

Eine Bohrung durch die miozänen Seesedimente über dem Inneren Ring des Impaktkraters Nördlinger Ries (Baldingen, Bayern)

von GERNOT ARP¹ & DIETMAR JUNG²

ARP, G. & JUNG, D. (2016): Eine Bohrung durch die miozänen Seesedimente über dem Inneren Ring des Impaktkraters Nördlinger Ries (Baldingen, Bayern). – Geologische Blätter für Nordost-Bayern, **66**: 27-48, 4 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Erlangen.

Kurzfassung. Ein 90 m mächtiges Bohrprofil einer Erdwärmesonde, abgeteuft im Bereich des Inneren Ringes des Nördlinger Rieses, wird lithofaziell beschrieben und lithostratigraphisch eingeordnet. Die Bohrung durchteufte 6 m quartäre Schotter der Eger, 66 m miozäne Sedimente des Rieskratersees und 18 m Kristallingesteine des Inneren Ringes. Das erbohrte Kristallin besteht aus Biotit-Granit, biotitreichem Orthogneis und untergeordnet Amphibolit. Die miozänen Seesedimente lassen eine 9 m mächtige grobklastische Basisfolge und eine mehr als 59 m mächtige Laminit-Folge erkennen. Letztere lässt sich vom Liegenden zum Hangenden in drei Untereinheiten teilen: (i) Bituminöse und kräftig grünlichgrau laminierte Tonsteine bis Mergel charakterisieren die Clinoptilolith-Subfolge, (ii) helle laminierte Mergel mit aragonitischen Salinenkrebs-Pellets die Analcim-Subfolge, sowie (iii) sulfidische dunkle laminierte Tonmergel die Bitumen-Subfolge. Das Profil belegt eine gegenüber dem Kraterzentrum um etwa 180 m höher gelegene Lagerung der Laminit-Folge, bei einer Mächtigkeitsreduktion um ein Viertel. Damit wird eine wannenförmige Lagerung der sedimentären Kraterfüllung, mit einem Schichteinfallen von etwa 4° Richtung Beckenzentrum, bestätigt.

▪ **Schlüsselwörter:** *Impaktkrater, Innerer Ring, Miozän, lakustrin, Nördlinger Ries.*

Abstract. A 90 m deep drilling at a sediment-covered section of the Inner Ring in the Nördlinger Ries impact crater is lithologically described and subdivided into lithostratigraphic units. The drilling transected 6 m Quaternary gravel of the river Eger, 66 m Miocene

¹Georg-August-Universität Göttingen, Geowissenschaftliches Zentrum, Goldschmidtstraße 3, D-37077 Göttingen; Email: garp@gwdg.de

²Bayerisches Landesamt für Umwelt, Geologischer Dienst, Hans-Högn-Straße 12, D-95030 Hof/Saale; Email: dietmar.jung@lfu.bayern.de

sediments of the Ries crater lake, and 18 m of crystalline rocks of the Inner Ring. The crystalline rocks comprise biotite granite, biotite-rich orthogneiss, and subordinate amphibolite. The Miocene lake sediments show a 9 m thick coarse-clastic Basal Member and a more than 59 m thick Laminite Member. The latter can be subdivided into three subunits, from bottom to top: (i) bituminous and greenish-grey laminated claystones and marls characterize the Clinoptilolite Submember, (ii) light-grey laminated marls with aragonitic brine shrimp faecal pellets represent the Analcime Submember, while (iii) sulfidic dark-grey laminated calcareous clays correspond to the Bitumen Submember. The drilling demonstrates a 180 m higher position of the lake sediments if compared to the crater centre, with only a thickness reduction by 25%. This observation confirms a bowl-shape geometry of the sedimentary crater fill, with beds dipping 4° to the crater centre.

▪ **Keywords:** *Impact crater, Inner Ring, Miocene, lacustrine, Nördlinger Ries.*

1. Einleitung

Sedimentfüllungen von Impaktkratern stellen insbesondere hinsichtlich der jüngeren Erdgeschichte wichtige Klima-Archive dar, so z. B. der 1.07 Ma alte Bosumtwi Krater (KOEBERL et al. 2007, SHANAHAN et al. 2009) sowie der 3.6 Ma alte El'Gygytgyn Krater (MELES et al. 2011). Bezüglich des knapp 15 Millionen Jahre alten miozänen Nördlinger Rieses, mit 24 km Durchmesser eine mittelgroße, komplexe Impaktstruktur (Abb. 1), bestehen allerdings unterschiedliche Auffassungen, ob externe klimatische Steuerung oder interne Erosionsprozesse (d.h. die sukzessive Abtragung der Auswurfdecken) die Sedimentationsabfolge maßgeblich steuerten (DEHM et al. 1977, JANKOWSKI 1977, 1981, ARP et al. 2013a).

Unterschiedliche Deutungen der Kraterseeentwicklung resultieren insbesondere auch aus unterschiedlichen Beckenzentrum-Beckenrand-Korrelationen (WOLFF & FÜCHTBAUER 1976, JANKOWSKI 1981, SCHAUDERNA 1983, ARP et al. 2013a) und der damit zusammenhängenden Geometrie der sedimentären Kraterfüllung. Ein möglicher Schlüssel zur Lösung dieses Korrelationsproblems liegt in Profilabfolgen im Bereich zwischen zentralem Becken und marginaler Megablock-Zone, sprich dem »Inneren Ring« (POHL et al. 1977). Lithostratigraphisch gut einzuordnende Bohrungen in diesem Bereich fehlten aber bisher. Einzig die Bohrungen Busse (NATHAN 1957, SCHAUDERNA 1983) und Nördlinger Ries 1004 (RULLKÖTTER et al. 1990), dezentral am inneren Hang des Zentralkraters gelegen, kamen dieser Position nahe. Diatomeen-Vergesellschaftungen einzelner Horizonte der Bohrung Busse legen eine Korrelation mit 100 m tiefer liegenden Horizonten der Forschungsbohrung Nördlingen nahe (SCHAUDERNA 1983). Die Bohrung Busse ist jedoch lithologisch nur unzureichend dokumentiert und einander ähnliche Diatomeen-Vergesellschaftungen können potentiell auch in unterschiedlichen stratigraphischen Abschnitten vertreten sein. Auch von der Kernbohrung Nördlinger Ries 1004 konnte bis dato nur die Lage bituminöser Sedimentabschnitte publiziert werden (RULLKÖTTER et al. 1990).

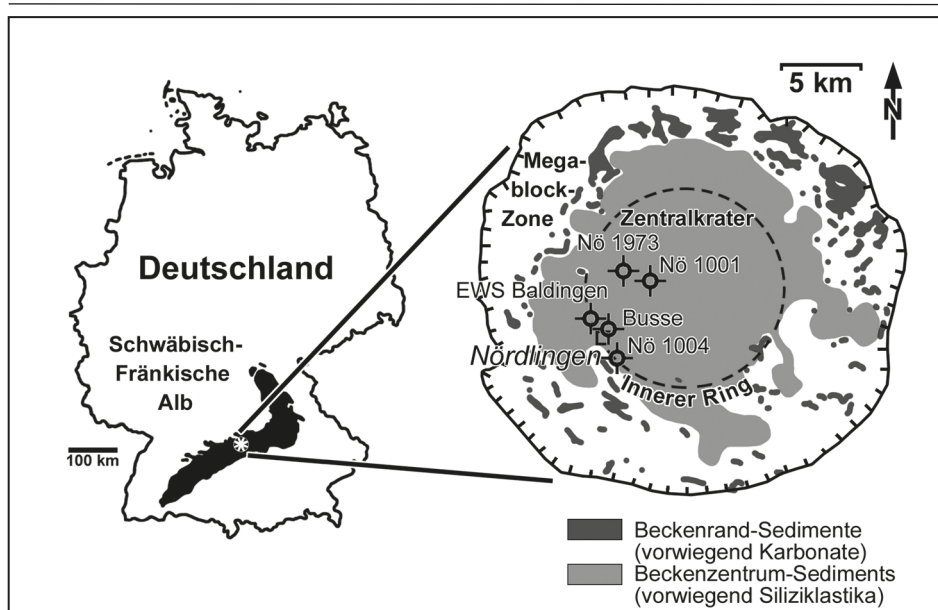


Abb. 1: Überblick zur geographische Lage des Ries-Kraters, seiner Struktur und Sedimentfüllung sowie Lage der im Text erwähnten Bohrungen Baldingen, Busse, Nördlingen 1973, Nördlinger Ries 1001 und 1004.

Fig. 1: Geographic overview of the Ries Crater, its geological structure and sedimentary fill with position of the drillings Baldingen, Busse, Nördlingen 1973, Nördlinger Ries 1001 and 1004.

Mit der Erdwärmesonde in Baldingen, einem nördlichen Vorort von Nördlingen, liegt nun erstmals eine direkt über einem abgetauchten Teilabschnitt des Inneren Rings gelegene Bohrung vor (Abb. 1). Ziel der Arbeit ist es diese Bohrung lithologisch detailliert zu dokumentieren, lithostratigraphisch mit dem Profil der Forschungsbohrung Nördlingen 1973 zu korrelieren, und damit die Lagerungsverhältnisse der Seesedimente am Übergang zentrales Becken zu marginaler Mega-block-Zone aufzuklären.

