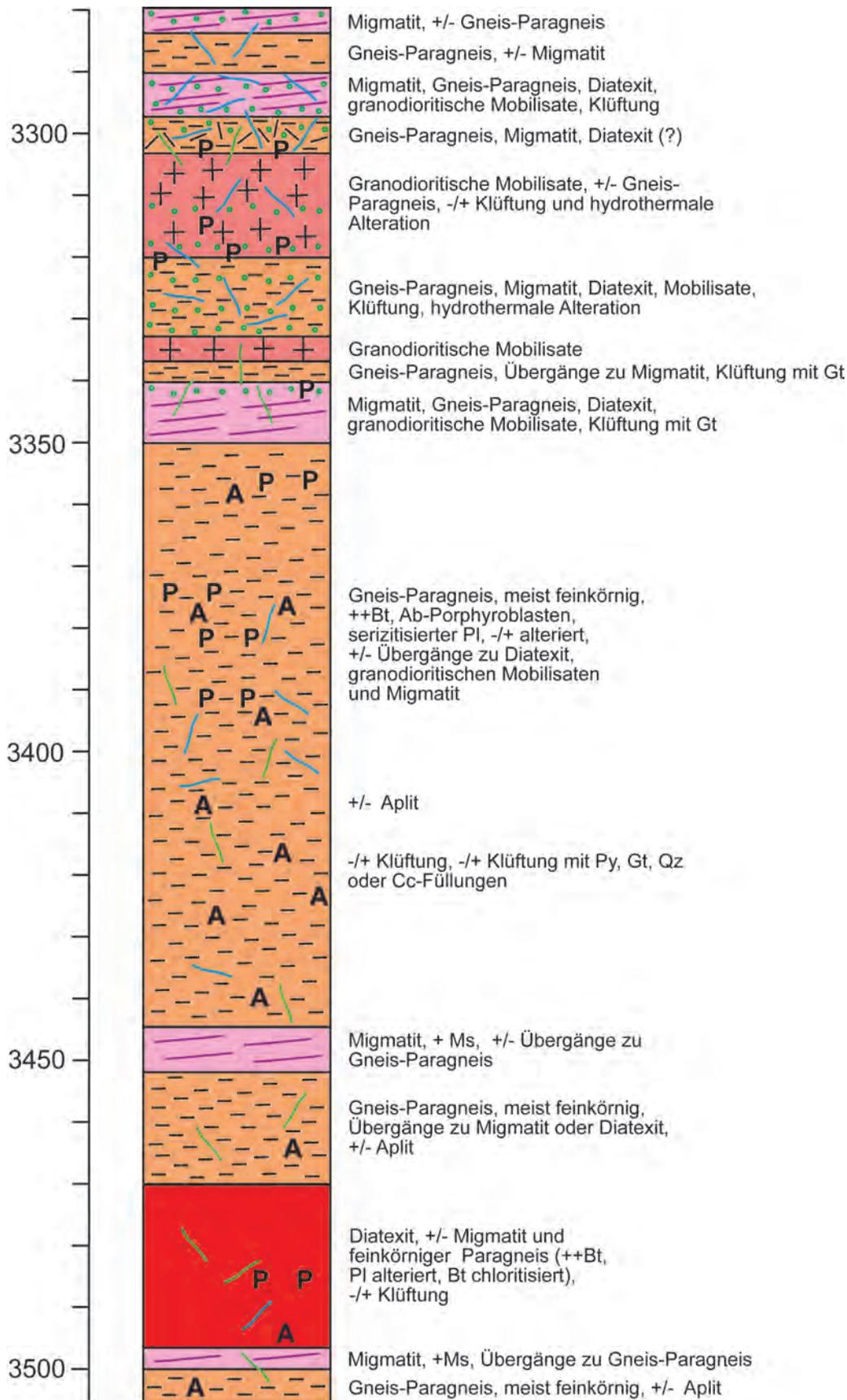


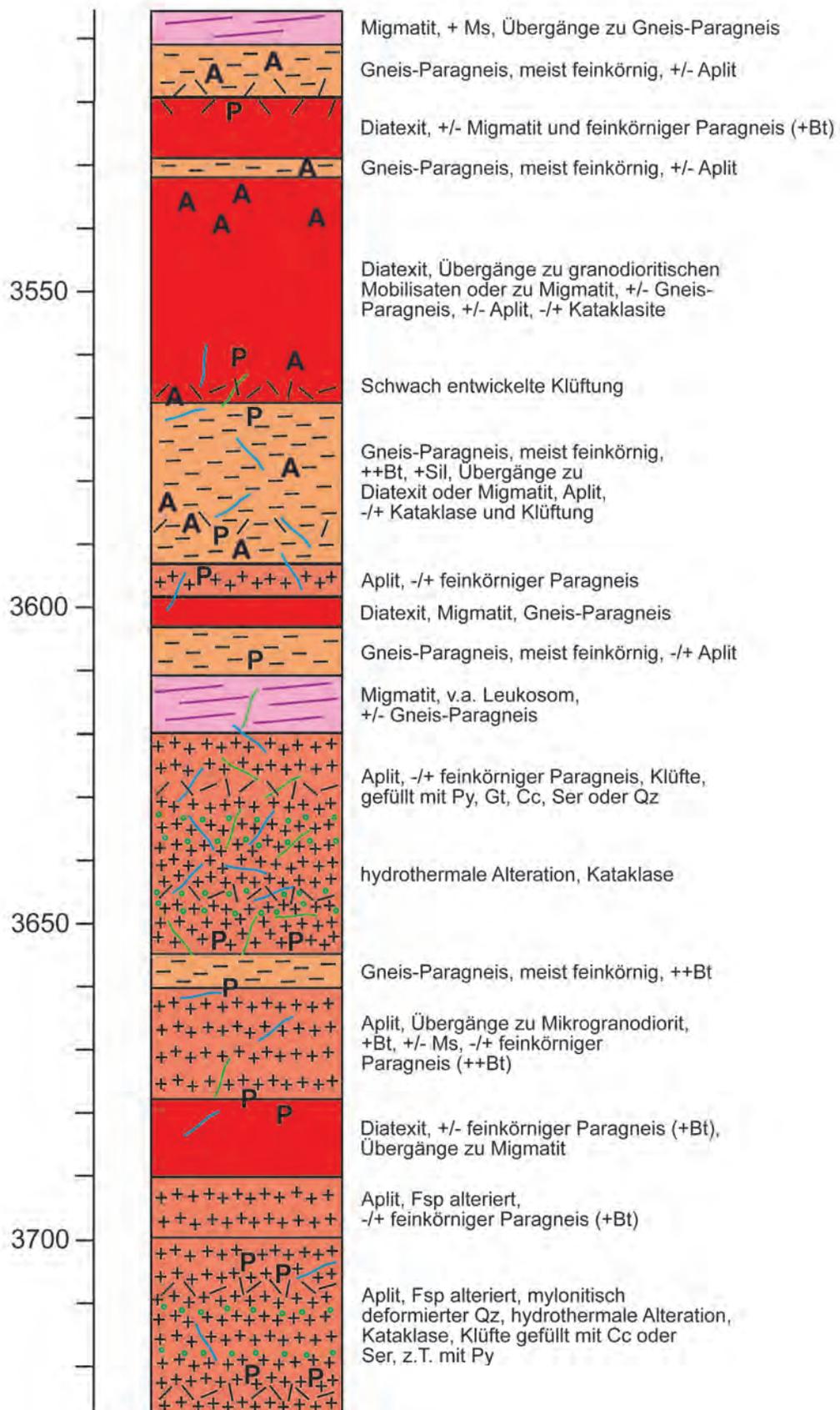




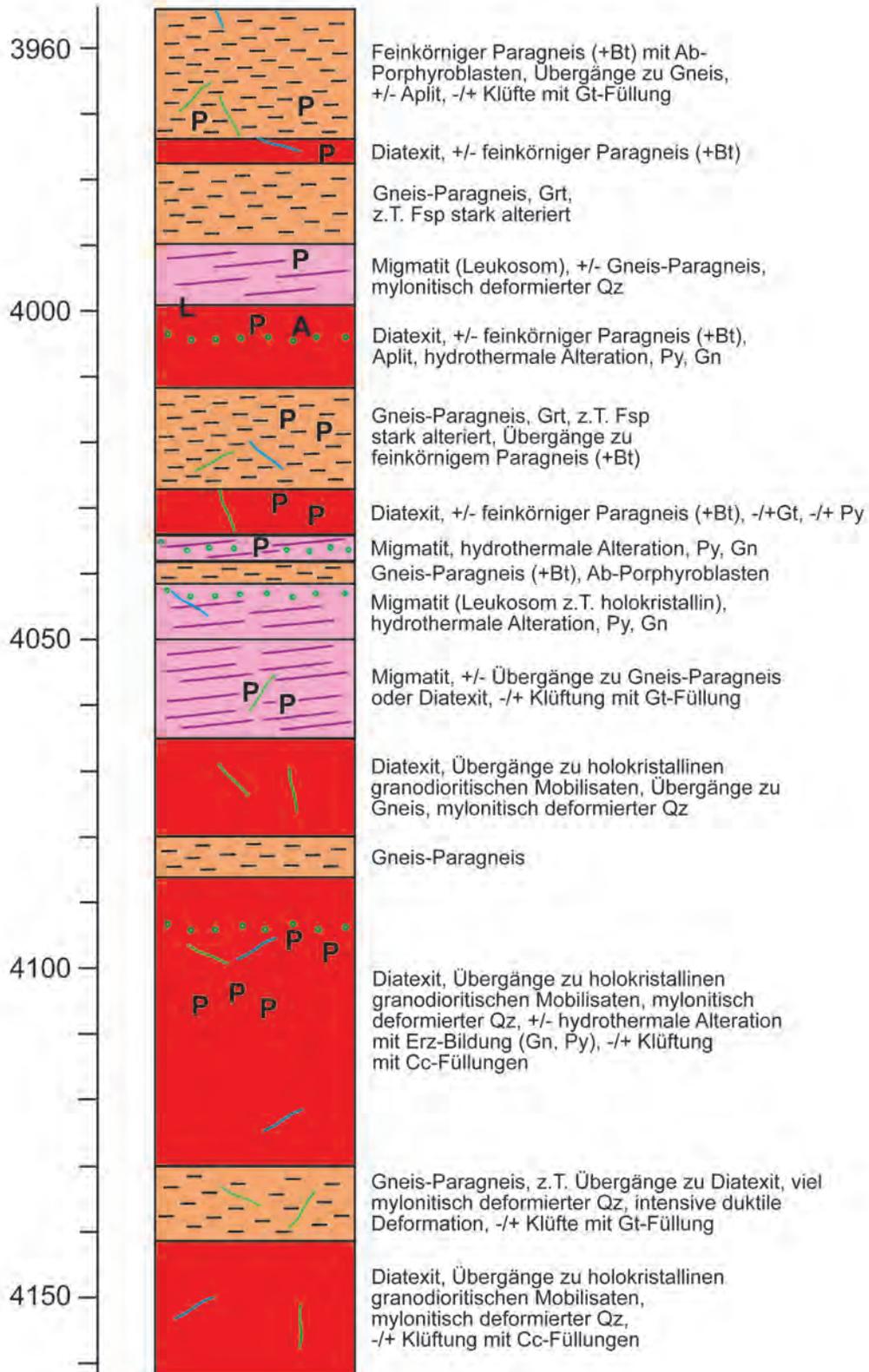


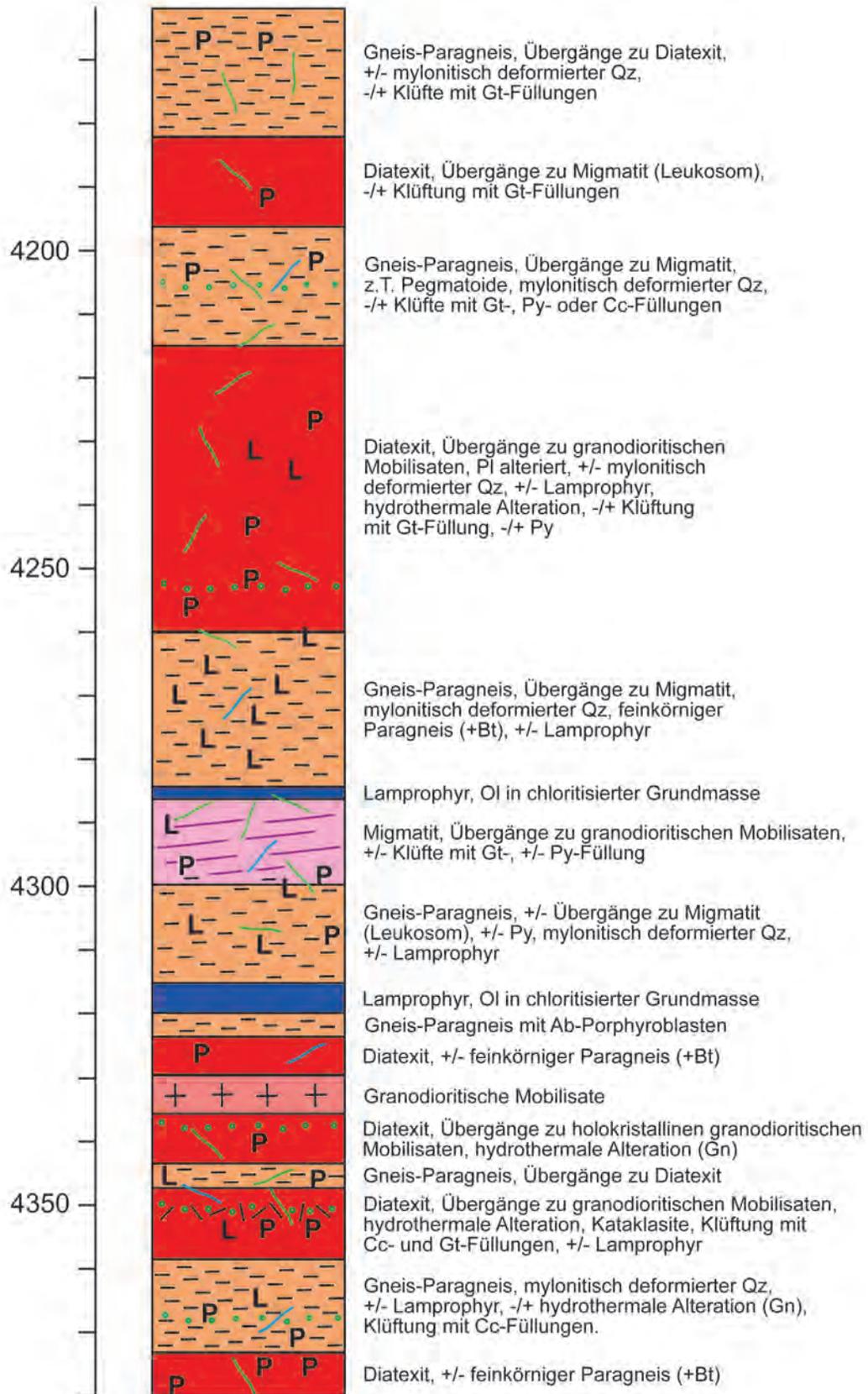


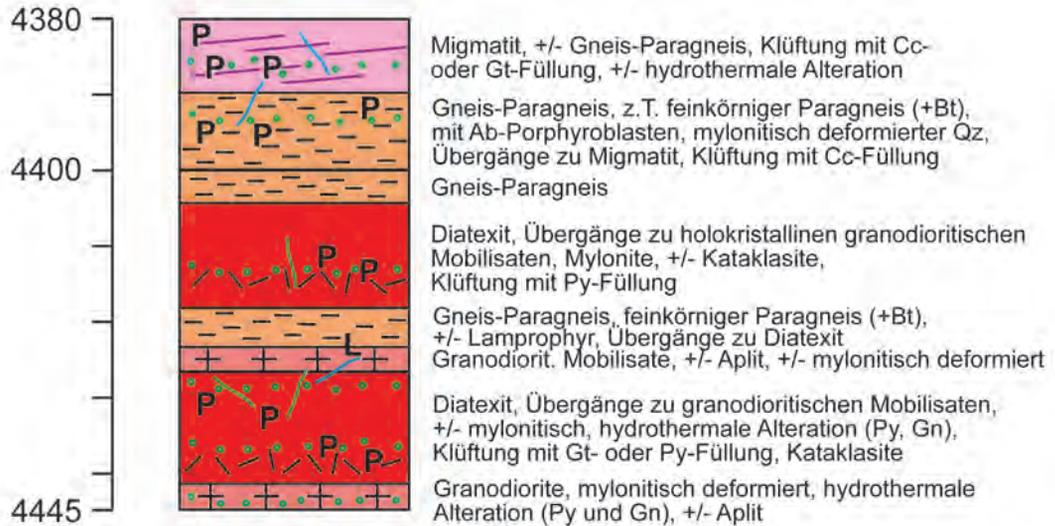












Legende

	Oberkarbon: Tierstein-Arkoseschichten	Ab = Albit
	Lamprophyr	Bt = Biotit
	Aplit, feinkörnig, hell	Cc = Kalzit
	Gneis - Paragneis	Ch = Chlorit
	Amphibolit	Fsp = Feldspat
	Gneis, migmatitisch verändert, zersetzt	Gn = Galenit (Bleiglanz)
	Gneis, migmatitisch verändert	Grt = Granat
	Migmatit, allgemein	Gt = Goethit
	Diatexit	Hm = Hämatit
	Granitische bis granodioritische Mobilisate, meist hell, mittel-bis grobkörnig	Ms = Muskovit
	Granodioritische Mobilisate, mittel-bis grobkörnig	Pl = Plagioklas
	Kataklasite	Py = Pyrit
	Pyrit, untergeordnet Hämatit	Oi = Olivin
	Hydrothermale Alteration, allgemein	Qz = Quarz
	Klüfte, mit Belägen aus Kalzit, Serizit oder Quarz	Ser = Serizit
	Klüfte, mit Belägen aus Pyrit oder Hämatit	Sil = Sillimanit
	Klüfte, offen	++ = sehr viel
		+ = viel
		+/- = untergeordnet
		-/+ = selten, vereinzelt

Gemeinsame Legende für Abbildung 1 und 2.

## 4.1 Zusammenfassung der Bohrkleinaufnahme der Bohrung Urach 4

(1604 m–2793 m; Abbildung 2)

1604 m: Oberkante des variszischen kristallinen Grundgebirges.

1613 m: Erste Probe aus dem kristallinen Grundgebirge.

1613 m–1636 m: Anfangs stark verwitterte Gesteine, insbesondere die Feldspäte sind teilweise oder vollkommen umgewandelt. Es ist im Gestein keine mechanische Deformation erkennbar. Die Alteration ist nicht durch die Einwirkung hydrothermalen Prozesse oder durch einen dynamischen Metamorphismus zu erklären, sondern durch die Einwirkung der im Perm stattgefundenen Oberflächenerosion. Es handelt sich hauptsächlich um migmatitische Gneise.

1636 m–1645 m: Diatexite und granitisch-granodioritische Mobilisate. Glimmerschiefer und feinkörnige Gneise, welche das Paläosom darstellen können, aber auch Nachfall (aus darüberliegenden Konglomeraten mit aus Kristallin bestehenden Komponenten) sein kann.

1645 m–1657 m: Migmatite (mit Sillimanit) in unterschiedlich intensiven Übergängen zu Diatexiten oder zu leukokraten Quarz-Feldspat-reichen Mobilisaten. In den Mobilisaten sind feine Quarzadern vorhanden, die Feldspäte sind teilweise zersetzt, die Biotite chloritisiert. Dies deutet auf eine beginnende hydrothermale Alteration hin.

1657 m–1667 m: Migmatite und Diatexite (Sillimanit); Gneise mit Paralleltexturen, leukokrate Mobilisate.

1667 m–1670 m: Gesteine sind in diesem Teufenintervall kataklastisch überprägt.

1670 m–1686 m: Diatexite und granitische Mobilisate, nur wenig Klüfte.

1686 m–1710 m: Teilweise aufgeschmolzenes Gestein – leukokrate Mobilisate mit Biotit und Migmatite. In den meist grobkörnigen Feldspäten und Quarzen sind offene Klüfte erkennbar, gefüllt mit Serizit, oder in ihnen befindet sich ein mylonitisch rekristallisierter, kataklastischer Quarz. Kataklastite erscheinen immer wieder, relativ selten auch Erz. Die Biotite sind oft entmischt, die Feldspäte serizitisiert oder in Karbonat umgewandelt. Folglich ist in diesem Intervall sowohl eine Kata-

klase als auch eine hydrothermale Alteration zu erkennen.

1710 m–1745 m: Leukokrate, granodioritische Mobilisate, Aplite, Diatexite mit Sillimanit. Gneise mit Paralleltexturen. Etwa zwischen 1718 m und 1720 m liegt ein Aplit. Bei 1744 m Kataklastite.

1745 m–1770 m: Granitisch-granodioritische Mobilisate. Bei 1755 m ist auch ein Aplit vorhanden, sollte aber nur eine kleinere Ader darstellen. Bei 1760 m entwickeln sich Klufsysteme.

1765 m: Etwas größerer Aplit-Gang in granitisch-granodioritischen Mobilisaten.

1770 m–1774 m: Diatexite mit intensiven hydrothermalen Alterationserscheinungen (vollkommen zersetzte Feldspäte, stark gebleichte Biotite, Erzbildung).

1774 m–1790 m: Ab 1774 m granitisch-granodioritische Mobilisate, wobei die hydrothermale Überprägung der Gesteine weiterhin anhält. Anschließend bis zu 1790 m ist eine relativ enge und gleichzeitig abwechselnde Abfolge von Diatexiten und granitisch-granodioritischen Mobilisaten erkennbar; zwischen 1774 m und 1780 m sind die hydrothermalen Alterationen intensiver.

1790 m–1822 m: Metamorphite – zuerst hauptsächlich Migmatite, welche dann in Gneise-Paragneise übergehen. Lokal sind jedoch Übergänge in beide Richtungen möglich. Ebenfalls in diesem Bereich erscheinen Kataklastite und Klüfte, die auch karbonatische Füllungen enthalten können. Hydrothermale Alterationen und Erz sind stellenweise vorhanden.

1822 m–1910 m: Es folgt ein Bereich von fast 90 m, in dem Diatexite vorherrschen. In ihrem Anfangsbereich sind einige Kataklastite vorhanden. Ungefähr in ihrem mittleren Bereich liegen dann Migmatite (1850 m–1862 m), die Klüfte mit karbonatischer Füllung enthalten und gleich anschließend etwa 6 m mächtige granitisch-granodioritische Mobilisate mit hydrothermalen Alterationen und Klüften. Innerhalb des unteren Bereichs erscheint in den Diatexiten ein relativ dünnes Gneis-„Band“ (1880 m–1890 m), in welchem sich wahrscheinlich cm- bis maximal m-dicke Amphibolite oder Amphibolgneise finden.

1910 m–1955 m: Gleich nach 1910 m entwickelt sich ein Aplit-Gang, welchem bis zu 1955 m granitische und granodioritische Mobilisate folgen. Diese enthalten hydrothermale Alterationen und Erz als Kluffüllung.



