

Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins



Geologische Exkursionen
in die Region am südlichen Oberrhein
und weitere wissenschaftliche Beiträge



OBERRHEINISCHER
GEOLOGISCHER VEREIN E.V.
Gesellschaft für Regionale Geologie · Gegründet 1871

NF
105
2023

Neues von der Fossilagerstätte Öhninger Maar (Mittel-Miozän, Hegau)

News from the fossilagerstaette Öhningen Maar
(Middle Miocene, Hegau)

VON MICHAEL W. RASSER¹, MICHAELA SPISKE², MARTINA
BATTENSTEIN¹, ACHIM LEHMKUHL¹, RALF AMBROSIUS¹,
AXEL HANEWINKEL¹ & JAN MÜLLER¹

Mit 6 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Das miozäne Öhninger Maar ist eine der bekanntesten Fossilagerstätten Deutschlands. Ungefähr 1.500 fossile Arten wurden von dort beschrieben, und tausende Fossilien liegen in Museen auf der ganzen Welt. Allen voran der Riesensalamander *Andrias scheuchzeri*, der im 18. Jh. als Überreste eines Opfers der biblischen Sintflut gedeutet wurde. Trotzdem ist ausgesprochen wenig bekannt über seine Sedimente, seine Entstehungsbedingungen und Paläoökologie. Das Maar ist Teil des Hegau-Vulkangebiets und entstand im Mittel-Miozän vor rund 13 Mio. Jahren. Bei neuen Grabungen durch die Naturkundemuseen Stuttgart und Karlsruhe im Jahr 2021 konnten die hangenden Bereiche der Maarsedimente erfasst werden. Zum ersten Mal seit 1880 und 1952 waren sie wieder aufgeschlossen. Die Ablagerungen bestehen aus kalkigen Laminiten mit Einschaltungen von Tuffiten, laminierten und unstrukturierten Tonen, Sandsteinen mit Wellenrippeln, Kalksteinen und Kalksandsteinen. Sie weisen auf äußerst wechselhafte Ablagerungsbedingungen hin.

Abstract

The Miocene Öhningen Maar is one of the most famous fossilagerstaetten in the Tertiary of Germany. Around 1.500 fossil species have been described from there, and several thousands of fossils are stored in museums all over the world. One curiosity is the giant salamander *Andrias scheuchzeri*. Its skeleton was found in the 18th century, but was interpreted as the remains of a human drowned in

¹ PD Dr. M. W. RASSER, M. BATTENSTEIN, A. LEHMKUHL, R. AMBROSIUS, A. HANEWINKEL & J. MÜLLER, Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Rosenstein 1, 70372 Stuttgart; ² PD Dr. M. SPISKE, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, 76133 Karlsruhe. E-Mail des korrespondierenden Autors: michael.rasser@smns-bw.de.

the biblical deluge. Nevertheless, little is known about the lake sediments, their history of formation and paleocology. The maar is part of the Hegau volcanic area, formed during the Middle Miocene, about 13 Mio. years ago. New excavations conducted by the national history museums of Stuttgart and Karlsruhe in 2021 succeeded to study the hanging-wall parts of the lake sediments. For the first time after the historical excavations in 1880 and 1952, these deposits became exposed. They consist of calcareous laminites with intercalations of tuffites, laminated and unstructured clays, sandstones with wave ripples, limestones and sandy limestones. They witness changing depositional conditions.

Schlüsselwörter: Miozän, lakustrine Ablagerungen, Maarsee, Hegau-Vulkanismus, Öhningen

Keywords: Miocene, lacustrine deposits, maar lake, Hegau volcanism, Öhningen

Einführung

Die Ablagerungen des mittelmiozänen Öhninger Maarsees bei Wangen-Öhningen am Bodensee lieferten in Grabungen des 19. Jh. geschätzte 1.500 fossile Tier- und Pflanzenarten. Sowohl die Biodiversität, als auch der Erhaltungszustand macht Öhningen zu einer einzigartigen Fossilagerstätte. Fossilien aus historischen Funden liegen in vielen Museen weltweit. Obwohl diese Fundstelle eine Fülle von Fossilien lieferte und in zahlreichen Publikationen behandelt wurde, ist über den Lebensraum und die Position der Fossilien innerhalb der Abfolge wenig bekannt. Das liegt vor allem daran, dass die Fundstellen im 19. Jh. ausgebeutet wurden, als die geologischen Fundumstände oft noch von untergeordneter Bedeutung waren, sowie an dem fluktuierenden Fossilienhandel dieser Zeit.

Die Fundstelle und ihre Fossilien sind schon lange bekannt. Nach einer historischen Zusammenfassung von JÖRG (1966) wurden im so genannten Oberen Steinbruch (Abb. 1) bereits im Jahr 1500 Bausteine, Bodenplatten und Brennkalk abgebaut, später nutzten ihn auch Bildhauer. Die ersten Fossilien wurden bereits im 16. Jh. von Augustiner-Mönchen des nahegelegenen Klosters gesammelt und als Kuriositäten verkauft (NEUFFER & LUTZ 2000).