2. Geologischer Überblick

Das Nördlinger Ries, einer der weltweit am besten erforschten Impaktstrukturen (WÜNNEMANN et al. 2005, REIMOLD et al. 2013), entstand vor etwa 15 Ma infolge des Einschlags eines etwa 1 bis 1.5 km großen Stein-Asteroiden unbekannter Zusammensetzung (SHOEMAKER & CHAO 1961, STAUDACHER et al. 1982, SCHMIDT & PERNICKA 1994, STÖFFLER et al. 2002, ROCHOLL et al. 2011, BUCHNER et al. 2013) auf dem Schichtstufenland der Schwäbisch-Fränkischen Alb (Abb. 1).

Dabei durchschlug der Asteroid ein bis 600 m mächtiges Deckgebirge aus triassischen, jurassischen und tertiären Sedimenten (HÜTTNER & SCHMIDT-KALER 1999) bevor er in ca. 4 km Tiefe, im kristallinen Grundgebirge, explodierte und ver-

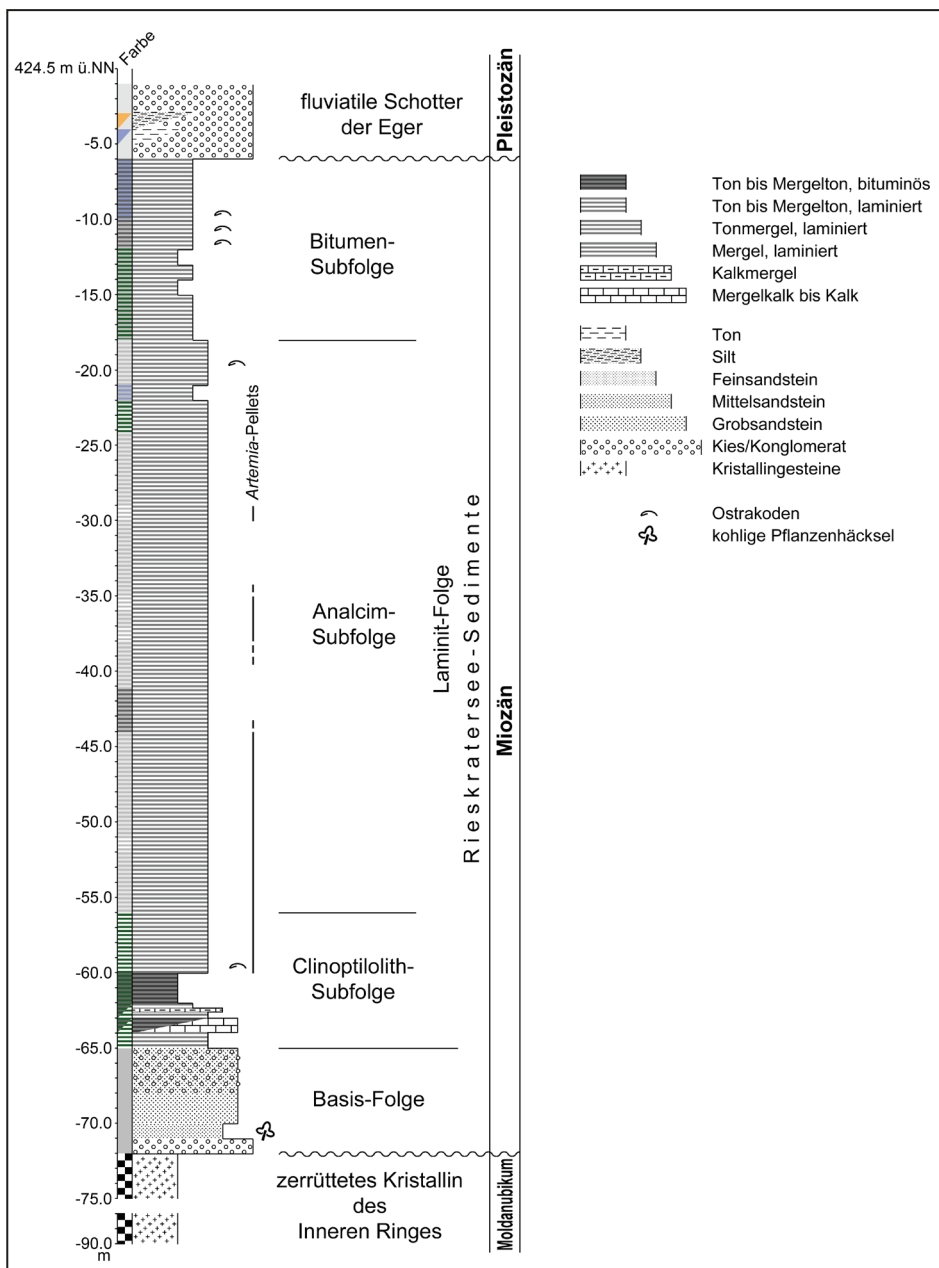


Abb. 2: Lithologisches Säulenprofil der in der Bohrung Baldingen angetroffenen Kristallingesteine, miozänen Seesedimente und quartären Flusssedimente.

Fig. 2: Lithological section of the drilling Baldingen showing crystalline basement rocks, Miocene lake sediments, and Quaternary fluvial sediments.

dampfte (DAVID 1969, VON ENGELHARDT et al. 1969, WÜNNEMANN et al. 2005). Hierdurch kam es zur Bildung zweier Auswurfdecken, Bunte Breccie und Suevit. Erstere zeigt eine randliche, wallartige Außenstruktur wie sie für Einschläge in vulkanischen Gesteinsformationen typisch ist (STURM et al. 2013). Die Genese der zweiten Auswurfdecke (Suevit) und ihre primäre Verbreitung ist noch in Diskussion (ARTEMIEVA et al. 2013, STÖFFLER et al. 2013). Infolge des gravitativen Kollapses des übertiefen Primärkraters entstand eine 24 km große komplexe Impaktstruktur mit Zentralkrater, Innerem Ring, Megablockzone und einem tektonischen Kraterstand (POHL et al. 1977).

Die unmittelbar auf dem Krater-Suevit folgende sedimentäre Kraterfüllung vertritt etwa 0,3 bis 2,0 Millionen Jahre innerhalb des ausgehenden Miozäns (POHL 1977, JANKOWSKI 1981). Sie umfasst eine noch mit bis zu 350 m Mächtigkeit erhaltene überwiegend siliziklastische Abfolge im Zentralkrater und Teilbecken der Megablockzone (»Seetone«) (MOSEBACH 1964, ERNSTSON 1974, FÜCHTBAUER et al. 1977), wohingegen die höhergelegenen Randbereich des Kraters bis zu 50 m vorwiegende karbonatische Ablagerungen (»Algenriffe«, »Travertine«) aufweisen (BOLTEN & MÜLLER 1969). Hochschollen des Inneren Ringes zeichnen sich vor allem durch Travertinbildungen (Wallerstein, Erbisberg, Schloßberg Alerheim) aus (BOLTEN & MÜLLER 1969, BOLTEN 1977, PACHE et al. 2001, ARP et al. 2013b).

Aufschlüsse, welche den Verzahnungsbereich von Karbonaten des Seeufers mit Tonen und Mergeln des Beckenzentrums zeigen, sind bisher nur in Ausnahmefällen beschrieben worden (ARP 1995, ARP & WIESHEU 1997). Eine Zuordnung der oberflächennah stark angewitterten Tone und Mergel zu spezifischen lithostratigraphischen Einheiten des Beckenzentrums war jedoch bisher nicht möglich.

3. Material und Methoden

Die vorliegende Untersuchung basiert auf einer 90 m tiefen Erdwärmesonden-Bohrung in Baldingen [EWS Rosenwirth, Von-Linden-Straße 54, 86720 Nördlingen-Baldingen], Blatt 7128 Nördlingen, R 43 88 880, H 54 15 120, GOK 424.5 m ü. NN, abgeteuft im März 2012. Die Bohrung wurde mittels Spülbohrverfahren durchgeführt. Pro Bohrmeter standen deswegen 15-70 g Bohrklein für Untersuchungen zur Verfügung. Die Lithofazies-Beschreibungen und fotografischen Dokumentationen wurden an einem Leica-S6-Binokular durchgeführt. Karbonatgehalte wurden mit zehnpromzentiger Salzsäure getestet.

Das Belegmaterial der Bohrung ist im Bohrprobenarchiv des Bayerischen Landesamtes für Umwelt in Hof hinterlegt.