1955 m–2025 m: Relativ mächtige Diatexite, die nur von einem Aplit-Gang (1975 m) und einem Band aus migmatischem Gneis oder Migmatit-Einschluss (1993 m–1998 m) unterbrochen werden. In den Diatexiten sind lokal hydrothermale Alterationen und einige Klüfte erkannt worden.

2025 m–2052 m: Granodioritische Mobilisate, die jeweils an ihrer oberen und unteren Grenze von Aplit-Gängen begleitet sind. Den unteren Apliten folgen ab 2048 m etwa 4 m mächtige Migmatite. Insbesondere in den Granodioriten sind hydrothermale Alterationen und Klüfte beobachtet worden.

2052 m–2070 m: Diatexite, in ihnen sind Vererzungen zu erkennen.

2070 m–2105 m: Granodioritische Mobilisate mit hydrothermalen Alterationen, Kalzit-Adern und Klüftung.

2105 m–2138 m: Diatexite. In ihrem mittleren Bereich (2123 m–2124 m) und an ihrer unteren Grenze (2135 m–2137 m) liegt jeweils ein Aplit-Gang. In den Diatexiten konnten offene Klüfte und Erz (Pyrit, Hämatit) beobachtet werden.

2138 m–2240 m: Abfolge aus (v. a.) granodioritischen Mobilisaten, Gneisen und Glimmerschiefern (2150 m–2160 m und 2205 m–2222 m), Migmatiten (2175 m–2180 m) und Amphiboliten (bei etwa 2205 m und 2238 m). Gleichzeitig konnten in den Mobilisaten, Gneisen und Migmatiten stellenweise Klüfte, offene Klüfte (2150 m–2170 m, 2190 m–2200 m), hydrothermale Alterationen und auch Erz beobachtet werden.

2240 m–2345 m: Vorherrschend Diatexite. Dazwischen befinden sich aber auch granodioritische Mobilisate (2248 m–2264 m) und Gneise (2285 m–2293 m und 2300 m–2309 m). Hier erscheinen kataklastische Bereiche ungefähr bei 2265 m, 2315 m und 2345 m; offene Klüfte und auch gefüllte Klüfte konnten zwischen 2280 m und 2290 m, zwischen 2300 m und 2320 m und bei etwa 2345 m beobachtet werden. Stellenweise ist auch eine hydrothermale Alteration erkennbar.

2345 m–2386 m: Drei etwa gleich mächtige Gesteinsabfolgen: zuerst granodioritische Mobilisate (2345 m–2359 m); es folgt ein relativ mächtiger Aplit-Gang (2359 m–2372 m) und danach Diatexite (2372 m–2386 m). Bei etwa 2370 m und 2378 m entwickeln sich Kataklastite. Bei etwa 2378 m ist auch eine Klüftung erkennbar, parallel dazu auch hydrothermale Alterationen.

2386 m–2793 m: Es dominieren klar die aufgeschmolzenen Bereiche; es entstanden mengenmäßig vorherrschend granodioritische Mobilisate. Die anderen, klar untergeordnet auftretenden Gesteine, insbesondere die Amphibolite, Gneise und Migmatite sollten deshalb hier eher als reliktsch erhaltene Einschlüsse in einer bereits aufgeschmolzenen Gesteinsmasse interpretiert werden und weniger als Bänder oder Lagen. Dies ist, zumindest teilweise auch für die höheren Bereiche der Bohrung gültig, für den unteren Bereich jedoch eine Gewissheit. Bei den Diatexiten ist meistens ein fließender Übergang zu den Mobilisaten vorhanden und ihre Grenzen sind entsprechend unscharf; sie bilden Gesteinskörper, die stellenweise, wenn sie weniger mächtig sind und innerhalb der Mobilisate liegen, auch als Einschlüsse gedeutet werden können, wegen fehlender klarer Abgrenzungen zu den Mobilisaten, aber oft auch zu den Migmatiten Probleme bereiten, wenn es um ihre genauere Charakterisierung geht.

Die Amphibolite erscheinen relativ mächtig zwischen 2463 m und 2472 m und dann nocheinmal zwischen 2508 m und 2510 m.

Diatexite erscheinen zwischen 2557 m und 2571 m und zwischen 2660 m und 2664 m.

Biotit-Gneise, teilweise mit Granat, konnten zwischen 2485 m und 2495 m, 2585 m und 2598 m, 2750 m und 2760 m sowie zwischen 2769 m und 2781 m festgestellt werden.

Zonen mit kataklastischen Deformationen erscheinen relativ oft und verdichten sich mit zunehmender Teufe: von 2420 m–2430 m, 2472 m–2473 m, 2485 m–2505 m, bei 2520 m, zwischen 2550 m–2560 m, 2595 m–2605 m. Ab 2670 m und bis zu 2793 m ist das Gestein praktisch durchgehend kataklastisch beansprucht worden. Die während der Kataklastik entstandenen Gesteinsbruchstücke können von einer Karbonatmasse zementiert werden, in anderen Fällen liegen sie in Tonmineralen und Serizit eingebettet.

Makroskopisch erkennbare Störungsflächen-Fragmente mit deutlich erkennbaren Strömungen wurden bei 2749 m, 2757 m und 2759 m beobachtet.

Klüftungen erscheinen in den Abschnitten zwischen 2420 m und 2430 m, 2510 m–2520 m – hier auch offene Klüfte, 2560 m–2565 m, 2580 m–2590 m.

Ab 2600 m und bis 2793 m ist die Klüftung durchgehend, zahlreiche Klüftsysteme mit unterschiedlichen Füllungen, aber oft mit Kalzit durchweben das gesamte Gestein. Die Klüftung ist oft sehr dicht

und fein, man kann von einem extrem zerklüfteten Gestein sprechen. Es erscheinen in diesem letzten Abschnitt des Bohrprofils auch offene Klüfte.

Ab etwa 2550 m nimmt die Intensität der hydrothermalen Alterationen sprunghaft zu. Diese Aspekte sind dann ab 2600 m besonders intensiv entwickelt, das ganze Gestein ist bis zur Endteufe bei 2793 m vollkommen alteriert, es entstehen neben den Kalzit-Adern auch Karbonat-Krusten. Parallel dazu hat sich auch viel Erz gebildet, insbesondere Pyrit, untergeordnet Hämatit. Das Erz kann als Kluffüllung auftreten, bildet aber auch kleine Nester, hauptsächlich in den zersetzten Feldspäten.

## 4.2 Interpretation der Bohrergergebnisse Urach 4

Petrographisch betrachtet besteht die gesamte von Urach 4 durchbohrte kristalline Gesteinsfolge (Abb. 2) hauptsächlich aus granitisch-granodioritischen Mobilisaten und Diatexiten; nur untergeordnet erscheinen Migmatite, Gneise, Amphibolite oder Aplite, s. a. Abb. 3 (Dünnschliffbilder von Streupräparaten). Im unteren Bereich der Bohrung ab etwa 2390 m bis 2793 m sind die granodioritischen Mobilisate vorherrschend. Im allgemeinen können die Amphibolite, Gneise und Migmatite, insbesondere im unteren Bereich, eher als relikthaltig erhaltene Einschlüsse in einer in hohem Maße aufgeschmolzenen Gesteinsmasse interpretiert werden und weniger als Bänder oder Lagen.

Petrogenetisch gesehen bedeutet dies, dass wir uns in einem relativ tiefen Krustenstockwerk befinden, wo die variszischen metamorphen Gesteinsserien als Folge anatektischer Prozesse vollkommen oder teilweise aufgeschmolzen wurden. Es handelt sich dabei um vorwiegend metasedimentäre Einheiten und nur untergeordnet um Orthogesteine.

In den meisten Bereichen des Bohrprofils sind hydrothermale Alterationen zu erkennen. Sie treten relativ häufig und gleichzeitig lokal begrenzt auf, aber sie sind in unterschiedlichen Abständen regelmäßig präsent. Von 2550 m und bis zur Endteufe bei 2793 m nimmt die Intensität der hydrothermalen Veränderungen sehr stark zu (siehe auch Abb. 7, Dünnschliffbilder von Streupräparaten).

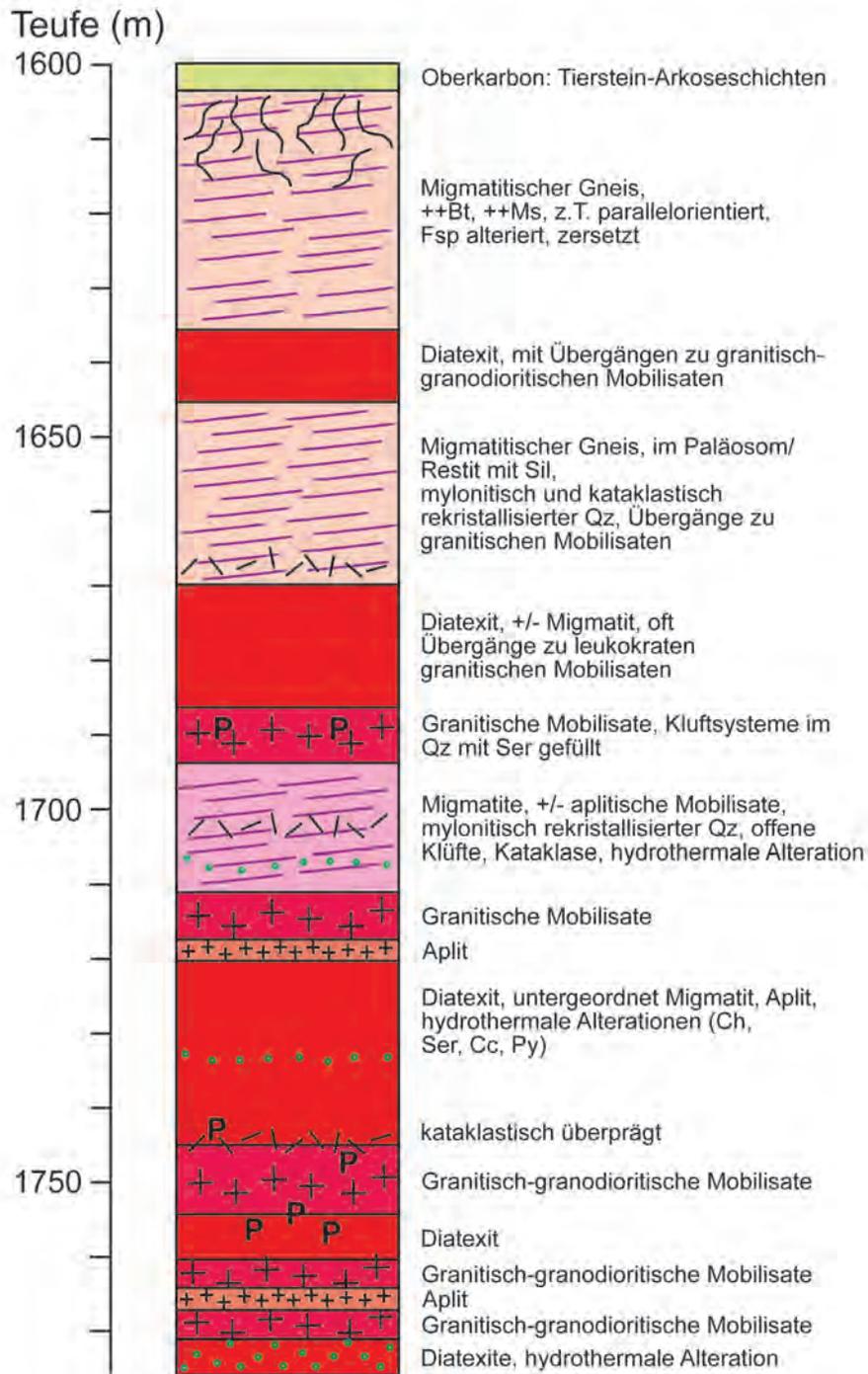
Ab 2550 m steigert sich die Intensität der Klüftung, generell das Ausmaß der spröden Deformation sprunghaft. Ab 2600 m und bis zu 2793 m sind diese Prozesse auffällig intensiv entwickelt und korrelieren gleichzeitig mit der durchgehenden und umfassenden hydrothermalen Alteration, die

auch durch Erzkonzentrationen gekennzeichnet ist. Es erscheinen in diesem Bereich auch relativ häufig offene Klüfte. Die Gesteinsbruchstücke der Kataklastite werden in vielen Fällen von einer karbonatischen Masse zementiert. In einigen Fällen sind auch mylonitische Strukturen erkennbar. Die Kluffsysteme zeigen eine große Dichte und sind in allen Abstufungen vorhanden: von größeren, mehrere Millimeter breiten spalten- oder gangartigen Aspekten bis zu ganz feinen und dichten Entwicklungen. Die Kluffüllungen bestehen überwiegend aus Kalzit und eher nur untergeordnet aus Serizit, mikrokristallinem Quarz oder Erz.

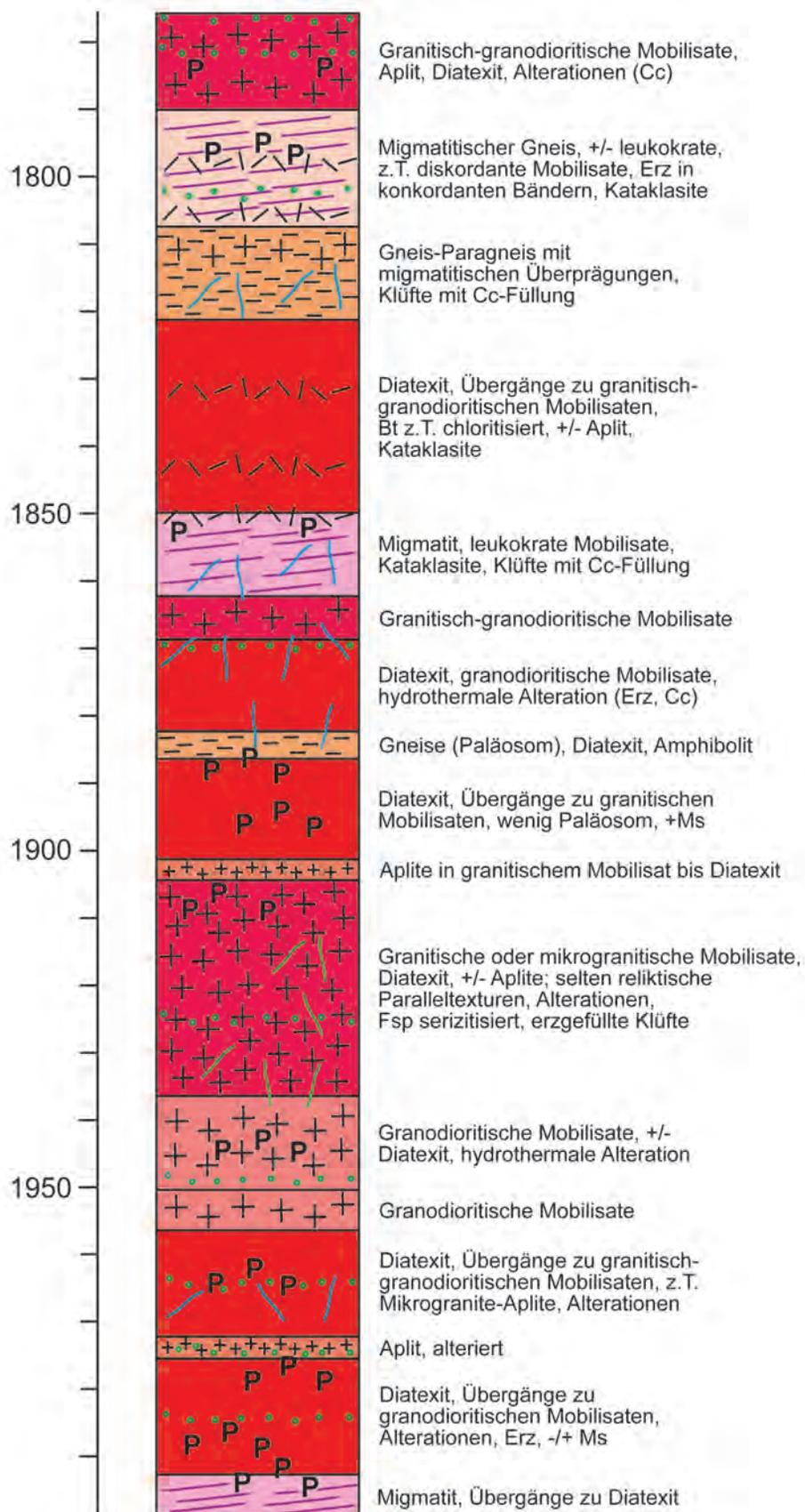
Vom tektonischen und mikrotektonischen Standpunkt aus betrachtet kann das Bohrprofil des kristallinen Grundgebirges der Bohrung Urach 4 in zwei deutlich unterschiedliche Bereiche eingeteilt werden: (1) von 1604 m, der oberen Grenze des kristallinen Grundgebirges und bis zu 2550 m zeigen die Gesteine zwar immer wieder Kataklasten-Zonen und Klüftungen, diese treten jedoch nur stellenweise auf und sind lokal begrenzt; (2) von etwa 2550 m–2600 m und bis zur Endteufe (2793 m) ist das Gestein fast lückenlos von dynamischen Deformationsprozessen, Klüftung, stellenweise sogar Störungsflächenbildung und intensiv von hydrothermalen Alterationen erfasst.

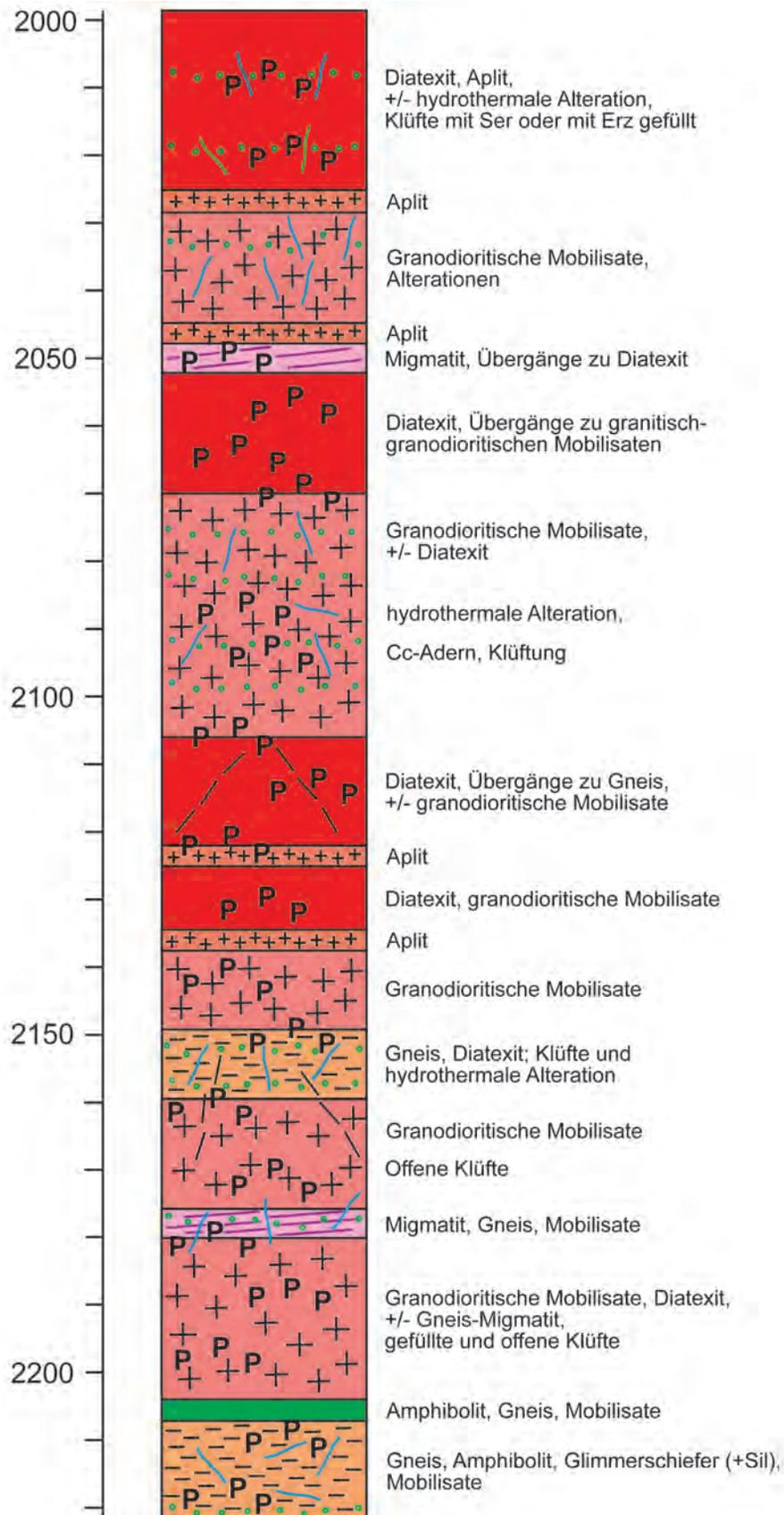
## 5 Korrelation der Bohrungen Urach 3 und Urach 4 und Diskussion