4. Ergebnisse: Das Bohrprofil und seine lithostratigraphische Gliederung

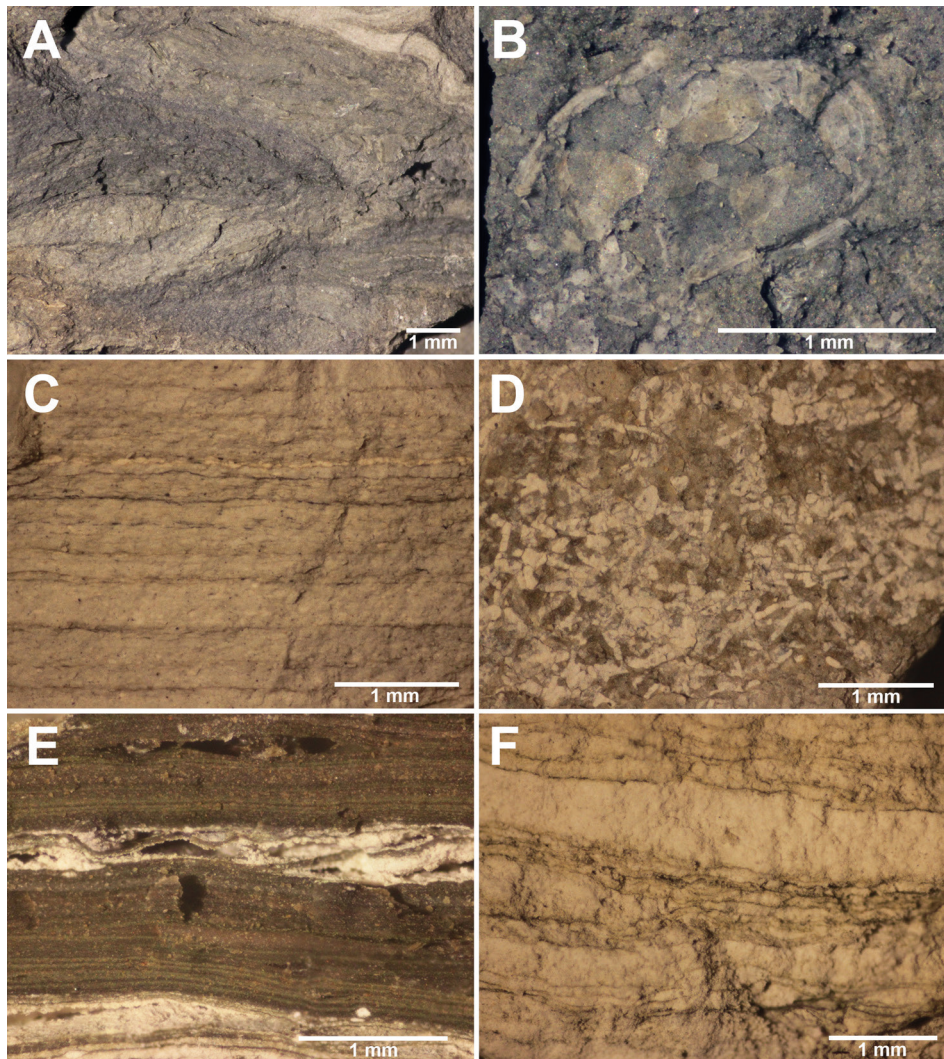
Das Schichtenverzeichnis der untersuchten Bohrung ist in Tab.1 wiedergegeben und wird wie folgt interpretiert (Abb. 2):

Bis 6 m Teufe liegen fluviatile Schotter der Eger vor. Sie bestehen vorwiegend aus Weißjura-Material, untergeordnet auch aus Kristallingesteinen. Bis 18 m Teufe folgen dunkle sulfidische laminierte Tone bis Tonmergel (Taf. 1A). Sie dürften der »Bitumen-Subfolge« von JANKOWSKI (1981) entsprechen. Die vorgefundenen Ostrakodenschalen sind infolge der Kompaktion leider fragmentiert und konnten nicht bestimmt werden (Taf. 1B).

Bis 56 m Teufe sind helle karbonatreichere Laminite (»Blättermergel«) vertreten (Taf. 1C). Sie entsprechen der »Analcim-Subfolge« von JANKOWSKI (1981). Hierfür sprechen vor allem die *Artemia*-Pellet-Lagen (Taf. 1D), welche auch JANKOWSKI (1981) aus Teufe 200-250 m der Forschungsbohrung Nördlingen 1973 beschreibt. Kotpillen-reiche Laminite erwähnt auch NATHAN (1957) aus der beckenrandnahen Bohrung Oettingen II. Die Laminite liegen dort direkt einer grobklastischen Basalserie auf und dürften ebenso der »Analcim-Subfolge« zuzuordnen sein.

Bis 65 m Teufe dominieren weißgrau-grünlichgrau laminierte Mergel und schwarzgrau-dunkelgrünlichgrau laminierte bituminöse Tonsteine (»Ölschiefer«; Taf. 1E). Vereinzelt sind auch laminierte Kalkmergel vertreten (Taf. 1F, 2A). Kräftig grünlichgraue Farben der Lamellen in den Mergeln sowie erhöhte Organikgehalte sind Argumente für eine Zuordnung zur »Clinoptilolith-Folge« sensu JANKOWSKI (1981). *Artemia*-Pellets treten hier nur noch im höheren Teil der Folge auf. In Teufe 63 m und 64 m treten einzelne Kalksteinfragmente im Bohrklein auf, darunter ein Chironomiden-Tuff (Taf. 2B) sowie poröse, wellig geschichtete Travertinbruchstücke (Taf. 2C). Leider muss offen bleiben, ob es sich hierbei um Travertinbildungen vor Ort oder möglicherweise allochthone Fragmente innerhalb der Pelite handelt.

Bis 72 m Tiefe wurden schlecht sortierte, z.T. feinkiesige Fein- bis Grobsandsteine der »Basis-Folge« durchteuft (Taf. 2D). Sie besteht hier vorwiegend aus umgelager-tem Kristallinmaterial. Eine grünlichgraue tonige Matrix der Sandsteine deutet auf einen untergeordneten Suevit-Anteil hin. Sulfidische kohlige Pflanzenhäcksel bei 71 m Teufe belegen eindeutig den noch sedimentären Ursprung des im Bohrklein vorliegenden Gesteins. Erst unter 72 m bis zur Endteufe wurde zerrüttetes Grundgebirge angetroffen, überwiegend dunkle Amphibolite sowie biotitreiche Gneise und Granite (Taf. 2E, F). Belege für Suevit oder Suevit-Gänge fanden sich nicht.



Taf. 1: Lithofazies der miozänen Seesedimente. **A.** Mittelgrau-dunkelgrau laminiertes Tonmergel der Bitumen-Subfolge aus 11 m Teufe. Die Schichtdeformationen sind ein Bohrartefakt. **B.** Tonmergel-Schichtfläche der Bitumen-Subfolge aus 11 m Teufe mit kompakterter Ostrakoden-Schale. **C.** Weißgrau-mittelgrau laminiertes Mergel der Analcim-Subfolge aus 38 m Teufe mit Lagen aus kompaktierten *Artemia*-Pellets. **D.** *Artemia*-Pellets auf Schichtfläche laminiertes Mergel der Analcim-Subfolge in 30 m Teufe. **E.** Bituminöser, extrem fein laminiertes Tonstein («Ölschiefer») der Clinoptilolith-Subfolge aus 62 m Teufe mit weißen Karbonatlamellen. **F.** Weißgrau-grünlich laminiertes Kalkmergel der Clinoptilolith-Subfolge aus 62 m Teufe.

Plate 1: Lithofacies of the Miocene lake sediments. **A.** Medium grey - dark grey laminated argillaceous marl of the Bitumen Submember from 11 m depth. Deformation of bedding is a drilling artifact. **B.** Bedding plane of argillaceous marl of the Bitumen Submember from 11 m depth, with compressed ostracod valve. **C.** White grey - medium gray laminated marl of the Analcime Submember from 38 m depth with layers of compressed *Artemia* pellets. **D.** *Artemia* pellets on a bedding plane of laminated marls of the Analcime Submember from 30 m depth. **E.** Bituminous, extremely fine laminated claystone («oil shale») of the Clinoptilolite Submember from 62 m depth with white carbonate laminae. **F.** White grey - greenish grey laminated calcareous marlstone of the Clinoptilolite Submember from 62 m depth.

5. Beckenzentrum-Beckenrand-Korrelation und Geometrie der sedimentären Kraterfüllung

Die Sedimentabfolge im Zentralbecken des Nördlinger Rieses ist aufgrund der Forschungsbohrung Nördlingen 1973 (Abb. 3, 4) sowie weiterer Tiefbohrungen der Industrie gut bekannt (FÜCHTBAUER et al. 1977, JANKOWSKI 1977, 1981, SCHAUDERNA 1983, RULLKÖTTER et al. 1990).

Über einer grobklastischen Basal-Folge folgen eine feinschichtige Laminit-Folge, eine mäßig bis schlecht geschichtete Mergel-Folge, sowie eine durch Braunkohle-Einschaltungen gekennzeichnete Ton-Folge (FÜCHTBAUER et al. 1977, JANKOWSKI 1977, 1981). Diese lithostratigraphischen Einheiten sind auch in allen Kernbohrungen gut erkennbar, wenngleich im Detail Grenzziehungen von den Bearbeitern unterschiedlich gehandhabt werden. Mit größeren Problemen behaftet ist dagegen die laterale Verfolgung dieser Einheiten in Richtung Rand des Zentralkraters (Innerer Ring) und darüber hinaus in die marginale Megablock-Zone mit ihren Teilbecken und karbonatischer Ufersedimenten (Abb. 3).