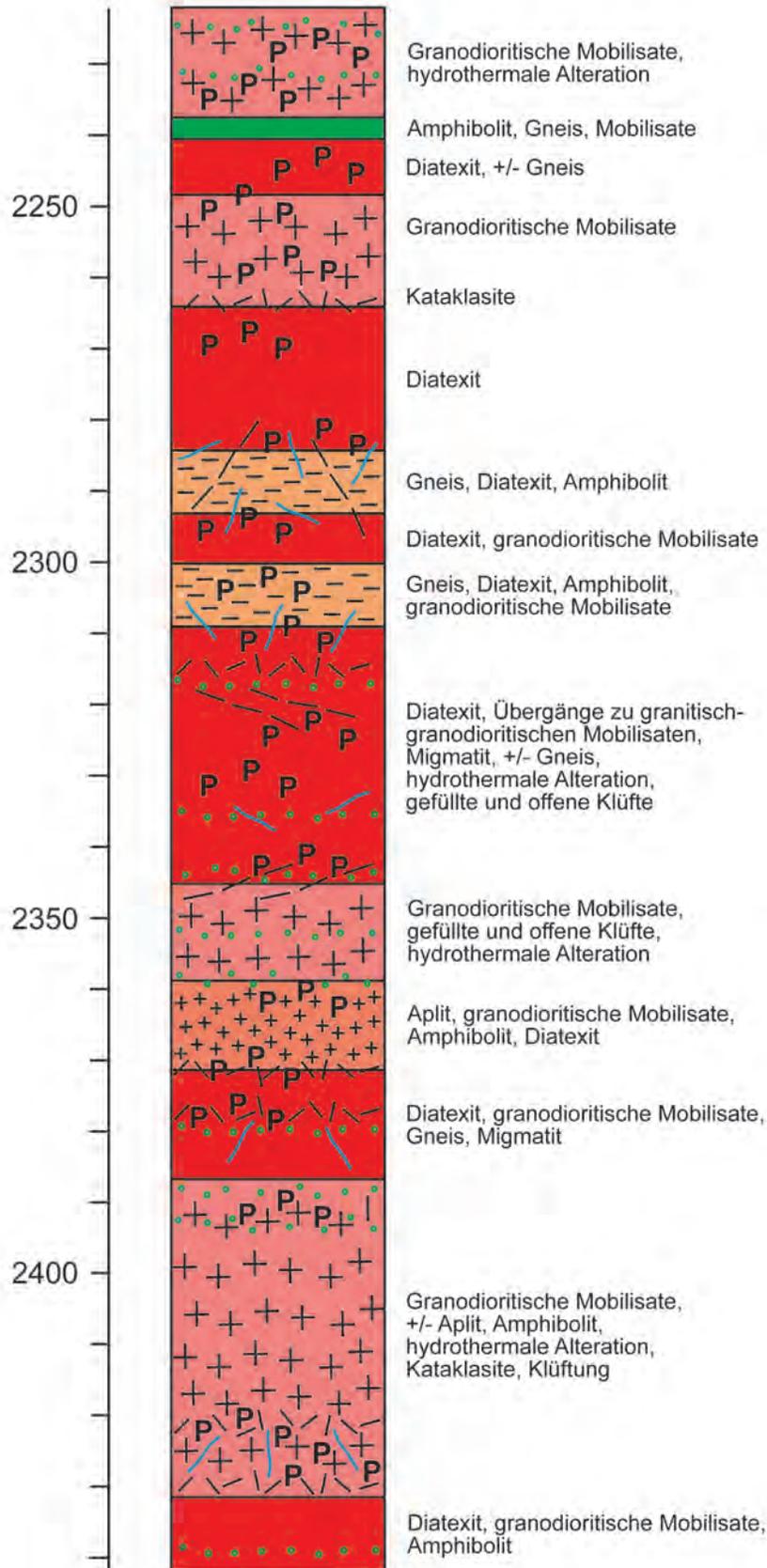
Die lithologische Korrelation der einzelnen petrographischen Einheiten zwischen den Bohrungen Urach 3 und Urach 4 ist nicht einfach und wohl nur in beschränktem Maße möglich. Im Intervall von 1602 m bis etwa 2400 m, wo die beiden Bohrungen noch überwiegend parallel und in geringerem Abstand zueinander verlaufen, können die Lithologien – zumindest teilweise – miteinander parallelisiert werden. Mit der gezielten Ablenkung der Urach 4 infolge Richtbohrarbeiten ab 2400 m ist dies praktisch nicht mehr möglich, der petrographische Charakter der lithologischen Einheiten des Kristallins wird nämlich in beiden Bohrungen mit zunehmender Tiefe immer unterschiedlicher. Diese Situation ist dadurch zu erklären, dass wir uns in einem tiefen Krustenstockwerk des variszischen Grundgebirges befinden, wo ein bedeutender Teil der metamorphen Gesteine teilweise oder ganz aufgeschmolzen wurde und Granitisierungsprozesse die älteren Strukturen in weiten Bereichen

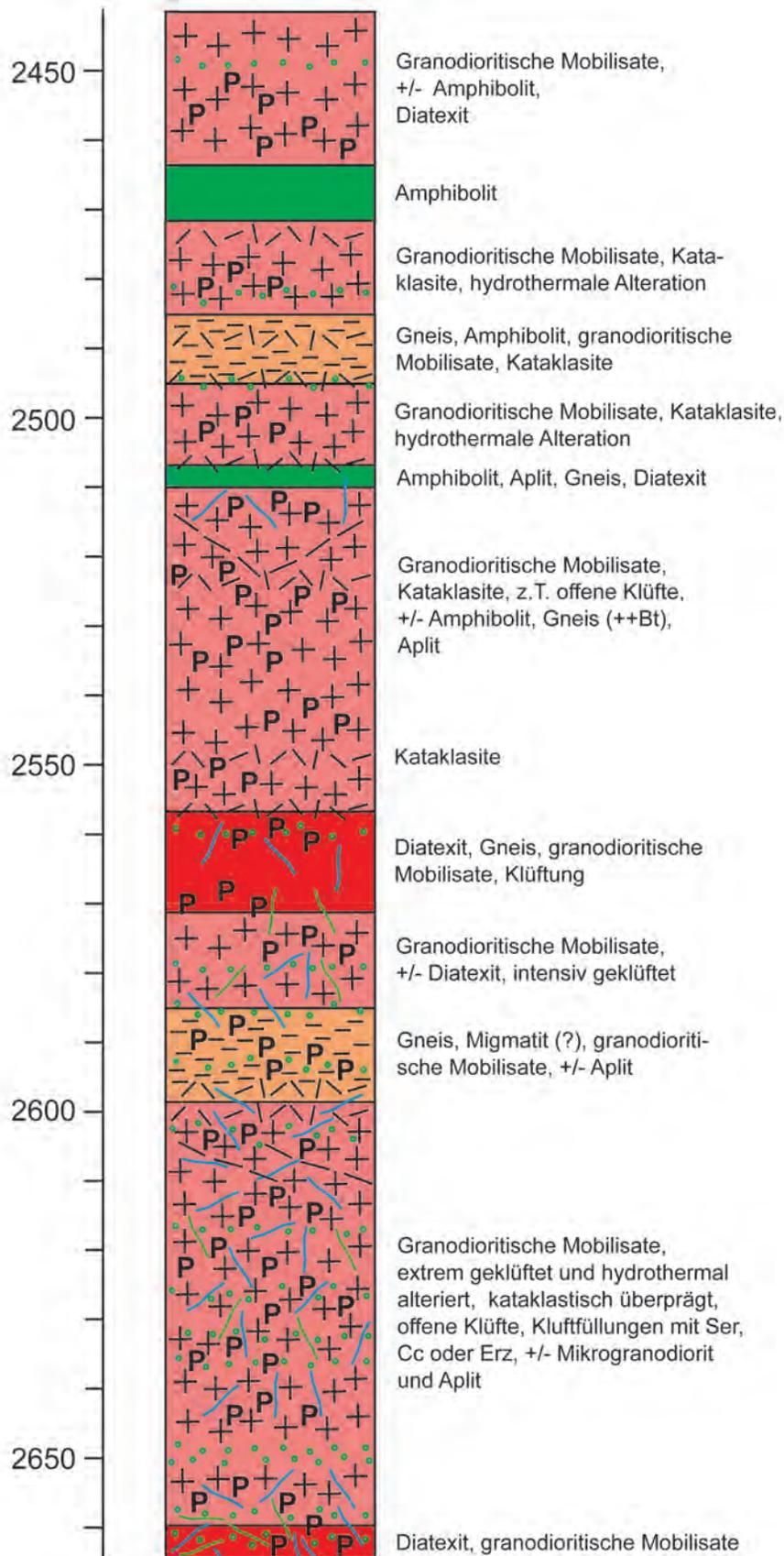


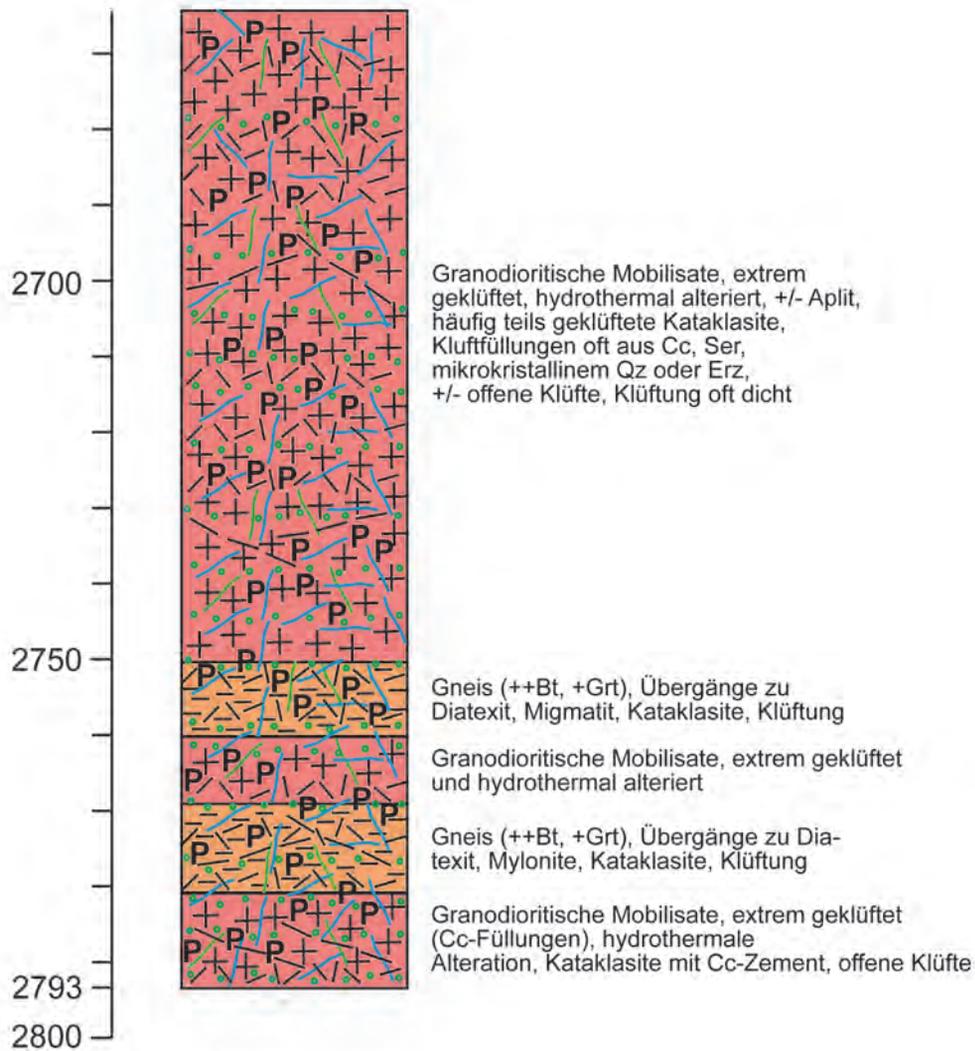
**Abb. 2:** Lithologisches Profil des kristallinen Grundgebirges der Bohrung Urach 4 nach HANN (2008). Fortsetzung auf den folgenden 5 Seiten; Maßstab 1 : 1 000. Gemeinsame Legende für Abbildung 1 und 2 auf Seite 133.











unterschiedlich aufgelöst haben. Die dabei entstandenen granitisch-granodioritischen Mobilisate bildeten Schmelzen, die oft ihren autochthonen Charakter verloren haben und in benachbarte Bereiche intrudierten. Die Aplit, Gesteine welche als solche leicht erkennbar sind, entwickeln sich in völlig unregelmäßigen Gangstrukturen und können demnach nur durch Zufall für eine Korrelation in Betracht gezogen werden. Amphibolite, zumindest theoretisch gute Leithorizonte, bilden in Wirklichkeit keine Bänder, sondern Linsen, wie es ja sehr oft in den kristallinen Formationen des Variszikums, sowohl im Schwarzwald als auch im Bayerischen Wald der Fall ist. In den beiden Bohrungen scheint jedenfalls ihre Korrellierung nicht möglich zu sein.

Im Großen betrachtet kann festgestellt werden, dass die Bohrung Urach 3, im Unterschied zu Bohrung Urach 4, insbesondere ab einer Tiefe von

2400 m nicht vorwiegend granitisierte Bereiche durchdringt, sondern eher anatektische Komplexe (Migmatite) bis zu Gesteinen, die nur inzipient oder überhaupt nicht von Aufschmelzungsprozessen erfasst wurden (Gneise-Paragneise).

Eine belastbare Korrelation ist offensichtlich nur vom tektonisch-mikrotektonischen Standpunkt möglich. Denn die Deformationszonen mit äußerst intensiver Kataklastose, Klüftung, und hydrothermalen Alteration bilden mächtige Bereiche, die ohne Schwierigkeiten parallelisiert werden können. In diesem Krustensegment befindet sich folglich eine bedeutende, im spröden Bereich entwickelte Scherzone, wie sie für die Bildung von Deckenüberschiebungen charakteristisch ist. Einen Hinweis auf die Existenz von Überschiebungsstrukturen liefert die Tatsache, dass die Granitisierungen nicht, wie man es erwarten würde, in den tieferen Bohrabschnitten auftreten,



sondern mit geringfügigen Ausnahmen oberhalb der Scherzone, wo sie sehr verbreitet sind. Deckenstrukturen wurden im variszischen Grundgebirge des Schwarzwalds nachgewiesen (HANN & SAWATZKI 2000; HANN & ZEDLER 2008). Bei Urach 3 beginnt die tektonische Deformationszone bei etwa 2500 m, bei Urach 4 bei etwa 2550 m. Urach 4 hat die Endteufe bei 2793 m und hier befinden wir uns noch im deutlich ausgeprägten Kataklyse- und Klüftungs-Bereich. Bei Urach 3 entwickelt sich diese Deformationszone bis zu etwa 3000 m, etwas abgeschwächt auch noch bis etwa 3100 m. Es wird angenommen, dass bei Bohrung Urach 4 der tektonisch intensiv überprägte Bereich ebenfalls bis etwa in diese Tiefe ausgebildet ist.

Der komplexe Charakter der in beiden Bohrungen in diesem Intervall entwickelten Deformationszonen, ihre hohe Dichte und Intensität kann durch wiederholte tektonische Reaktivierungen, ursprünglich wahrscheinlich schon während des Variszikums und danach im Laufe des Tertiärs, im Zusammenhang mit dem während der alpinen Gebirgsbildung wirkenden Spannungsfeld erklärt werden.

Die hohe Beanspruchung der kristallinen Gesteinsmassen durch hydrothermale Prozesse, in beiden Bohrungen deutlich ausgeprägt, ist mit großer Wahrscheinlichkeit in mehreren zeitlich getrennten Phasen entstanden – zuerst als Folgeerscheinung spätvariszischer Intrusionen, wie sie im Schwarzwald und Bayerischen Wald weit verbreitet sind. Eine intensive hydrothermale Überprägung auch während des Jura ist mit Hilfe von K-Ar Datierungen an neugebildeten Illiten im Buntsandstein dokumentiert worden (BROCKAMP & CLAUER 2005). Die Entstehung dieser hydrothermalen Prozesse wird mit der Öffnung des Nordatlantischen Ozeans in diesem Zeitintervall in Verbindung gebracht. U-Pb-Datierungen hydrothermalen Erzbildungen im Schwarzwald (PFAFF et al. 2009) zeigen ebenfalls jurassische Alter. Ihre Entstehung wird in Abwesenheit eines Magmatismus durch tektonische Prozesse erklärt u. a. mit der Änderung des Spannungsfelds als Folge der post-variszischen plattentektonischen Reorganisation Mitteleuropas. In einer letzten Etappe sind hydrothermale Veränderungen wohl während des Tertiärs (Miozän) entstanden. Es kann angenommen werden, dass der damals aktive Vulkanismus ebenfalls von einer hydrothermalen Phase begleitet wurde.

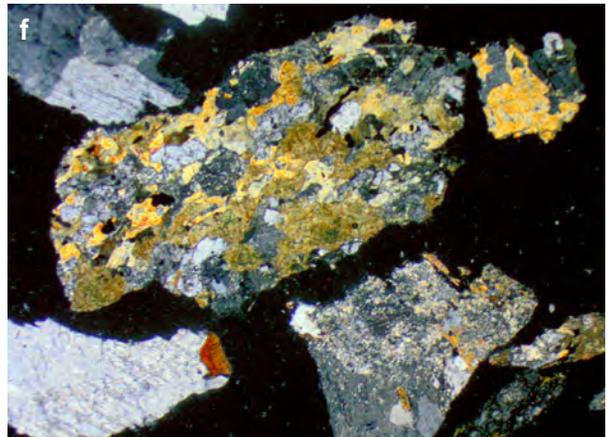
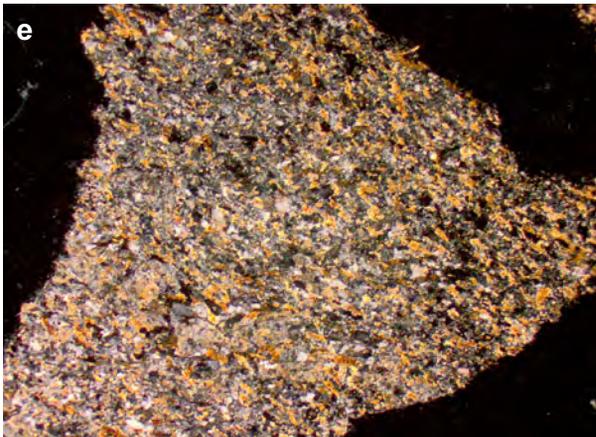
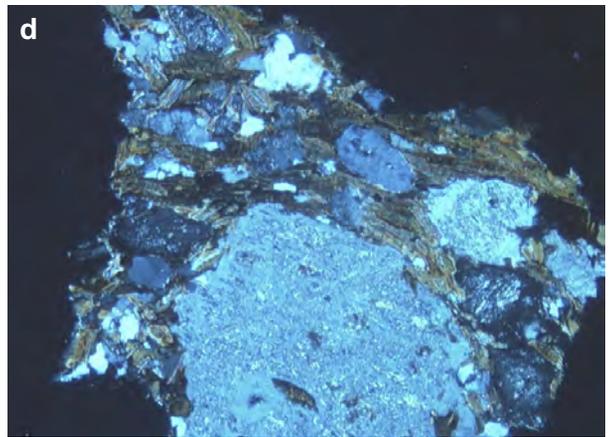
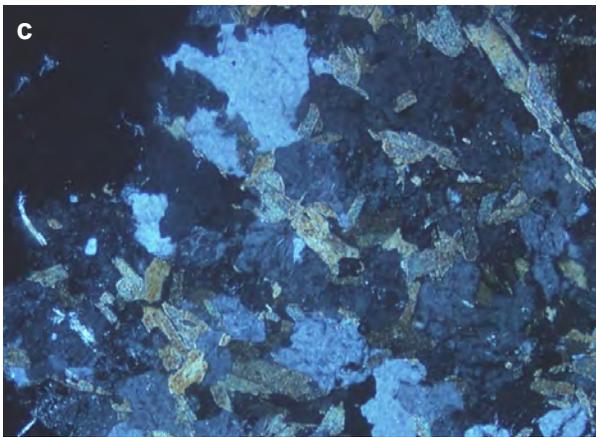
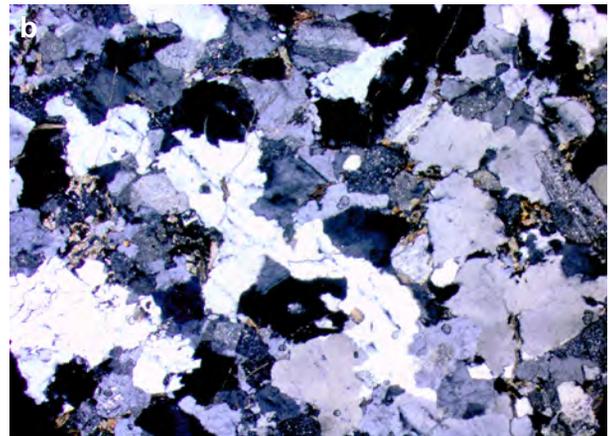
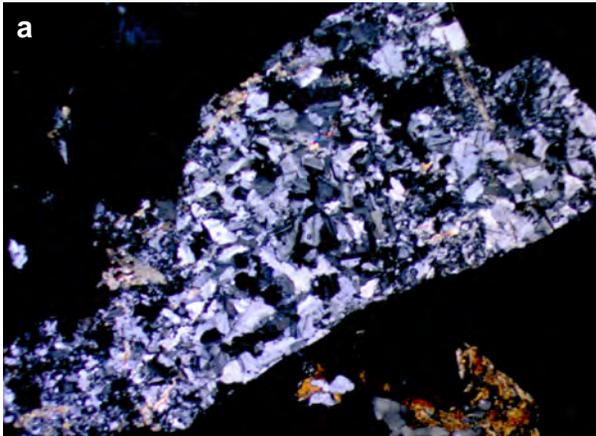
## 6 Regionalgeologische Korrelation des kristallinen Grundgebirges der Bohrungen Urach 3 und Urach 4

Aufgrund von substanziellen Daten und Informationen war eine Korrelation der variszischen Massive des Schwarzwalds und des Bayerischen Walds bisher nicht möglich, denn es gibt zwischen ihnen außer den beiden Geothermie-Forschungsbohrungen keine anderen Bohrungen, welche eine Tiefe von 4444 m und 2793 m erreicht haben, bzw. eine Strecke von 2842 m und 1189 m ins Kristallin hinein abgeteuft worden sind. In diesem Fall soll es bei einem Versuch bleiben; die Tiefbohrlokation Bad Urach allein genügt für eine definitive Aussage nicht.

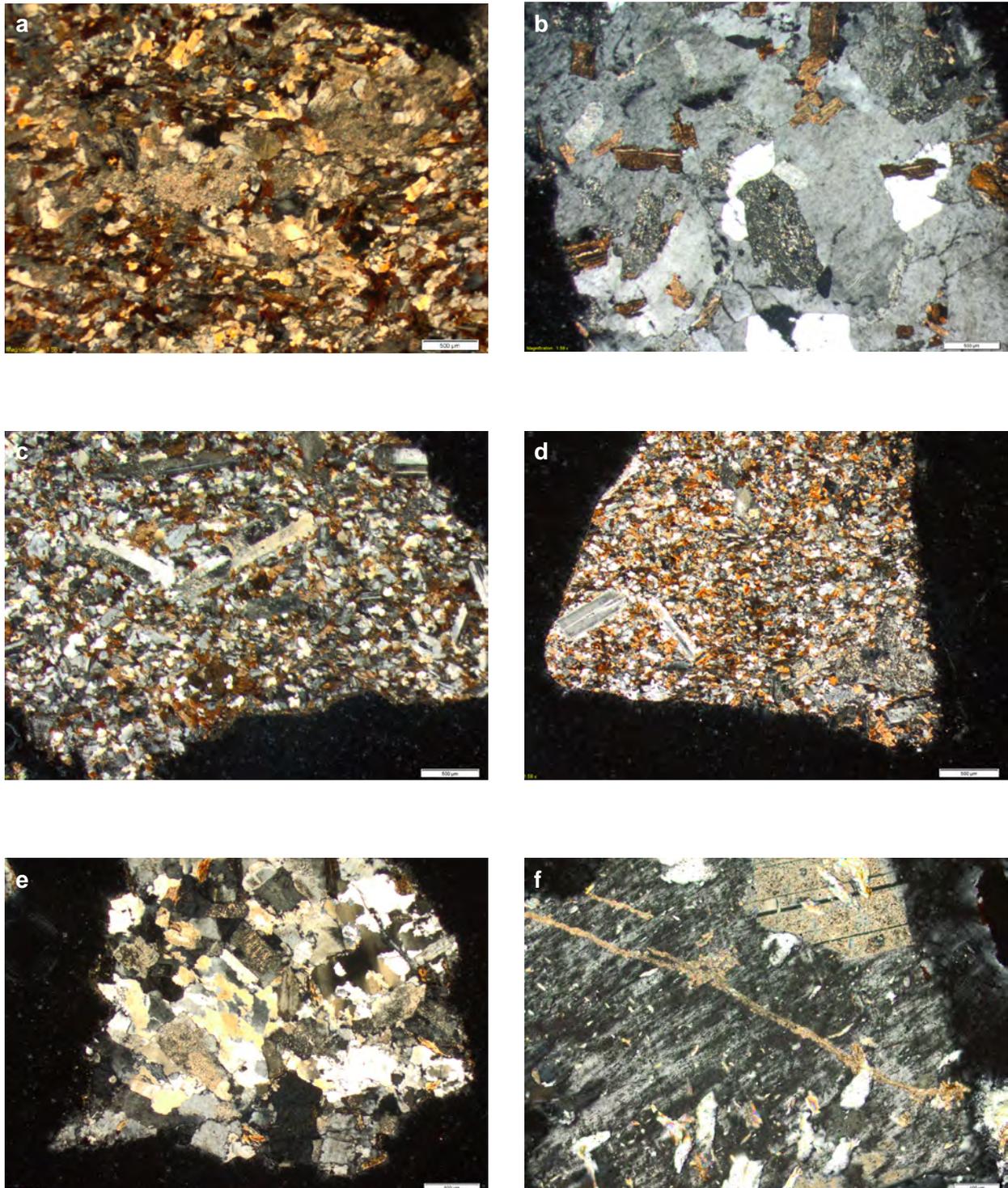
Erste Initiativen, die auf eine Korrelierung hindeuten bzw. in diesem Sinne interpretiert werden können, sind schon bei früheren Autoren zu finden. Eine konkrete Angabe stammt von SCHWARZ (1905) – er weist auf die Verwandtschaft der kristallinen Auswürflinge in den „Vulkanembryonen“ der Schwäbischen Alb mit den Gesteinen des Bayerischen Waldes hin und nennt z. B. den auch heute noch unter diesem Namen bekannten „Körnelgneis“ oder die Cordierit-Gneise und Cordierit-Sillimanit-Gneise. Andererseits beschreibt SACHS (1988) in den Diatremen des Urach-Kircheimer Vulkangebiets hohe Anteile an amphibolit- bis granulitfaziellen „Kinzigiten“ (Sillimanit-Granat-Cordierit-Gneise). Diese Gesteine sind im Zentralschwarzwald verbreitet und typisch, folglich können sie mit ihm in Verbindung gebracht werden.

Allgemeine Betrachtungen und Diskussionen zu einem Vergleich der beiden Massive können auf STENGER (1982a, 1982b) und DRONG (2003) zurückgeführt werden. Eine Zusammenstellung der paläogeographischen Rekonstruktionen, welche beide Massive einschließt, findet sich bei GEYER et al. (2011).