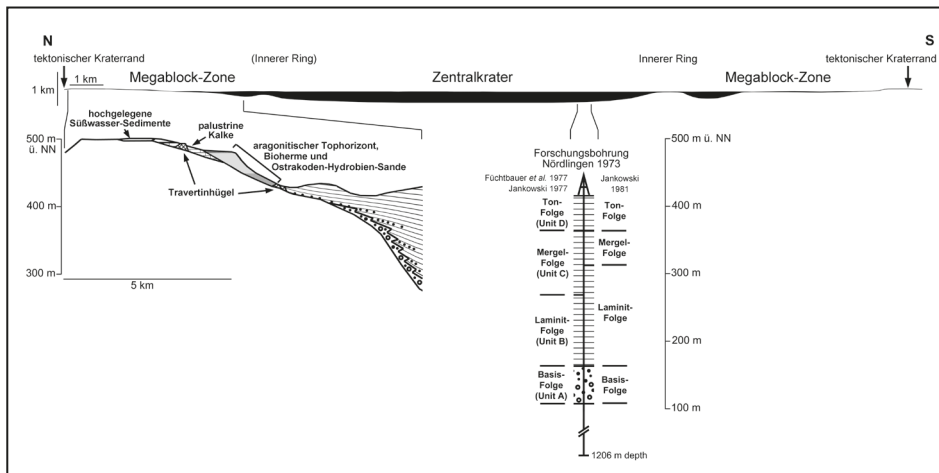
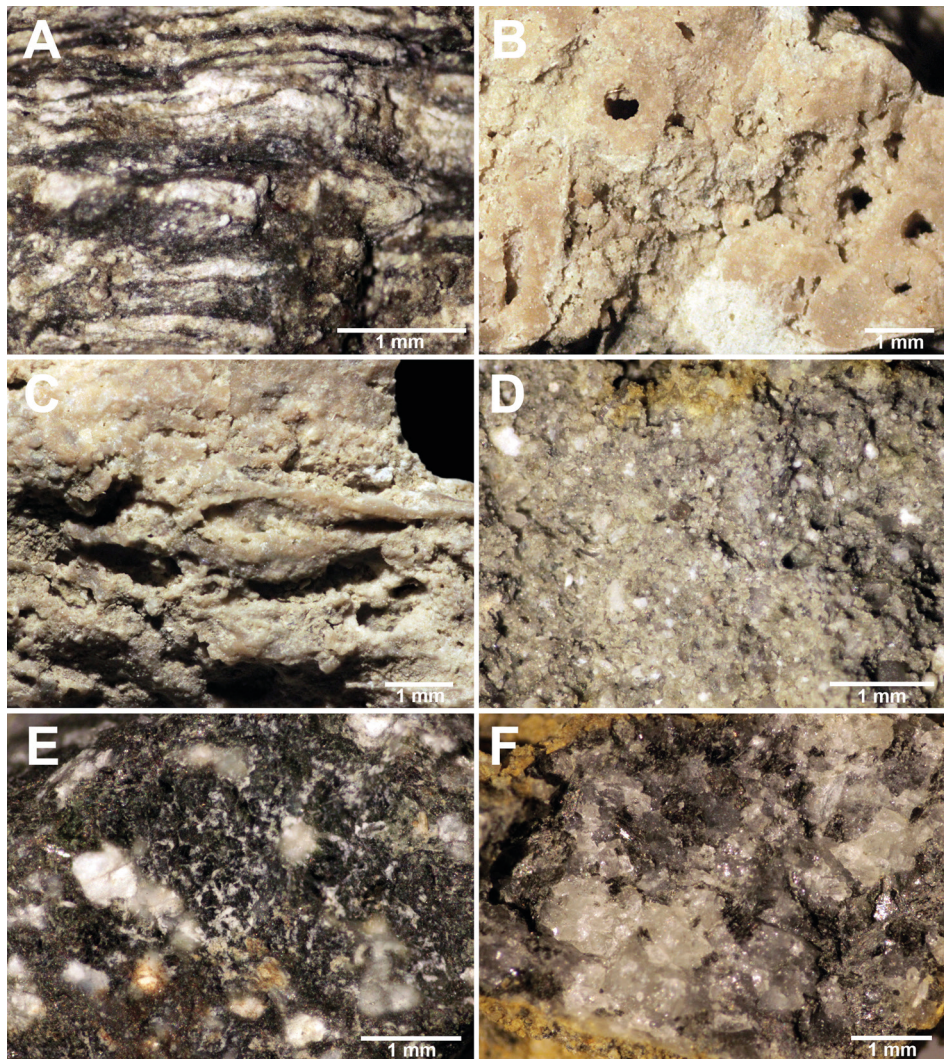


Abb. 3: Profilschnitt durch das Rieskrater-Becken mit seinen strukturellen Zonen (POHL et al. 1977) und Mächtigkeit der Seesedimente (schwarz; ERNSTSON 1974). Das überhöhte Detailprofil des nördlichen Beckenrandes zeigt die verschiedenen Karbonat-Einheiten (ARP 1995, 2006). Die Korrelation der lithostratigraphischen Einheiten des zentralen Beckens (FORSCHUNGSBOHRUNG NÖRDLINGEN 1973; FÜCHTBAUER et al. 1977, JANKOWSKI 1981) mit den Karbonaten des Beckenrandes wird kontrovers diskutiert (siehe Text). Verändert nach PACHE et al. (2001) und ARP et al. (2013a).

Fig. 3: Cross-section of the Ries crater basin showing structural zones (POHL et al. 1977) and the thickness of lake sediments (black; ERNSTSON 1974). The vertically exaggerated cross section of the northern basin margin shows the carbonate units (ARP 1995, 2006). The correlation between lithostratigraphic units of the basin centre (RESEARCH DRILLING NÖRDLINGEN 1973; FÜCHTBAUER et al. 1977, JANKOWSKI 1981) and carbonates of the basin margin is controversially discussed (see text). Modified from PACHE et al. (2001) and Arp et al. (2013a).



Taf. 2: Lithofazies der miozänen Seesedimente und variszischen Kristallingesteine. **A.** Weißgrau-schwarzgrau laminiertes Kalkmergel der Clinoptilolith-Subfolge aus 64 m Teufe. **B.** Chironomiden-Kalktuff der Clinoptilolith-Subfolge aus 63 m Teufe. **C.** Unregelmäßiges Travertin-Bruchstück der Clinoptilolith-Subfolge aus 64 m Teufe. **D.** Toniger polymikter Sandstein der Basis-Folge aus 69 m Teufe. **E.** Amphibolit des zerrütteten Kristallins des Inneren Ringes aus 74 m Teufe. **F.** Biotit-Granit des zerrütteten Kristallins des Inneren Ringes aus 74 m Teufe.

Plate 2: Lithofacies of the Miocene lake sediments and Variscan crystalline rocks. **A.** Calcareous marl with white and black lenticular laminae of the Clinoptilolite Submember from 64 m depth. **B.** Chironomid tufa of the Clinoptilolite Submember from 63 m depth. **C.** Irregular travertine fragment of the Clinoptilolite Submember from 64 m depth. **D.** Clayey polymictic sandstone of the Basal Member from 69 m depth. **E.** Amphibolite of the impact-fractured basement rocks of the Inner Ring at 74 m depth. **F.** Biotite granite of the impact-fractured basement rocks of the Inner Ring at 74 m depth.

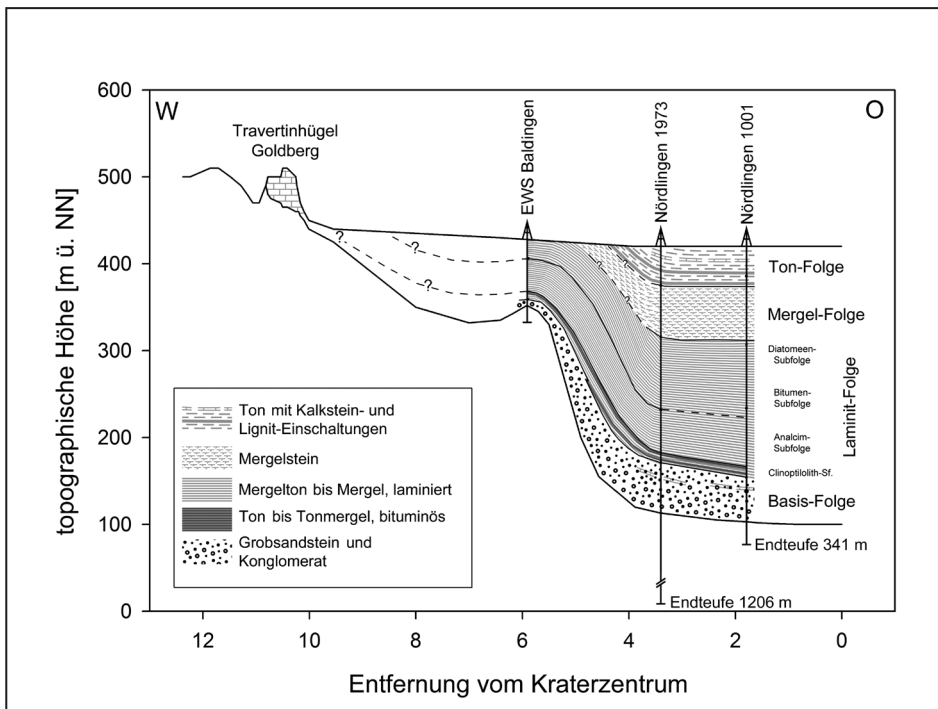


Abb. 4: Profilschnitt durch die Rieskrater-Seesedimente im westlichen Kraterbereich.

Fig. 4: Schematic cross section through sedimentary fill of the western margin of the Ries impact crater.