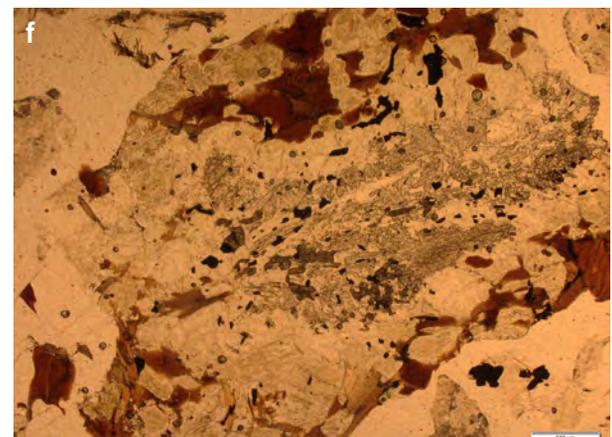
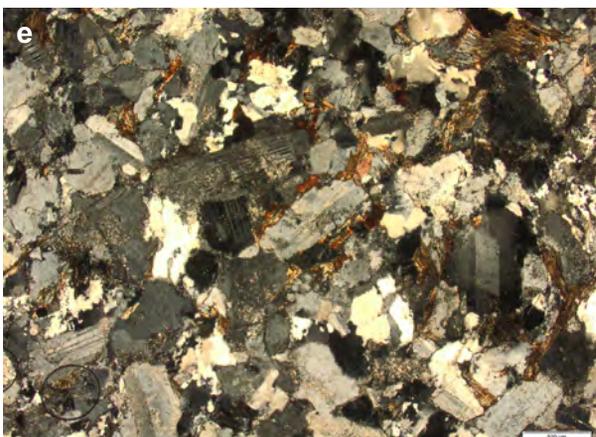
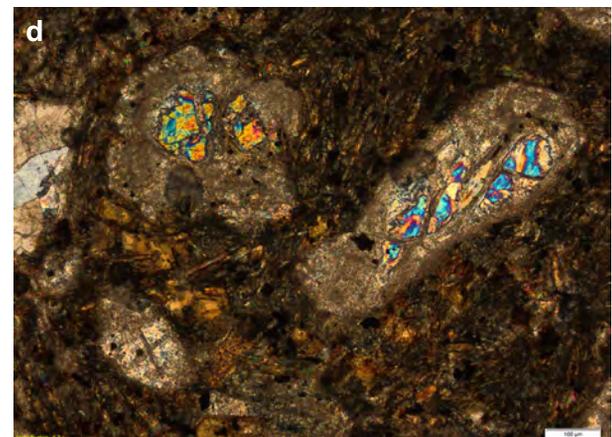
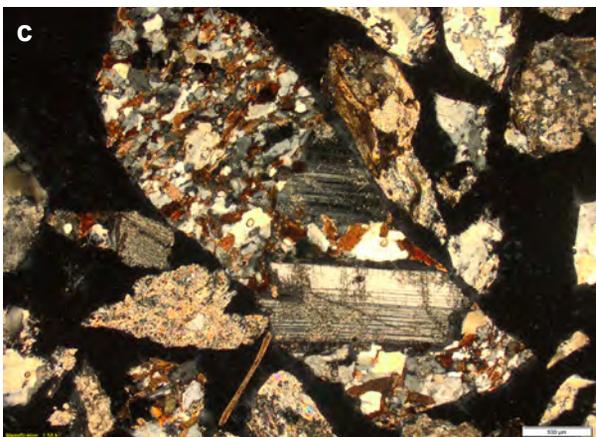
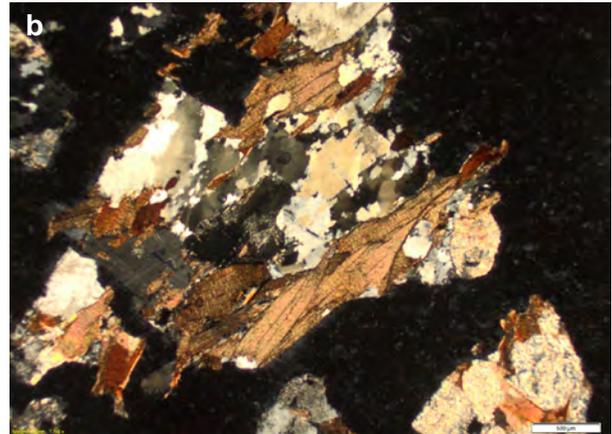
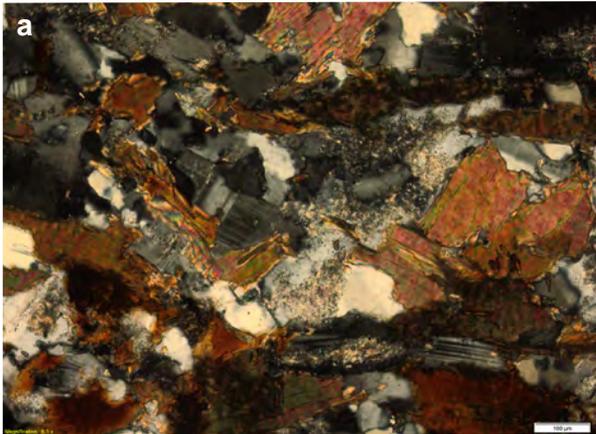
STENGER (1982a) erkennt, dass sich das Uracher Kristallin nach seinen petrographischen und geochemischen Eigenschaften „gut in die ENE-streichende Zone des moldanubischen Grundgebirges einfügt“ und zwischen Schwarzwald und Ostbayerischem Massiv von mächtigen postvariszischen Sedimentserien überlagert wird.



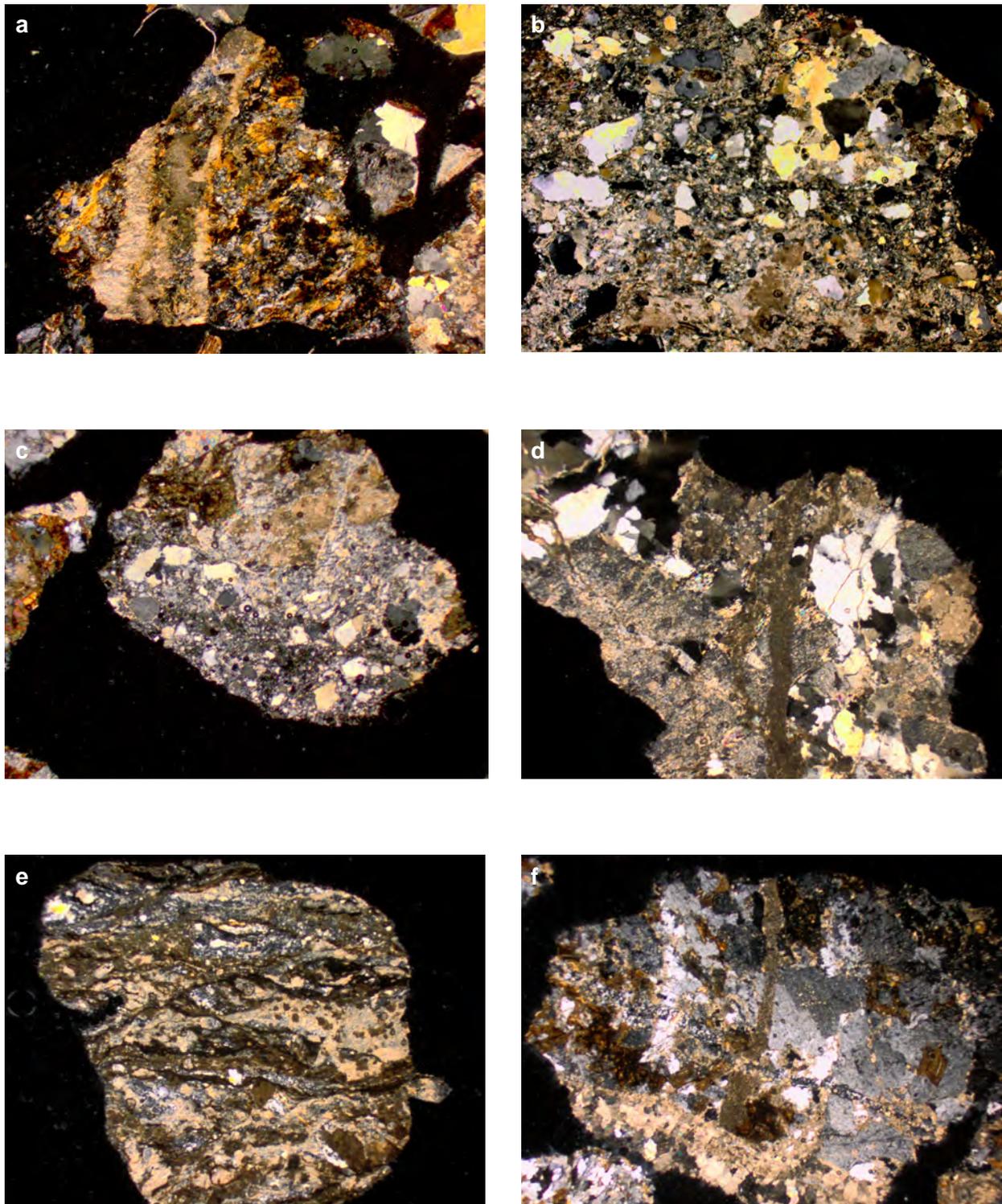
**Abb. 3:** Bohrungen Urach 3 und Urach 4: typische Lithologien des kristallinen Grundgebirges im Dünnschliffbild (Streupräparate)  
**a)** Urach 3 (1762 m): Sehr feinkörniges, holokristallines, aplitisches Gestein. Lange Bildkante: 3,46 mm. **b)** Urach 3 (1790 m): Granodioritisches Mobilisat mit viel Plagioklas, Biotit und Quarz; feine Klüftung mit Serizit-Füllung. Lange Bildkante: 3,46 mm. **c)** Urach 4 (1946 m): Diatexit (Migmatit?); die Biotite sind z. T. noch parallel angeordnet in einem größtenteils schon aufgeschmolzenen Gestein. Lange Bildkante: 3,46 mm. **d)** Urach 4 (1905 m): Gneis-Paragneis mit viel Biotit und serizitisierten Albit-Porphyroblasten. Lange Bildkante 3,46 mm. **e)** Urach 3 (2672 m): Sehr feinkörniger Gneis-Paragneis mit viel Biotit und viel Quarz. Lange Bildkante 3,46 mm. **f)** Urach 3 (2290 m): Amphibolite bzw. Hornblendegneis mit Hornblende, Biotit, Plagioklas, Quarz und Erz. Lange Bildkante: 2,11 mm.



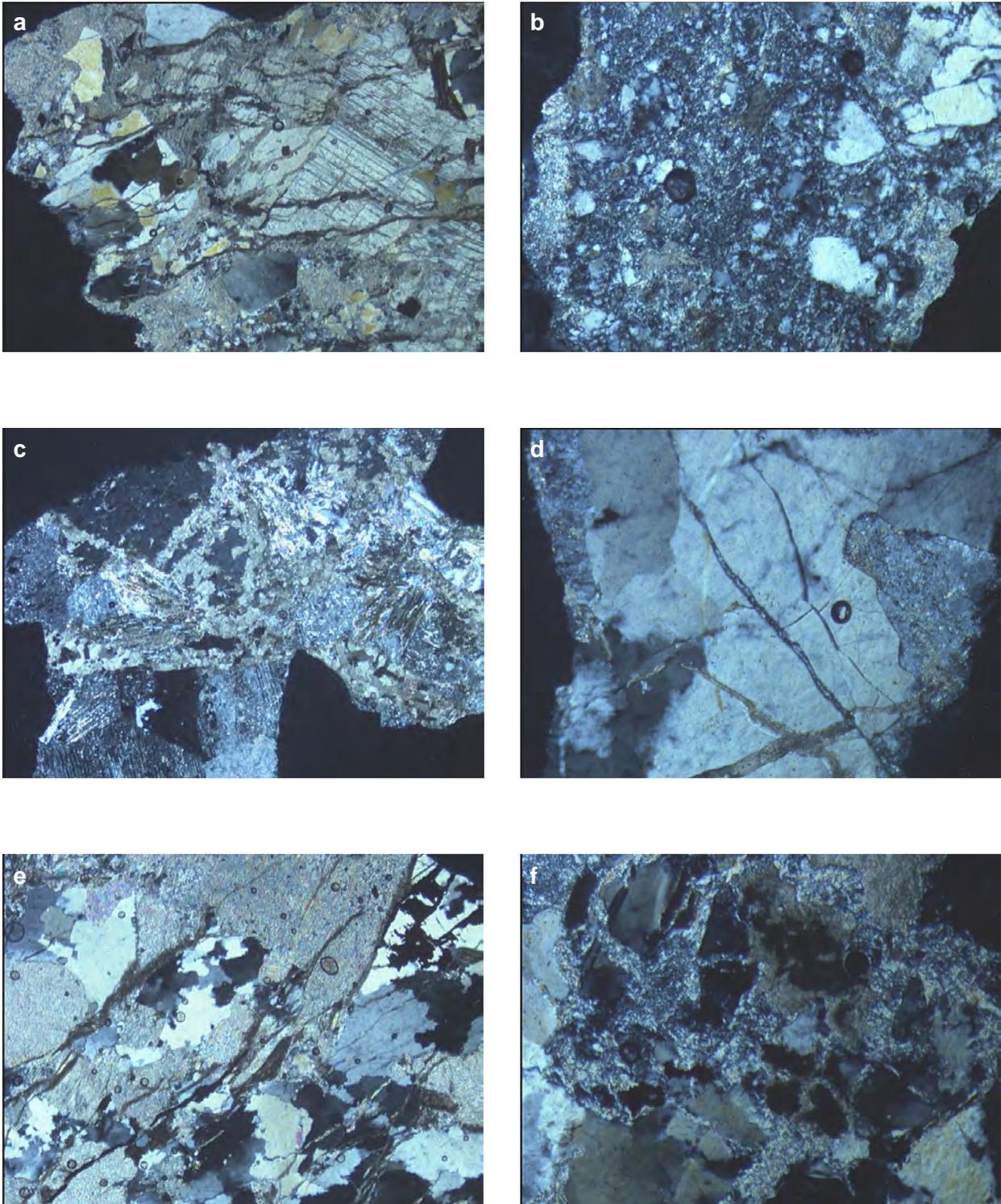
**Abb. 4:** Bohrung Urach 3 : typische Lithologien des kristallinen Grundgebirges >3335 m im Dünnschliffbild (Streupräparate)  
**a)** Urach 3 (3335 m): Biotit-reicher, feinkörniger Paragneiss mit serizitisierten Feldspäten und Quarz. **b)** Urach 3 (3370 m): Holokristallines Quarz-Feldspat (Alkalifeldspat und Plagioklas)-Biotit-Aggregat; Biotit erscheint relativ untergeordnet; Migmatit?  
**c)** Urach 3 (3375 m): Biotit-reicher, feinkörniger Paragneiss mit Albit-Oligoklas-Porphyroblasten. **d)** Urach 3 (3470 m): Biotit-reicher, sehr feinkörniger Paragneiss mit Albit-Oligoklas-Porphyroblasten. **e)** Urach 3 (3456 m): Quarz-Feldspat-Aggregat, wenig Biotit, Feldspat teilweise serizitisiert, Quarze leicht mylonitisch deformiert; Leukosom: Migmatit? **f)** Urach 3 (3886 m): Perthitischer Kalifeldspat mit polysynthetisch verzwillingtem Plagioklas (rechts oben) und Quarz. Kluft mit Serizitfüllung: Migmatit?



**Abb. 5:** Bohrung Urach 3: typische Lithologien des kristallinen Grundgebirges >3999 m im Dünnschliffbild (Streupräparate) **a)** Urach 3 (3999 m): Biotit-Plagioklas-Quarz-Aggregat, mit rel. viel Biotit, ohne klare Regelung: Diatexit? **b)** Urach 3 (4130 m): Gneis-Paragneis mit parallel angeordnetem Biotit, dazwischen mylonitisch rekristallisierter Quarz, etwas Feldspat. **c)** Urach 3 (4172 m): Biotit-reicher, feinkörniger Paragneis mit besonders großen Albit-Oligoklas-Porphyroblasten. **d)** Urach 3 (4260 m): Lamprophyre mit reliktsch erhaltenen Olivinen in zersetzter, chloritischer Grundmasse. **e)** Urach 3 (4424 m): Holokristallines granodioritisches Gestein mit viel polysynthetisch verzwilligtem Plagioklas, Biotit und Quarz. **f)** Urach 3 (4444 m): Gneis-Paragneis, mit Biotit und Sillimanit (Fibrolith), etwas Granat und Erz (Nic. parallel).