WOLFF & FÜCHTBAUER (1976) gehen davon aus, dass der Basis- und Laminit-Folge (sensu FÜCHTBAUER et al. 1977: 113-282 m ü. NN) des Beckenzentrums sub-aerisch gebildete Travertinhügel (470-514 m ü. NN) der marginalen Kraterzone entsprechen. Bioherme einschließlich aragonitischem Tophorizont und begleitende Ostrakoden-Hydrobien-Sande (440-495 m ü. NN) des Seeufers werden von ihnen mit der Mergel-Folge des Beckenzentrums (282-375 m ü. NN) gleichgesetzt (Abb. 3). Entsprechend postulieren diese Autoren mit 150-170 m sehr hohe Wassertiefen für das Beckenzentrum zur Zeit der Bioherm-Bildungen. Äquivalente der jüngsten Teile der Beckenfüllung, die weitgehend ausgesüßte Ton-Folge, wurde von WOLFF & FÜCHTBAUER (1976) am Beckenrand nicht erkannt, so dass sie die Bildung eines See-Ausflusses für diesen Zeitabschnitt postulieren.

DEHM et al. (1977) und JANKOWSKI (1981) vertreten dagegen die Ansicht, dass die heute an der Oberfläche anstehenden Uferkarbonate (Bioherme, Travertine) jünger sind als die im Zentrum erhaltene siliziklastische Beckenfüllung. Dieser Ansicht folgt auch ARP (1995, 2006). Argument hierfür ist, dass bei den aus der Fazies abgeleiteten geringen Wassertiefen im Beckenzentrum nicht gleichzeitig die 50-150 m höher gelegenen Uferkarbonate entstanden sein können (JANKOWSKI 1981: 197f.).

Auf der anderen Seite vermuten GALL & JUNG (1979) aufgrund einzelner Übereinstimmungen im Fossilgehalt, dass laminierte Tonmergel (mit einem Fische und Insekten führenden Fossilhorizont) bei 414-430 m ü. NN in Wemding mit den jüngsten Teilen der Basis-Folge (um Teufe 260 m = 167 m ü. NN) der Forschungsbohrung Nördlingen 1973 zu korrelieren seien. SCHAUDERNA (1983) argumentiert schließlich mittels mehrerer Horizonte mit vergleichbaren Diatomeen-Vergesellschaftungen für eine etwa 100 m höhere Lagerung der Abfolge der Bohrung Busse im Hangbereich des Inneren Ringes gegenüber der Forschungsbohrung Nördlingen 1973 im Zentralbecken. Darüber hinaus sieht sie die von GALL & JUNG (1979) gezogene Korrelation beckenrandnaher laminiertes Tone mit 254 m tiefer gelegenen Sedimenten im Beckenzentrum bestätigt. Eine ähnlich starke Einsenkung der Sedimente im Zentralbecken vertreten auch RULLKÖTTER et al. (1990), welche bituminöse Laminiten in 90-100 m Teufe der gleichfalls im Hangbereich des Inneren Ringes gelegenen Bohrung Nördlingen 1004 mit bituminösen Laminiten der Forschungsbohrung Nördlingen 1973 in 244-256 m Teufe (Clinoptilolith-Subfolge) korrelieren. Das zugehörige Schichtenverzeichnis der Bohrung Nördlinger Ries 1004 ist jedoch unpubliziert und eine Korrelation bituminöser Abschnitte mit der Bitumen-Subfolge (Teufe 145-195 m Nördlingen 1973) wäre ebenso denkbar.

Von einer entsprechend weniger starken Einsenkung der Beckenzentrumssedimente gehen daher ARP et al. (2013b) aus, wenn sie teilweise bituminöse Laminiten der Bohrung Enkingen mit dem (heute 100-130 m tiefer gelegenen) Übergang von der Laminit-Subfolge (Unit B) zur Mergel-Subfolge (Unit C) der Forschungsbohrung Nördlingen 1973 korrelieren.

Damit im Einklang postulieren ARP et al. (2013a) dass die ältesten Bioherme am Beckenrand (um 430 m ü. NN) möglicherweise zeitgleich mit den jüngeren Anteilen der Laminit-Folge (111-256 m Teufe = 316-171 m ü. NN) entstanden, der Großteil der Bioherme aber der Mergel- und Ton-Folge entspricht. Die älteren Anteile der Laminit-Folge dürften dann nur im Untergrund vertreten sein und randlich im Zentralkrater auskeilen. Damit können heutige Höhenunterschiede zwischen karbonatischer Randfazies und ihren Beckenäquivalenten mit gängigen Kompaktionsraten pelitischer Sedimente erklärt werden. Entsprechend sollen nach ARP et al. (2013a) Äquivalente des »aragonitischen Tophorizontes« von WOLFF & FÜCHTBAUER (1976) (»Bioherme Typ Staudigberg«, ARP 1995, 2006) und hochgelegene Süßwassersedimente (»Aussüßungsphase«, BOLTEN 1977) im Beckenzentrum bereits erodiert sein.

Die hier untersuchte Bohrung Baldingen bestätigt nun allerdings die von SCHAUDERNA (1983) vermutete starke Einsenkung der Beckentone zu einer wannenförmigen Lagerung (Abb. 3). Der Vergleich mit Fazies, Mächtigkeiten und Höhenlage der Einheiten in der Forschungsbohrung Nördlingen 1973 zeigt: die Basis-Folge in Baldingen ist deutlich reduziert, die nachfolgenden Laminiten sind aber bei gleichbleibender Fazies nur um gut ein Viertel in ihrer Mächtigkeit reduziert. Dennoch sind diese Laminiten in Baldingen etwa 180 m (175-189 m)

höher gelegen als im Beckenzentrum (Abb. 4), womit sich ein Schichteinfallen für die laminierten Seesedimente von etwa 4° in Richtung Beckenzentrum (180 m auf 2500 m Distanz) errechnet. Dies bestätigt die Abschätzung von SCHAUDERNA (1983: 155), welche ein Einfallen von ca. 5° für den westlichen Hangbereich des Zentralkraters postuliert.

6. Wassertiefen, Kompaktion und Subsidenz

Aus den oben genannten Beobachtungen ergibt sich die Frage, inwieweit die unterschiedlichen Höhenlagen der Laminit-Folge auf eine hohe Wassertiefe zur Ablagezeit, Kompaktion der Seesedimente und/oder Absenkung des Untergrundes (Subsidenz) zu erklären ist.

Hohe Wassertiefen von über 100 m wurden für den Riessee nur von GÜMBEL (1889) und WOLFF & FÜCHTBAUER (1976) zur Diskussion gestellt. Alle anderen Bearbeiter gehen von einem während seiner Existenz durchgehend flachen Gewässer von nur wenigen Metern Tiefe aus (z. B. WEBER 1941: 145, KLÄHN 1926: 375). Detaillierte und für die einzelnen Teufenabschnitte differenzierte Abschätzungen der Wassertiefen finden sich insbesondere bei SCHAUDERNA (1983) auf Grundlage der Diatomeen-Vergesellschaftungen. Aufgrund der Dominanz von benthischen Arten, mit einem nur zeitweiligen Auftreten schwach verkieselter planktonischer Arten geht auch sie für die überwiegende Zeit der Sedimentation von geringen Wassertiefen (<10 m) aus. Speziell für die Laminite der Clinoptilolith- und Analcim-Subfolge der Forschungsbohrung Nördlingen 1973 (»Abschnitt II: Teufe 190-262 m« in SCHAUDERNA 1983) argumentiert sie für mehrfache Salinitätswechsel und Schwankungen der Wassertiefe bzw. Flachwasserbildungen mit sogar zeitweisem Trockenfallen und »noch [...] gelegentlich starker Zunahme des Wasservolumens« (SCHAUDERNA 1983: 140, 159). Aufgrund von Trockenrissen (Teufe 233.1 m; GALL et al. 1974: 55) und den vergleichsweise schweren stabilen Isotopenverhältnissen der Karbonate geht JANKOWSKI (1981) ebenso von erhöhten Salinitäten und geringen Wassertiefen aus.

Akzeptiert man diese Interpretationen der Wassertiefen für die Laminit-Folge, so muss sich der Seeboden des Zentralkraters während und/oder nach der Seegegeschichte beträchtlich gesenkt haben. Aus der rechnerischen Dekompaktion der in der Forschungsbohrung Nördlingen 58 m mächtigen Basis-Folge kann allerdings nur ein Senkungsbetrag von maximal 38 m abgeleitet werden. Die Dekompaktion der heute 12 m mächtigen Clinoptilolith-Subfolge ergibt einen zusätzlichen Senkungsbetrag von etwa 29 m. Für die Basis der Analcim-Subfolge ergibt sich damit eine mögliche Absenkung von knapp 70 m, ein Betrag der für die Erklärung der ca. 180 m Höhenunterschied zwischen der Analcim-Subfolge in Baldingen und Nördlingen 1973 viel zu gering ist. Entsprechend muss eine starke syn- bis postsedimentäre Senkung des zerrütteten Krater-Untergrundes (KRANZ 1952: 114: »Setzungen

im Sprengschutt«; SCHAUDERNA 1983: 158) oder deutlich höhere Wassertiefen um 100 m für die Laminit-Folge angenommen werden. Nach den Diatomeen-Vergesellschaftungen sind maximale Wassertiefen von über 50 m jedoch bestenfalls nur für die höhere Laminit- und tiefere Mergel-Folge anzunehmen (SCHAUDERNA 1983: S. 164), so dass eine Kraterbodenabsenkung wahrscheinlich ist.