**Abb. 6:** Bohrung Urach 3: Klüftung, Kataklaste und hydrothermale Alteration im kristallinen Grundgebirge im Dünnschliffbild (Streupräparate) **a)** Urach 3 (2542 m): Kataklastit, Klüfte mit grobem Kalzit gefüllt. Lange Bildkante: 3,46 mm. **b)** Urach 3 (2852 m): Kataklastit mit Karbonatzement verheilt. Lange Bildkante: 3,46 mm. **c)** Urach 3 (2552 m): Kataklastit bis Ultrakataklastit mit Karbonatkrusten. Lange Bildkante: 3,46 mm. **d)** Urach 3 (2964 m): Quarz-Feldspat-Aggregat mit Kalzit-Adern und Serizitgefüllten Klüften. Lange Bildkante: 3,46 mm. **e)** Urach 3 (2974 m): Ultrakataklastit mit Karbonatzement, der anschließend seinerseits deformiert wurde. Lange Bildkante: 3,46 mm. **f)** Urach 3 (3036 m): Quarz-Feldspat-Aggregat mit Klüftsystemen, die verschiedenen Generationen angehören. Lange Bildkante: 3,46 mm.



**Abb. 7:** Bohrung Urach 4: Klüftung, Kataklaste und hydrothermale Alteration im kristallinen Grundgebirge im Dünnschliffbild (Streupräparate). **a)** Urach 4 (2581 m): Plagioklas-Quarz-Biotit-Aggregat, zersetzt und zerklüftet, teilweise auch kataklastisch (links unten). Die Klüftung verfeinert sich, bis sie kaum noch erkennbar ist. Lange Bildkante: 3,46 mm. **b)** Urach 4 (2695 m): Kataklastit, v. a. aus Quarz und Feldspat; die Quarze sind teilweise rekristallisiert. Lange Bildkante: 3,46 mm. **c)** Urach 4 (2574 m): hydrothermale Alteration: extrem alterierte Feldspäte, Karbonatbildung, feine Klüftung und Erznester. Lange Bildkante: 3,46 mm. **d)** Urach 4 (2739 m): Intensive Klüftung in einem Quarz-Feldspat-Aggregat, mit Kalzit- und Serizit-Klüftfüllungen sowie mikrokristallinem Quarz. Lange Bildkante: 3,46 mm. **e)** Urach 4 (2655 m): Quarz-Feldspat-Aggregat mit parallelen Klüftungssystemen, die Feldspäte sind zersetzt, die Klüftfüllungen bestehen aus Erz und Serizit. Lange Bildkante: 3,46 mm. **f)** Urach 4 (2793 m): Kataklastit, v. a. aus Quarz, zwischen den Mineralbruchstücken liegt Erz und Kalzit; eine sekundäre, jüngere Klüftung enthält Füllungen aus Serizit. Lange Bildkante: 3,46 mm.



DRONG (2003) liefert eine detaillierte petrographische Beschreibung des im nordwestlichen Alpenvorland im Rahmen von Erdölexplorationen angebohrten kristallinen Grundgebirges, welches als „Brücke zwischen dem Böhmischem Kristallin und dem Schwarzwald“ dargestellt wird. Es handelt sich bei den zahlreichen beschriebenen Bohrungen jedoch um die sogenannten Schlusskerne, denn das Kristallin wurde jedes Mal nur einige Meter tief angebohrt. Trotzdem konnte eine beachtliche petrographische Vielfalt beobachtet werden. Granitoide Gesteine dominieren, aber es erscheinen auch Gneise, Biotit-reiche Paragneise, Biotit-Flasergneise, Migmatite und allgemein anatektische Gesteine; außerdem werden Mylonite und Kataklasite erwähnt. Es wird auch die Lage der Grundgebirgs-Oberfläche gezeigt: in Alpennähe liegt sie bei etwa 5000 m Tiefe und wird in Richtung NW immer flacher, z. B. bei Augsburg befindet sie sich etwa 1000 m unter der heutigen Geländeoberfläche.

Versucht man die Resultate der petrographischen Aufnahme der Kristallin-Profile der Urach-Bohrungen etwas genauer mit dem Schwarzwald bzw. mit dem Bayerischen Wald zu vergleichen, so ist in Bezug auf den Schwarzwald eher eine Ähnlichkeit mit den Gesteinen des Zentralschwarzwalds als mit denen des Südschwarzwalds zu erkennen. Die betreffenden Hinweise dazu liefern nicht die plutonischen Gesteine, sondern die Entwicklung der anatektischen Prozesse mit ihren lokal-charakteristischen Aspekten. So wurden Migmatite mit Lagen- und Schollenstrukturen, wie in den Urach-Bohrungen beschrieben, im Zentralschwarzwald z. B. auf den Geologischen Karten 1:25000 auf den Blättern 8114 Feldberg (WIMMENAUER & SCHREINER 1990), 8014 Hinterzarten (WIMMENAUER & SCHREINER 1999) sowie 8113 Todtnau (HANN & ZEDLER 2011) auf größeren Flächen angeführt. Bei Todtnau hatten ursprünglich schon MEHNERT (1968) sowie MEHNERT & BÜSCH (1982) diese Migmatite dargestellt und klassifiziert. Die feinkörnigen Biotit-reichen Paragneise und die „Flasergneise“ sind ebenfalls für den Zentralschwarzwald typisch. Diese Gesteine sind im Südschwarzwald weniger verbreitet, wie es die Kartierungen der Blätter 8314 Görwihl (GROSCHOPF & FELDHOF 1997), 8214 St. Blasien (SAWATZKI 1992), 8213 Zell im Wiesental (HANN & SAWATZKI 1997) und 8313 Wehr (HANN & SAWATZKI 2006) zeigen.

Typische Migmatite, wie sie im Zentralschwarzwald zu finden sind, erscheinen auch im Bayerischen Wald. Hier wurden sie unter anderem auf den 1:25000 Blättern 6939 Donaustauf (HANN et al. 2011) und 6941 Stallwang (HANN et al. 2013) kartiert. Die charakteristische Gesteinsfolge des

Grundgebirges für das Gebiet nördlich der Donau wurde von ROHRMÜLLER et al. (1996, 2003) und STETTNER et al. (2001) zusammengestellt und erläutert.

In den Urach-Bohrungen werden in weiten Bereichen Diatexite beschrieben. Diese sind ihrem Charakter nach denjenigen des Bayerischen Waldes ähnlich, wo die anatektischen Aufschmelzungsprozesse viel verbreiteter sind als im Schwarzwald. Die zitierten Migmatite erscheinen mehr oder weniger reliktsch innerhalb größerer Areale von Diatexiten (HANN et al. 2007). Wir befinden uns hier wahrscheinlich in einem etwas tieferen Krustenstockwerk, eine Situation welche auch für Urach zutreffen könnte.

Im Südschwarzwald werden zwar auch Diatexite beschrieben – die „Diatexite des Wiese-Wehretals, diW“, auf den 1:25000 Blättern 8214 St. Blasien (SAWATZKI 1992), 8213 Zell im Wiesental, (HANN & SAWATZKI 1997) und 8313 Wehr (HANN & SAWATZKI 2006), sowie in HANN (2006). Diese zeichnen sich jedoch durch stark unterschiedliche Ausprägungen aus: es handelt sich um grobe, meistens sehr Biotit-reiche Gneise bei denen die Regelung immer wieder aufgelöst wurde, mit zahlreichen Kalifeldspat-Großkristallen – ein sehr typischer Aspekt – und mit einer hohen Dichte von Amphibolit-Linsen und Bändern. Etwas weniger verbreitet sind im Südschwarzwald die „Gneis-Anatexite Typ Todtmoos“ (SAWATZKI 1992). Hier handelt es sich um allgemein hellere, Feldspat-reiche Gesteine, die aber auch keine Ähnlichkeiten zu den anatektisch überprägten Bereichen der Urach-Bohrungen aufweisen.

Die Zugehörigkeit des Kristallins der Uracher Bohrungen zum Zentralschwarzwald und nicht zum Südschwarzwald wird indirekt auch durch die Tatsache suggeriert, dass die Gesteine der paläozoischen Zone von Badenweiler-Lenzkirch (SAWATZKI & HANN 2003), welche den Zentralschwarzwald vom Südschwarzwald trennt, weiter östlich und nordöstlich unter der mesozoischen und teilweise tertiären sedimentären Bedeckung in keiner Bohrung mehr gefunden wurden, auch nicht in den Auswürflingen des Urach-Kirchheimer Vulkangebiets (SCHWARZ 1905; BRAUHÄUSER 1918; SCHÄDEL 1982; SACHS 1988) und des Ries-Meteoritenkraters (GRAUP 1975; 1977), die nur variszisches Kristallin enthalten. Dies bedeutet, dass die Badenweiler-Lenzkirch Zone, die eine moldanubische Suturzone darstellt (GÜLDENPFENNIG 1998; LOESCHKE et al. 1998; HANN et al. 2003), nicht weiterhin ihren etwa ENE-lichen Verlauf beibehalten hat, sondern dass sie vermutlich von einer Störung in südliche Richtung versetzt und

von der hier etwas stärker nach N vorgerückten alpinen Front erfasst wurde. Dieses Segment der Badenweiler-Lenzkirch-Zone ist mit großer Wahrscheinlichkeit zusammen mit dem südlich davon gelegenen Südschwarzwälder Kristallin in die alpine Orogenese einbezogen worden. Nach FRISCH & MESCHÉDE (2005) findet die moldanubische Suture anschließend ihre Fortsetzung im südlichen Böhmisches Massiv und in den Ostalpen.

## Literatur

- ALTHAUS, E. (1982): Geochemical Problems in Fluid-Rock Interaction. – In: HÄNEL, R. (ed.): The Urach Geothermal Project (Swabian Alb, Germany): 123–133; Stuttgart (Schweizerbart).
- ALTHAUS, E. & BAUER, F. (1987): Petrographie und fluide Einschlüsse.– In: DIETRICH, H.-G. (Berichterstatter): Erweiterte Zirkulation wässriger Fluide im Hot Dry Rock-System (Gneisgebirge) der Bohrung Urach 3. – Endbericht, 03 E-6060-A: 434 S.; Bad Urach.
- BAUER, F. (1987): Die Kristallin-Gesteine aus der Bohrlochvertiefung Urach 3 und ihre fluiden Einschlüsse: Eine Interpretation der hydrothermalen Überprägung anhand der Fluid-Daten aus Einschlüssen. – Diss. Univ. Karlsruhe: 118 S.; Karlsruhe.
- BRAUHÄUSER, M. (1918): Die Herkunft der kristallinen Grundgebirgsgerölle in den Basalttuffen der Schwäbischen Alb. – Jh. Ver. Vaterl. Naturk. Württ., **74**: 212–274; Stuttgart.
- BROCKAMP, O. & CLAUER, N. (2005): A km-scale illite alteration zone in sedimentary wall rocks adjacent to a hydrothermal fluorit vein deposit. – *Clay Minerals*, **40**: 245–260; Twickenham.
- DIETRICH, H.-G. (2013): Aus dem Geothermie-Archiv der Stadt Bad Urach.– [unveröff.]
- DIETRICH, H.-G. & NETH, G. (1987): Geologisches Profil. – In: DIETRICH, H.-G. (Berichterstatter): Erweiterte Zirkulation wässriger Fluide im Hot Dry Rock-System (Gneisgebirge) der Bohrung Urach 3. – Endbericht, 03 E-6060-A: 434 S.; Bad Urach.
- DIETRICH, H.-G., HÄNEL, R., NETH, G., SCHÄDEL, K. & ZOTH, G. (1980): Deep Investigation of the Geothermal Anomaly of Urach. – In: STRUB, A. S. & UNGEMACH, P. (eds.): Proceedings of the Second International Seminar on the Results of EC Geothermal Energy Research, held in Strasbourg, 4–6 March 1980: 253–266; Dordrecht (D. Reidel Publ. Comp.).
- DRONG, H. J. (2003): Das kristalline Grundgebirge in Bohrungen des nordwestlichen Alpenvorlandes. – *Geologica Bavarica*, **108**: 13–110, München.
- DRAXLER, J. (1987 a): Auswertung der Bohrlochmessungen aus der Vertiefung der Bohrung Urach 3.– In: DIETRICH, H.-G. (Berichterstatter): Erweiterte Zirkulation wässriger Fluide im Hot Dry Rock-System (Gneisgebirge) der Bohrung Urach 3. – Endbericht 03 E-6060-A: 109-119; Bad Urach.
- DRAXLER, J. (1987 b): Erfahrungen mit Bohrlochmessungen im Kristallin. – In: Projektleitung KTB (Hrsg): Vorträge der Bereiche Geowissenschaften, Operative Geologie und Technik der Projektleitung beim KTB-Kolloquium Seeheim 19.–21.9.1986. – KTB-Report 87-1: 130–145; Hannover.
- FRISCH, W. & MESCHÉDE, M. (2005): Plattentektonik. Kontinentverschiebung und Gebirgsbildung. – 196 S.; Darmstadt (Wiss.Buchgesellschaft).
- GEYER, M., NITSCH, E. & SIMON, T. (2011): Geologie von Baden-Württemberg. – 627 S.; Stuttgart (Schweizerbart). – [5. Aufl.]
- GRAUP, G. (1975): Das Kristallin im Nördlinger Ries: Petrographische Zusammensetzung und Auswurfmechanismus der kristallinen Trümmersmassen, Struktur des kristallinen Untergrundes und Beziehungen zum Moldanubikum. – Diss. Univ. Tübingen: 189 S.; Tübingen.
- GRAUP, G. (1977): Die Petrographie der kristallinen Gesteine der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – *Geologica Bavarica*, **75**: 219–229; München.
- GROSCHOPF, R. & FELDHOF, R. A. (1997): Blatt 8314 Görwihl. – Vorl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1:25000: 1 Kt.; Freiburg i. Br.
- GÜLDENPFENNIG, M. (1998): Zur geotektonischen Stellung unterkarbonischer Grauwacken und Vulkanite der Zone von Badenweiler-Lenzkirch (Südschwarzwald). – *Z. dt. geol. Ges.*, **149/2**: 213–232; Stuttgart.
- HANN, H. P. (2006): Tektonik und Petrologie des Südschwarzwälder Kristallins im Gebiet des unteren Wehratals. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **240 (1)**: 121–151; Stuttgart.
- HANN, H. P. (2008): Mineralogische und petrographische Untersuchung der Bohrkern- und Meißelproben des Kristallins (Binokular- und Dünnschliffanalyse) der Bohrung Urach 4. Lithologisches Bohrprofil. – Schlussbericht; Bad Urach.
- HANN, H. P. (2009): Mineralogische und petrographische Untersuchung der Bohrkern- und Meißelproben des Kristallins (Binokular- und Dünnschliffanalyse) der Bohrung Urach 3. Lithologisches Bohrprofil, Schlussbericht; Bad Urach.
- HANN, H. P. (2012): Urach 3 (3335 m – 4444 m). Mineralogische und petrographische Untersuchung der Bohrkern- und Meißelproben des Kristallins (Binokular- und Dünnschliffanalyse). – Lithologisches Bohrprofil, Bericht; Freiburg i. Br. (LGRB). – [unveröff.]
- HANN, H. P. & SAWATZKI, G. (2000): Neue Daten zur Tektonik des Südschwarzwalds. – *Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver.*, **N. F. 82**: 363–376; Stuttgart.
- HANN, H. P. & SAWATZKI, G. (2005): Blatt 8213 Zell im Wiesental, (3. Ausg.). – Vorl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1:25000: 1 Kt.; Freiburg i. Br.
- HANN, H. P. & SAWATZKI, G. (2006), mit Beitr. v. SCHREINER, A. & WYSS, A.: Blatt 8313 Wehr (3. Ausg.).– Vorl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1:25 000: 1 Kt.; Freiburg i. Br.
- HANN, H. P. & ZEDLER, H. (2008): Variscan Internides: Black Forest (Schwarzwald). – In: McCANN, T. (ed.): The Geology of Central Europe 1: 606–611; London (Geol. Soc.).
- HANN, H. P. & ZEDLER, H. (2011), mit Beitr. v. ENGESSER, W., KECK, O., SCHREINER, A. & WERNER, W.: Erläuterungen zu Blatt 8113 Todtnau. – *Erl. Geol. Kt.* 1:25000 Baden-Württ., Bl. 8113: VII + 166 S., 20 Abb., 7 Tab., 3 Farbt., 3 Beil.; Freiburg i. Br.