7. Schlussfolgerungen

Die Bohrung Baldingen, abgeteuft über einem verdeckten Teilabschnitt des Inneren Ringes, durchteufte 6 m quartäre Schotter der Eger, 66 m miozäne Sedimente des Rieskratersees sowie 18 m Kristallingesteine.

Die durchteuften Seesedimente lassen vier lithostratigraphische Einheiten, wie sie auch aus dem Zentralbecken bekannt sind, erkennen: (i) schlecht sortierte Grobsandsteine und Konglomerate repräsentieren die Basis-Folge, (ii) schwarzgrau-braune bituminöse Tonsteine und weißgrau-grünlichgrau feinst-laminierter Mergel mit einzelnen dünnen Kalksteinlagen vertreten die Clinoptilolith-Subfolge, (iii) hellgrau-mittelgrau laminierte Mergel mit aragonitischen *Artemia*-Pellets entsprechen der Analcim-Subfolge, und (iv) sulfidische dunkle laminierte Tonmergel sind der Bitumen-Subfolge zuzuordnen.

Diese lithostratigraphische Abfolge ist gegenüber den Beckenzentrumsbohrungen um etwa 180 m höher gelegen, bei gleichbleibender Fazies und einer nur geringen Mächtighkeitsreduktion um etwa 25%. Damit bestätigt sich eine wannenförmige Geometrie der Sedimente im Zentralkrater, so wie dies von SCHAUDERNA (1983) postuliert wurde. Dies impliziert allerdings entweder eine erhebliche syn- bis post-sedimentäre Absenkung des zerrütteten Kraterbodens, da gängige Sediment-Kompaktionsraten für eine Erklärung nicht ausreichen, und/oder eine im Vergleich zu früheren Untersuchungen deutlich höhere Wassertiefe für die Ablagerungen der Laminit-Folge.

8. Danksagung

Wir danken Herrn Markus Rosenwirth, Nördlingen-Baldingen, für die Übereignung des Bohrguts und die Erlaubnis die Ergebnisse der Bohrung publizieren zu dürfen. Für die hilfreichen Korrekturen und Verbesserungsvorschläge sind wir einem ungenannten Gutachter und Herrn Prof. Koch, Erlangen, sehr dankbar.

9. Literatur

- ARP, G. (1995): Lacustrine bioherms, spring mounds, and marginal carbonates of the Ries impact-crater (Miocene, Southern Germany). – *Facies*, **33**: 35-90.
- ARP, G. (2006): Sediments of the Ries Crater Lake (Miocene, Southern Germany). – *Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* **45**: 213-236 (Sediment 2006, Exkursion 2, 10. und 11. Juni 2006).
- ARP, G. & WIESHEU, R. (1997): Ein kontinuierliches Profil von Algenbiohermen bis zu Seetonen des miozänen Rieskratersees: Sequenzen, Mikrofazies und Dolomitisierung. – *Geologische Blätter für Nordost-Bayern*, **47**: 461-486; Erlangen.
- ARP, G., BLUMENBERG, M., HANSEN, B.T., JUNG, D., KOLEPKA, C., LENZ, O., NOLTE, N., POSCHLOD, K., REIMER, A. & THIEL, V. (2013a): Chemical and ecological evolution of the Miocene Ries impact crater lake, Germany: a re-interpretation based on the Enkingen (SUBO 18) drill core. – *Geological Society of America Bulletin*, **125**: 1125–1145; Boulder.
- ARP, G., KOLEPKA, C., SIMON, K., KARIUS, V., NOLTE, N. & HANSEN, B.T. (2013): New evidence for persistent impact-generated hydrothermal activity in the Miocene Ries impact structure, Germany. – *Meteoritics and Planetary Science* **48**: 2491-2516; Lawrence.
- ARTEMIEVA, N. A., WÜNNEMANN, K., KRIEN, F., REIMOLD, W. U. & STÖFFLER, D. (2013): Ries crater and suevite revisited—Observations and modelling, Part II: Modeling. – *Meteoritics and Planetary Science* **48**: 590–627; Lawrence.
- BOLTEN, R. & MÜLLER, D. (1969): Das Tertiär im Nördlinger Ries und in seiner Umgebung. – *Geologica Bavarica*, **61**: 87-130; München.
- BOLTEN, R. H. (1977): Die karbonatischen Ablagerungen des obermiozänen Kratersees im Nördlinger Ries. – Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität: 229 + XXI S.; München.
- BUCHNER, E., SCHMIEDER, M., SCHWARZ, W. H. & TRIELOFF, M. (2013): Das Alter des Meteoritenkraters Nördlinger Ries - eine Übersicht und kurze Diskussion der neueren Datierungen des Riesimpakts. – *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, **164**: 433-445; Stuttgart.
- DAVID, E. (1969): Das Ries-Ereignis als physikalischer Vorgang. – *Geologica Bavarica*, **61**: 350-378; München.
- DEHM, R., GALL, H., HÖFLING, R., JUNG, W. & MALZ, H. (1977): Die Tier- und Pflanzenreste aus den obermiozänen Riessee-Ablagerungen in der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – *Geologica Bavarica*, **75**: 91–109; München.
- ERNSTSON, K. (1974): The structure of the Ries Crater from geoelectric depth soundings. – *Journal of Geophysics*, **40**: 639–659; Berlin.
- FÜCHTBAUER, H., VON DER BRELIE, G., DEHM, R., FÖRSTNER, U., GALL, H., HÖFLING, R., HOEFS, J., HOLLERBACH, H., JANKOWSKI, B., JUNG, W., MALZ, H., MERTES, H., ROTHE, P., SALGER, M., WEHNER, H. & WOLF, M. (1977): Tertiary lake sediments of

- the Ries, research borehole Nördlingen 1973 - a summary. – *Geologica Bavarica*, **75**: 13–19; München.
- GALL, H. & JUNG, W. (1979): Zur Genese der jungtertiären Fossil-Lagerstätte Wemding im Nördlinger Ries (Bayern). – *Geologische Blätter für Nordost-Bayern*, **29**: 12-25; Erlangen.
- GALL, H., JUNG, W. & DEHM, R. (1974): Vorbericht über die Tier- und Pflanzenreste aus den obermiozänen Riessee-Ablagerungen in der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – *Geologica Bavarica*, **72**: 53-57; München.
- GÜMBEL, C.W. von (1889): Kurze Erläuterung zum Blatte Nördlingen (No. XVI) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern. – 43 S.; Cassel (Fischer).
- HÜTTNER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1999): Erläuterungen zur geologischen Karte des Rieses 1 :50000. – *Geologica Bavarica*, **104**: 7-76; München.
- JANKOWSKI, B. (1977): Die Postimpakt-Sedimente in der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – *Geologica Bavarica*, **75**: 21–36; München.
- JANKOWSKI, B. (1981): Die Geschichte der Sedimentation im Nördlinger Ries und Randercker Maar. - *Bochumer geologische und geotechnische Arbeiten*, **6**: 1–315; Bochum.
- KLÄHN, H. (1926): Vergleichende paläolimnologische, sedimentpetrographische und tektonische Untersuchungen an miocänen Seen der Schwäbischen Alb. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, **LV**. Beilage-Band (Abteilung B. Geologie und Paläontologie): 274-428; Stuttgart.
- KOEBERL, C., MILKEREIT, B., OVERPECK, J.T., SCHOLZ, C.A., AMOAKO, P.Y.O., BOAMAH, D., DANUOR, S., KARP, T., KUECK, J., HECKY, R.E., KING, J.W. & PECK, J.A. (2007): An international and multidisciplinary drilling project into a young complex impact structure: The 2004 ICDP Bosumtwi Crater Drilling Project - An overview. – *Meteoritics and Planetary Science*, **42**: 483–511; Lawrence.
- KRANZ, W. (1952): Die Braunkohlen im Nördlinger Riesbecken. – *Geologisches Jahrbuch*, **66**: 81-117; Hannover.
- MELLES, M., BRIGHAM-GRETTE, J., MINYUK, P. S., NOWACZYK, N. R., WENNRICH, V., DE-CONTO, R. M., ANDERSON, P.M., ANDREEV, A.A., COLETTI, A., COOK, T.L., HALTIAHOVI, E., KUKKONEN, M., LOZHKIN, A.V., ROSEN, P., TARASOV, P., VOGEL, H. & WAGNER, B. (2012): 2.8 Million years of arctic climate change from lake El'gygytgyn, NE Russia. – *Science*, **337**: 315–320; Washington.
- MOSEBACH, R. (1964): Das Nördlinger Ries, vulkanischer Explosionskrater oder Einschlagstelle eines Großmeteoriten? – Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur - und Heilkunde zu Gießen, Neue Folge, Naturwissenschaftliche Abteilung, **33**: 165-204; Gießen.
- NATHAN, H. (1957): Wasserbohrungen im Ries. – *Geologisches Jahrbuch*, **74**: 135-146; Hannover.
- PACHE, M., REITNER, J. & ARP, G. (2001): Geochemical evidence for the formation of a large Miocene »travertine« mound at a sublacustrine spring in a soda lake (Wallerstein castle rock, Nördlinger Ries, Germany). – *Facies*, **45**: 211-230; Erlangen.

- POHL, J. (1977): Paläomagnetische und gesteinsmagnetische Untersuchungen an den Kernen der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – *Geologica Bavarica*, **75**: 329–348; München.
- POHL, J., STÖFFLER, D., GALL, H. & ERNSTSON, K. (1977): The Ries impact crater. – In: RODDY, D.J., PEPIN, R.G. & MERRIL, R.B.: *Impact and Explosion Cratering*: 343–458; New York (Pergamon Press).
- REIMOLD, W. U., MACDONALD, I., SCHMITT, R. T., HANSEN, B., JACOB, J. & KOEBERL, C. (2013): Geochemical studies of the SUBO 18 (Enkingen) drill core and other impact breccias from the Ries crater, Germany. – *Meteoritics and Planetary Science*, **48**: 1531–1571; Lawrence.
- ROCHOLL, A., OVTCHAROVA, M., SCHALTEGGER, U., WIJBRANS, J., POHL, J., HARZHAUSER, M., PRIETO, J., ULBIG, A. & BÖHME, M. (2011): A precise and accurate »astronomical« age of the Ries impact crater, Germany: A cautious note on argon dating of impact material. – *Geophysical Research Abstracts*, **13**: EGU 2011-13322-7.
- RULLKÖTTER, J., LITKE, R. & SCHAEFER, R.G. (1990): Characterization of organic matter in sulfur-rich lacustrine sediments of Miocene age (Nördlinger Ries, southern Germany). – In: ORR, W.L. & WHITE, C. M.: *Geochemistry of Sulfur in Fossil Fuels*. - American Chemical Society Symposium Series, **249**: 149–169; Washington.
- SCHAUDERNA, H. (1983): Die Diatomeenflora aus den miozänen Seeablagerungen im Nördlinger Ries. – *Palaeontographica*, **B 188**: 83–193; Stuttgart.
- SCHMIDT, G. & PERNICKA, E. (1994): The determination of platinum group elements (PGE) in target rocks and fall-back material of the Nördlinger Ries impact crater, Germany. – *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **58**: 5083–5090; Oxford.
- SHANAHAN, T. M., OVERPECK, J. T., ANCHUKAITIS, K. J., BECK, J. W., COLE, J. E., DETTMAN, D. L., PECK, J.A., SCHOLZ, C.A. & KING, J.W. (2009): Atlantic Forcing of Persistent Drought in West Africa. – *Science*, **324**: 377–380; Washington.
- SHOEMAKER, E.M. & CHAO, E.C.T. (1961): New evidence for the impact origin of the Ries Basin, Bavaria, Germany. – *Journal of Geophysical Research*, **66**: 3371–3378; Washington.
- STAUDACHER, T., JESSBERGER, E.K., DOMINIK, B., KIRSTEN, T. & SCHAEFFER, O.A. (1982): ^{40}Ar - ^{39}Ar ages of rocks and glasses from the Nördlinger Ries crater and the temperature history of impact breccias – *Journal of Geophysics*, **51**: 1–11; Berlin.
- STÖFFLER, D., ARTEMIEVA, N. A. & PIERAZZO, E. (2002): Modeling the Ries-Steinheim impact event and the formation of the moldavite strewn field. – *Meteoritics and Planetary Science*, **37**: 1893-1907; Lawrence.
- STÖFFLER, D., ARTEMIEVA, N. A., WÜNNEMANN, K., REIMOLD, U., JACOB, J., HANSEN, B. K. & SUMMERSON, I. A. T. (2013): Ries crater and suevite revisited - Observations and modeling. Part I: Observations. – *Meteoritics and Planetary Science*, **48**: 515–589; Lawrence.
- STURM, S., WULF, G., JUNG, D. & KENKMANN, T. (2013): The Ries impact, a double-layer rampart crater on Earth. – *Geology*, **41**: 531-534; Boulder.

- VON ENGELHARDT, W., STÖFFLER, D. & SCHNEIDER, W. (1969): Petrologische Untersuchungen im Ries. – *Geologica Bavarica*, **61**: 229-295; München.
- WEBER, E. (1941): Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Wemding. – *Abhandlungen des Naturkunde- und Tiergartenvereins für Schwaben e.V.*, **3** (geol.-paläont. Reihe, 2. Heft): 1-248; Augsburg.
- WOLFF, M. & FÜCHTBAUER, H. (1976): Die karbonatische Randfazies der tertiären Süßwasserseen des Nördlinger Ries und des Steinheimer Beckens. – *Geologisches Jahrbuch*, **D 14**: 3–53; Hannover.
- WÜNNEMANN, K., MORGAN, J. V. & JÖDICKE, H. (2005): Is Ries crater typical for its size? An analysis based upon old and new geophysical data and numerical modeling. – In: KENKMANN, T., HÖRZ, F., & DEUTSCH, A.: *Large Meteorite Impacts III*. – Geological Society of America Special Paper, **384**: 67–83; Boulder.

Teufe [m]	Lithologie
-1,00	anthropogene Aufschüttung: Weißjura-Schotter (hellgraue Mikrite, einzelne weißgraue Kieselknollen-Splitter)
-2,00	gerundeter Feinkies aus hellgrauem, Weißjurakalk, gelblichem Dedolomit, Grobquarze; etwas grünlichgrauer Ton
-3,00	gerundeter Feinkies aus hellgrauem, Weißjurakalk, gelblichem Dedolomit, Grobquarze; etwas grünlichgrauer Ton
-4,00	gelblichbraun-braun gestreifter toniger Silt (C org-reich, torfartig); gerundeter Feinkies aus hellgrauem Weißjurakalk, gelblichem Dedolomit, Grobquarze;
-5,00	einzelne blaugraue Ton-Fetzen; gerundeter Feinkies vorwiegend aus Weißjurakalk, Dedolomit, Grobquarze, einzelne Kristallingeröllchen
-6,00	gerundeter Feinkies aus Weißjurakalk, Dedolomit, Grobquarze, einzelne (braune) Eisensandstein- und (graue) Kristallingeröllchen
-7,00	dunkelgrau-blaugrau-weißgrau laminiertes Tonmergel
-8,00	dunkelgrau-blaugrau-grünlichgrau laminiertes Tonmergel, leicht sulfidisch, sekundäre Gipskristalle
-9,00	dunkelgrau-blaugrau-grünlichgrau laminiertes Tonmergel, leicht sulfidisch, sekundäre Gipskristalle; zwei mittelgraue, gelblich angewitterte mikrosparitische Kalksteinsplitter mit opaken Partikeln
-10,00	dunkelgrau-blaugrau-grünlichgrau laminiertes Tonmergel, leicht sulfidisch; untergeordnet dunkelgrauer laminiertes Tonmergel mit weißen Schalenfragmenten (Ostrakoden), grauer geschichteter Mergel mit winzigen kohligen Pflanzenhäckseln; sekundäre Gipskristalle; zwei mittelgraue, gelblich angewitterte mikrosparitische Kalksteinsplitter mit opaken Partikeln
-11,00	mittelgrau-dunkelgrau laminiertes Tonmergel, lagenweise weiße Ostrakodenschalen häufig (durch Kompaktion zerbrochen)

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrung Baldingen.

Teufe [m]	Lithologie
-12,00	mittelgrau-dunkelgrau laminiertes Tonmergel, lagenweise weiße Ostrakodenschalen häufig (durch Kompaktion zerbrochen), Schalenreste bis 3 mm Größe; grauer geschichteter Mergel (HCl ++) mit winzigen kohligem Pflanzenhäckseln; sekundäre Gipskristalle;
-13,00	grünlichgrau-mittelgrau laminiertes Ton bis Mergelton, sulfidisch; z.T. bräunlich verfärbt; sekundäre Gipskristalle
-14,00	grünlichgrau-mittelgrau laminiertes Tonmergel, sulfidisch; vereinzelt weiße kompaktierte Ostrakodenschalen; sekundäre Gipskristalle
-15,00	grünlichgrau-mittelgrau laminiertes siltiger Ton, sulfidisch; sekundäre Gipskristalle
-16,00	grünlichgrau-mittelgrau laminiertes Tonmergel, sulfidisch; rostbraun aufoxidierte Sulfdknollen; sekundäre Gipskristalle
-17,00	grünlichgrau-mittelgrau laminiertes Tonmergel, sulfidisch; rostbraun aufoxidierte Sulfdknollen; sekundäre Gipskristalle
-18,00	grünlichgrau-mittelgrau laminiertes Tonmergel; einzelne schwarzgraue Laminae
-19,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Tonmergel bis Mergel, einzelne helle Lagen mit weißen Ostrakodenschalenbruch (bis 2 mm) und weißen Peloiden;
-20,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Tonmergel bis Mergel, einzelne weiße Peloiden; sekundäre Gipskristalle
-21,00	hellgrau-mittelgrau schwach laminiertes Tonmergel bis Mergel, häufig weiße Peloiden; sekundäre Gipskristalle
-22,00	mittelgrau-blaugrau schwach laminiertes Tonmergel, leicht sulfidisch; sekundäre Gipskristalle
-23,00	hellgrau-grünlichgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln;
-24,00	hellgrau-grünlichgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln;
-25,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln;
-26,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; einzelne helle Lagen aus eckigem Quarz-Silt;
-27,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln;
-28,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln; einzelne mm-große kohlige Pflanzenhäckseln;
-29,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln und weißen Peloiden;
-30,00	weißgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrung Baldingen.