- HANN, H. P., CHEN, F., ZEDLER, H., FRISCH, W. & LOESCHKE, J. (2003): The Randgranite in the southern Schwarzwald and its geodynamic significance in the Variscan belt of SW Germany. – *Int. J. earth Sci. (Geol. Rundsch.)*, **92**: 821–842; Berlin.
- HANN, H. P., KROEMER, E. & SCHELLMANN, G. (2011): Blatt 6939 Donaustauf. – *Geol. Kt. Bayern 1:25.000: 1 Kt.*; Augsburg.
- HANN, H. P., ROHRMÜLLER, J. & SIEBEL W. (2007): Quarz-gefüllte Extensionsbrüche im Kristallin des Vorderen Bayerischen Waldes. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **244(2)**: 197–205; Stuttgart.
- HANN, H. P., SIEBEL, W. & NEIDINGER, S. (2013): Blatt 6941 Stallwang. – *Geol. Kt. Bayern 1:25.000: 1 Kt.*; Augsburg (in press).
- HAVERKAMP, S. & WOHLBERG, J. (1991): Grundlagenforschung und Bohrlochgeophysik (Bericht 12). EFA-Log-Rekonstruktion kristalliner Lithologie anhand von bohrlochgeophysikalischen Messungen für die Bohrungen Urach 3 und KTM-Oberpfalz VB. – *KTB-Report 91-4*: 213 S.; Hannover.
- HAVERKAMP, S., WOHLBERG, J. & WALTER, R. (1988): Korrelation bohrlochgeophysikalischer Messungen mit kristallinem Gestein. – In: EMMERMANN, R. & GIESE, P. (Hrsg.): Beiträge zum 1. KTB-Kolloquium, Gießen, 28. und 29. 1. 1988. *KTB-Report 88-10*: A165–A172; Hannover.
- HOTTIN, A. M. (1993): Petrographic study of the basement rocks in the Urach 3 research borehole (Swabian Alb-Germany) from 3488 to 4444,4 m. – *Open File Technical Note, SGN/GEOISMA/NT/93/042*: 43 S.; BGRM.
- MEHNERT, K. R. (1968): Migmatites and the origin of granitic rocks. – 393 S.; Amsterdam (Elsevier).
- MEHNERT, K. R. & BÜSCH, W. (1982): The initial stage of migmatite formation. – *N. Jb. Mineral., Abh.* **145**: 211–238; Stuttgart.
- NETH, K. (1983): Detailaufnahme der Bohrkerne aus dem Grundgebirge nach visuell-makroskopischer Ansprache. – In: DIETRICH, H.-G. (Berichtersteller): Untersuchung der geothermischen Anomalie Urach auf eine mögliche wirtschaftliche Nutzung einschließlich Frac-Studien in der erweiterten Forschungsbohrung Urach. – *Endbericht, 03-E-4023 A/BC, 76-77 EGD*: 438 S.; Bad Urach.
- LOESCHKE, J., GÜLDENPFENNIG, M., HANN, H. P. & SAWATZKI, G. (1998): Die Zone von Badenweiler-Lenzkirch (Schwarzwald): Eine variskische Suturezone. – *Z. dt. geol. Ges.*, **149/2**: 197–212; Stuttgart.
- PECHNIG, R. (2009a): Bearbeitung von Bohrlochmessdaten der Bohrungen Urach 3 und Urach 4. – *Endbericht*: 47 S.; Bad Urach.
- PECHNIG, R. (2009b): Ergebnisse der Korrelation synthetischer Profile. – In: CAMMERER, F. & MICHEL, W. (Berichtersteller): Machbarkeitsstudie für ein Hot Dry Rock-Wärme- und Stromnutzungskonzept Bad Urach. – *Schlussbericht, 72574/030.06-01/665*: 53–55; Bad Urach.
- PFÄFF, K., ROMER, R. L., MARKL, G. (2009): U-Pb ages of ferberite, chalcedony, agate, and pitchblende: constraints on the mineralization history of the Schwarzwald ore district. – *Eur. J. Mineral.*, **21(4)**: 817–836; Stuttgart.
- POLTE, M. (1992): Bericht zur Probennahme, Meßwerterfassung und geologischen Erstbearbeitung der Hot Dry Rock-Forschungsbohrung Urach 3 (Vertiefung 3488–4444,4 m). – *Bad Urach*. – [unveröff.]
- POLTE, M. (1997): Cutting-Analyse der HDR-Bohrung Urach 3. – In: TENZER, H. (Berichtersteller): Erkundung planarer Diskontinuitäten, Bohrlochwandausbrüchen, sowie von Spannungsdaten und hydraulischen Parametern im Gneisgebirge der Vertiefungsbohrung Urach 3. – *Endbericht, BEO/BMBF 0326938°, CEC JOU2 CT 92-0115*; Bad Urach. – [unveröff.]
- ROHRMÜLLER, J. (2003): Bohrungen in den kristallinen Untergrund der Süddeutschen Scholle – ein Überblick. – *Geol. Bavarica*, **108**: 5–12; München.
- ROHRMÜLLER, J., MIELKE, H. & GEBAUER, D. (1996): Gesteinsfolge des Grundgebirges nördlich der Donau und im Molasseuntergrund. – *Bayer. Geol. Landesamt (Hrsg.), Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, 1:50.000*: 16–54; München (Bayer. Geol. Landesamt).
- RÖHRS, F. (1989): Interpretation der geophysikalischen Bohrlochmessungen im Kristallin der Forschungsbohrung Urach 3. – *Dipl.-Arb. RWTH Aachen*. – [unveröff.]
- SACHS, P. M. (1988): Untersuchungen zum Stoffbestand der tieferen Lithosphäre an Xenolithen südwestdeutscher Vulkane. – *Diss. Univ. Stuttgart*: 249 S.; Stuttgart.
- SAUER, K., SCHÄDEL, K. & DIETRICH, H.-G. (Berichtersteller) (1983): Untersuchung der geothermischen Anomalie Urach auf eine mögliche wirtschaftliche Nutzung einschließlich Frac-Studien in der erweiterten Forschungsbohrung Urach. – *Endbericht, 03 E-4023, 176-77 EGD*: 483 S.; Bad Urach.
- SAWATZKI, G. (1992): Erläuterungen zu Blatt 8214 St. Blasien. – *Erl. Geol. Kt. 1: 25 000 Baden-Württ., Bl. 8214*: 146 S., 11 Taf., 2 Beil.; Stuttgart.
- SAWATZKI, G. & HANN, H. P. (2003): Badenweiler-Lenzkirch-Zone (Südschwarzwald). Erläuterungen zur Geologischen Karte von Baden-Württemberg 1:50000. – 182 S., 2 Beil.; Freiburg i. Br. (LGRB).
- SCHÄDEL, K. (1982): The geology of the Heat Anomaly of Urach. – In: HÄNEL, R. (ed.): *The Urach Geothermal Project (Swabian Alb, Germany)*: 147–156; Stuttgart (Schweizerbart).
- SCHÄDEL, K. (1983): Das vorläufige Geologische Profil (1.602 – 3.334 m) im Grundgebirge der Bohrung Urach 3 mit den zugehörigen Gamma-, Widerstands- und Leitfähigkeitskurven. – In: DIETRICH, H.-G. (Berichtersteller): Untersuchung der geothermischen Anomalie Urach auf eine mögliche wirtschaftliche Nutzung einschließlich Frac-Studien in der erweiterten Forschungsbohrung Urach. – *Endbericht, 03-E-4023 A/BC, 76-77 EGD*: 438 S.; Bad Urach.
- SCHÄDEL, K., ALTHAUS, E., HÄNEL, R. & DIETRICH, H.-G. (Berichtersteller) (1987): Erweiterte Zirkulation wässriger Fluide im Hot Dry Rock-System (Gneisgebirge) der Bohrung Urach 3. – *Endbericht, 03 E-6060-A*: 434 S.; Bad Urach.
- Schwarz, H. (1905): Über die Auswürflinge von kristallinen Schiefen und Tiefengesteinen in den Vulkanembryonen der Schwäbischen Alb. – *Jhr. Verh. Vaterl. Naturkde, Württ.*, **61**: 227–288; Stuttgart.
- Stenger, R. (1982a): Das Kristallin der Forschungsbohrung Urach im Rahmen des süddeutschen Grundgebirges. – *Diss. Univ. Freiburg*: 112 S.; Freiburg i. Br.
- Stenger, R. (1982b): Petrology and Geochemistry of the Basement Rocks of the Research Drilling Project Urach 3. – In: Hänel, R. (ed.): *The Urach Geothermal Project (Swabian Alb, Germany)*: 41–48; Stuttgart (Schweizerbart).



- STENGER, R. & WIMMENAUER, W. (1980): Das Kristallin der Forschungsbohrung Urach 3 im Rahmen des süddeutschen Grundgebirges.– In: Projektleitung Energieforschung (PLE) Kfa Jülich (Hrsg.): Statusreport 1980 Geotechnik und Lagerstätten; Jülich.
- STETTNER, G., ROHRMÜLLER, J. & HOTH, K. (2001): Untergrund Süddeutsche Scholle südlich der MKZ (Vorsilur unter dem Süddeutschen Deckgebirge). – In: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg); Stratigraphie von Deutschland II – Ordovizium, Kambrium, Vendium, Riphäikum, Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **234**: 65–75; Frankfurt.
- STOBER, I. & BUCHER, K. (2004): Fluid sinks within the earth's crust. – *Geofluids*, **4**: 143–151; Oxford.
- TENZER, H. (1997): Erkundung planarer Diskontinuitäten, Bohrlochwandausbrüchen, sowie von Spannungsdaten und hydraulischen Parametern im Gneisgebirge der Vertiefungsbohrung Urach 3. – Endbericht, BEO/BMBF 0326938°, CEC JOU2 CT 92-0115; Bad Urach. – [unveröff.]
- WIMMENAUER, W. & SCHREINER, A. (1990) mit Beitr. v. PRIER, H. & STAHR, K.: Erläuterungen zu Blatt 8114 Feldberg [2. erg. Aufl.]. – Erl. Geol. Kt. 1:25000 Baden-Württ., Bl. 8114: 134 S., 6 Taf., 1 Beil.; Stuttgart.
- WIMMENAUER, W. & SCHREINER, A. (1999) mit Beitr. v. FLECK, W. & KILGER, B.: Erläuterungen zum Blatt 8014 Hinterzarten. – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1:25000, Erl. Bl. 8014: VII + 189 S., 1 Beil.; Freiburg i. Br.



## **LGRB** – Informationen des Regierungspräsidium Freiburg · Abteilung 9

Bis Heft 15 Informationen des LGRB – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg

 <b>Heft 10</b> (2001)	Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und Grundwasser 64 S., 42 Abb., 15 Tab., 1 CD-ROM .....	10,- €
 <b>Heft 12</b> (1999)	Freiburg im Breisgau – Geologie und Stadtgeschichte 60 S., 28 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Beilage: 2 Kt. ....	5,- €
 <b>Heft 17</b> (2005)	Ergebnisse neuer Forschungsbohrungen in Baden-Württemberg 150 S., 17 Abb., 7 Tab., 3 Taf. ....	10,- €
 <b>Heft 19</b> (2007)	Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg) 130 S., 118 Abb., 12 Tab. ....	10,- €
 <b>Heft 20</b> (2008)	Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg 106 S., 79 Abb., 21 Tab., 1 Kt. ....	15,- €
 <b>Heft 21</b> (2008)	Das Geologische Landesmodell von Baden-Württemberg: Datengrundlagen, technische Umsetzung und erste geologische Ergebnisse 82 S., 36 Abb., 3 Tab. im Anh., 10 Beil. ....	15,- €
 <b>Heft 22</b> (2009)	Beiträge zur Lithostratigraphie in Baden-Württemberg 146 S., 53 Abb., 5 Tab. ....	15,- €
 <b>Heft 23</b> (2009)	Natürliche Geogene Grundwasserbeschaffenheit in den hydrogeochemischen Einheiten von Baden-Württemberg 192 S., 43 Abb., 55 Tab., 48 Kt. ....	15,- €
 <b>Heft 24</b> (2009)	Geogene Grundgehalte (Hintergrundwerte) in den petrogeochemischen Einheiten von Baden-Württemberg 98 S., 62 Abb., 22 Tab., 40 Kt. ....	15,- €
 <b>Heft 25</b> (2010)	Beiträge zur Geologie und Bodenkunde in Baden-Württemberg 142 S., 78 Abb., 17 Tab., 1 Beilage .....	15,- €
 <b>Heft 26</b> (2012)	Die Forschungsbohrung Heidelberg und Beiträge zum Quartär in Baden-Württemberg 216 S., 107 Abb., 35 Tab., 1 Beilage .....	20,- €
 <b>Heft 27</b> (2013)	Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2012/2013 Bedarf, Gewinnung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen – Dritter Landesrohstoffbericht – 204 S., 228 Abb., 7 Tab. ....	10,- €
 <b>Heft 28</b> (2013)	Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben – Fachlich-Technischer Abschlussbericht des INTERREG-Projektes GeORG – 103 S., 49 Abb., 7 Tab. ....	10,- €

Preise zuzüglich Versandkosten.

Nicht aufgeführte Heft-Nummern sind zurzeit vergriffen.