Eine Bohrung durch die miozänen Seesedimente des Impaktkraters Nördlinger Ries

Teufe [m]	Lithologie
-31,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln und weißen Peloiden; einzelne dunkelgraue sulfidische Lagen (z.T. aufoxidiert)
-32,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln und weißen Peloiden; eine weißgraue Lamelle mit undeutlichen Artemia-Pellets;
-33,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; mittelgraue Lagen sulfidisch mit opaken schwarzen Partikeln;
-34,00	hellgrau-hellgelblichgrau laminiertes Mergel, wenige opake schwarze Partikel;
-35,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln; einzeln weißgraue Lamellen mit undeutlichen Artemia-Pellets;
-36,00	weißgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-37,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; mittelgraue Lagen sulfidisch mit opaken schwarzen Partikeln; untergeordnet weißgrau-mittelgrau laminiertes Mergel mit Artemia-Pellets;
-38,00	weißgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-39,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln und weißen Peloiden; eine weißgraue Lamelle mit undeutlichen Artemia-Pellets;
-40,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln und undeutlichen Artemia-Pellets;
-41,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; helle Lagen mit opaken schwarzen Partikeln;
-42,00	mittelgrau-dunkelgrau laminiertes Tonmergel bis Mergel; dunkelgraue Lagen sulfidisch, z.T. rostig aufoxidiert; untergeordnet hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel;
-43,00	mittelgrau-dunkelgrau laminiertes Mergel; dunkelgraue Lagen sulfidisch;
-44,00	mittelgrau-dunkelgrau laminiertes Mergel; dunkelgraue Lagen sulfidisch; untergeordnet hellgrünlichgrau-mittelgrau laminiertes Mergel mit undeutlichen Artemia-Pellets;
-45,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; mittelgraue Lagen sulfidisch mit kohligem Pflanzenhäckseln (<mm); einzelne weißgraue Lamellen mit Artemia-Pellets;
-46,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel mit weißgrauen Lagen aus Artemia-Pellets; vereinzelt schwarzgraue Sulfid-Lamellen;
-47,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; mittelgraue Lagen sulfidisch mit kohligem Pflanzenhäckseln (<mm); einzelne weißgraue Lamellen mit Artemia-Pellets;
-48,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; abschnittsweise auch weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrung Baldingen.

Teufe [m]	Lithologie
-49,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; abschnittsweise auch weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-50,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; abschnittsweise auch weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets; einzelne sulfidische Lagen;
-51,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; abschnittsweise auch weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets; einzelne sulfidische Lagen;
-52,00	weißgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets; einzelne sulfidische Lagen;
-53,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; abschnittsweise auch weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-54,00	hellgrau-mittelgrau laminiertes Mergel; abschnittsweise auch weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-55,00	weißgrau-grünlichgrau laminiertes Mergel; weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-56,00	weißgrau-grünlichgrau laminiertes Mergel; weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-57,00	weißgrau-kraftig grünlichgrau feinst-laminiertes Mergel; weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-58,00	weißgrau-kraftig grünlichgrau feinst-laminiertes Mergel; weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-59,00	weißgrau-kraftig grünlichgrau, z.T. dunkelgrau feinst-laminiertes Mergel; weißgraue Lagen aus kompaktierten Artemia-Pellets;
-60,00	weißgrau-kraftig grünlichgrau feinst-laminiertes Mergel; weißgraue Lagen (bis 1 mm) aus kompaktierten Artemia-Pellets; ein doppelklappiger kompaktierter Ostrakode;
-61,00	schwarzgrau-dunkelgrünlichgrau feinstlaminiertes bituminöser Tonstein, leicht sulfidisch mit Gipsausblühungen (»Ölschiefer«); untergeordnet weißgrauer schwach bis ungeschichteter Kalkmergel;
-62,00	schwarzgrau-dunkelgrünlichgrau feinstlaminiertes bituminöser Tonstein, leicht sulfidisch mit Gipsausblühungen (»Ölschiefer«); untergeordnet weißgrau-grünlichgrau laminiertes Kalkmergel;
-63,00	schwarzgrau-braun feinstlaminiertes bituminöser Tonstein, leicht sulfidisch mit Gipsausblühungen (»Ölschiefer«); untergeordnet weißgrau-grünlichgrau laminiertes Kalkmergel und Tonmergel; ein 1.5 cm großes Kalksteinfragment (»Chironomiden-Tuff«) mit Röhrchen (0.5 mm Innendurchmesser)
-64,00	weißgrau-grünlichgrau wellig geschichteter Travertin, z.T. stromatolithartig und mikrobiell-peloidal; weißgrau-schwarzgrau laminiertes Kalkmergel; schwarzgrau-dunkelgrünlichgrau feinstlaminiertes bituminöser Tonstein, leicht sulfidisch mit Gipsausblühungen (»Ölschiefer«);
-65,00	weißgrau-grünlichgrau laminiertes Mergel mit einzelnen schwarzgrauen Lamellen; untergeordnet schwarzgrau-braun laminiertes bituminöser Tonstein (»Ölschiefer«);

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrung Baldingen.

Eine Bohrung durch die miozänen Seesedimente des Impaktkraters Nördlinger Ries

Teufe [m]	Lithologie
-66,00	mittelgrauer mergeliger Grobsandstein aus eckigen Quarzen, mit angerundeten Kristallingeröllchen (bis 1.5 cm Durchmesser; Granit)
-67,00	mittelgrauer mergeliger Grobsandstein bis Feinkies aus eckigen Quarzen und Kristallingeröllchen (bis 1.5 cm Durchmesser; Granit)
-68,00	mittelgrauer mergeliger Grobsandstein bis Feinkies aus eckigen Quarzen und Kristallingeröllchen (bis 1 cm Durchmesser; Quarz)
-69,00	mittelgrauer Fein- bis Grobsandstein (Quarz, Feldspat, wenige opake Minerale) in mittelgrauer, grünlichgrau angelaufener toniger Matrix (zersetzter Suevit? umgelagert?)
-70,00	mittelgrauer Fein- bis Grobsandstein (Quarz, Feldspat, wenige opake Minerale) in mittelgrauer, grünlichgrau angelaufener toniger Matrix (zersetzter Suevit? umgelagert?)
-71,00	mittelgrauer, schlecht sortierter Fein- bis Mittelsandstein mit einzelnen Grobquarzen; schwarze opake Mineralkörner und sulfidische kohlige Pflanzenhäcksel bis 2 mm;
-72,00	mittelgrauer toniger grobsandiger Kies aus angerundeten Kristallingeröllchen (0.5-1.5 cm Durchmesser); ein mittelgraues eckiges Jura-Mikritgeröllchen (8 mm Durchmesser)
-73,00	schwarz-grau gescheckter Gneis, weißgrauer grobkörniger Granit mit eingesprengten Fe-Sulfiden, grünlichschwarzgrauer Amphibolit mit weißen Feldspäten;
-74,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat), z.T. Eisensulfide (rostig anoxidiert), z.T. Foliation erkennbar (Orthogneis);
-75,00	weißgrauer-mittelgrauer grobkörniger Granit (Quarz, weiße Feldspäte, wenig Biotit); untergeordnet grünlichschwarzgrauer Amphibolit mit weißen Feldspäten;
-76,00	weißgrauer-mittelgrauer grobkörniger Granit (Quarz, weiße Feldspäte, wenig Biotit); untergeordnet grünlichschwarzgrauer Amphibolit mit weißen Feldspäten;
-77,00	weißgrauer-mittelgrauer grobkörniger Granit (Quarz, weiße Feldspäte, wenig Biotit); untergeordnet grünlichschwarzgrauer Amphibolit mit weißen Feldspäten;
-78,00	weißgrau-mittelgrauer Orthogneis (Foliation gut erkennbar) mit eingesprengten Eisensulfiden;
-79,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat), z.T. Eisensulfide (rostig anoxidiert), z.T. Foliation erkennbar (Orthogneis);
-80,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat), z.T. Eisensulfide (rostig anoxidiert), z.T. Foliation erkennbar (Orthogneis);
-81,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat), grobkörnig, z.T. Foliation erkennbar (Orthogneis);
-82,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat), grobkörnig, z.T. Foliation erkennbar (Orthogneis);
-83,00	schwarzgrauer biotitreicher Gneis, untergeordnet Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat); ein weißgraues, grün gesprenkeltes Kristallingestein;
-84,00	schwarzgrauer biotitreicher Gneis und Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat);

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrung Baldingen.

Teufe [m]	Lithologie
-85,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat), grobkörnig, z.T. Foliation erkennbar (Orthogneis);
-86,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat, untergeordnet Eisensulfide), grobkörnig, keine Foliation erkennbar; ein Kristallinfragment mit zerrütteten Feldspäten;
-87,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat, untergeordnet Eisensulfide), grobkörnig, keine Foliation erkennbar;
-88,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat, untergeordnet Eisensulfide), grobkörnig, keine Foliation erkennbar; ein weißgraues, grün gesprenkeltes Kristallingestein;
-89,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat, untergeordnet Eisensulfide), grobkörnig, keine Foliation erkennbar;
-90,00	Biotit-Granit (Quarz, Biotit, Feldspat, untergeordnet Eisensulfide), grobkörnig, keine Foliation erkennbar;
E. T.	

Tabelle 1: Schichtenverzeichnis der Bohrung Baldingen.