Bekannt wurde Öhningen vor allem durch den Fund eines Skeletts aus dem Jahr 1725, welches der Arzt J. J. SCHEUCHZER als „betäubtes Beingerüst von einem alten Sünder“ beschreibt, der bei der Sintflut ertrunken sei. Er nannte ihn *Homo diluvii testis*. Im Jahr 1811 präparierte G. CUVIER das fossile Skelett und identifizierte es als Schwanzlurch, heute bekannt als *Andrias scheuchzeri* (WESTPHAL 1958, und Literatur darin).

In den folgenden Jahrzehnen wechselte der Obere Steinbruch wiederholt den Besitzer. Zahlreiche Fossilien wurden dort kommerziell geborgen und in die ganze Welt verkauft (JÖRG 1966). Eine ausführliche Zusammenstellung der älteren Literatur, vor allem des 18. und 19. Jh., gibt STAUBER (1939). Sehr umfangreiche paläontologische Beschreibungen und Populärwissenschaftliches wurden von

OSWALD HEER (zusammengefasst in HEER 1865) publiziert. Er veröffentlichte ca. 500 Pflanzen- und 800 Insektenarten (HEER 1847–1853, 1855–1859, 1861). Seither gab es nur noch in den 1950er-Jahren eine Grabung der Universität Freiburg (RUTTE 1956). Neben den Insekten wurde noch eine Reihe weiterer Wirbeltierarten (z. B. HEER 1865; RUTTE 1956; LUTZ 1997; SALVADOR et al. 2022) sowie Wirbeltiere (z. B. GAUDANT 1980; RIETSCHEL et al. 1985; ZIEGLER 1986; HEIZMANN 1992) und Pflanzen beschrieben (z. B. HEER 1865 und Literatur darin; HANTKE 1965; MAI 1995).

Wir stellen hier eine neue Grabung an der Fundstelle Öhningen im September 2021 vor. Nach einem Überblick über den Stand der Forschung und über historische lithologische Begriffe, beschreiben und dokumentieren wir die ergrabenen hangenden Anteile der Maarseeablagerungen. Danach diskutieren wir die Rekonstruktion des Maarsees mit Hilfe neuer und publizierter Forschungsergebnisse.

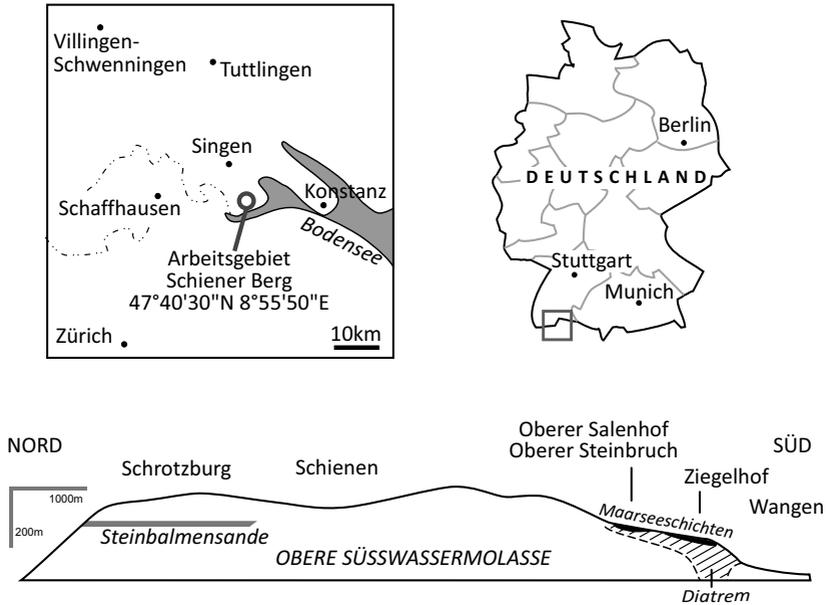


Abb. 1: Geologische Lage des Aufschlusses Oberer Steinbruch in Öhningen-Wangen, Schienerberg. Unten: Querschnitt durch den Schienerberg (nach SCHREINER 1984).

Fig. 1: Geology and position of the excavaton site “Oberer Steinbruch” in Öhningen-Wangen, Schienerberg. Below: Cross section through Schienerberg mountain (after SCHREINER 1984).

Geologie und Sedimente

Wie für Maarseen üblich, entstand das Öhninger Maar durch eine vulkanische Explosion, wobei der Diatrem die Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse durchschlug (Abb. 1). Nach TOBIEN (1986) und HEIZMANN (1992) können die Maarseeschichten der Miozänen Säugerzone MN7 (Mittel-Miozän) zugerechnet werden, was einem Alter von ca. 13 Mio. Jahren entspricht.

Die Fossilagerstätte Öhninger Maarsee liegt am Schienerberg und ist aus zwei historischen Steinbrüchen bekannt: dem Oberen und dem Unteren Steinbruch, sowie aus verschiedenen kleineren Aufschlüssen auf den Feldern ihrer Umgebung. Die genaue Lage des Unteren Steinbruchs bei der Ziegelhütte (Abb. 1) ist unbekannt. RUTTE (1956) fand bei seinen Grabungen vermutlich die Steinbruchwand, sein Schurf stürzte aber gleich wieder ein. JÖRG (1966) erwähnte,

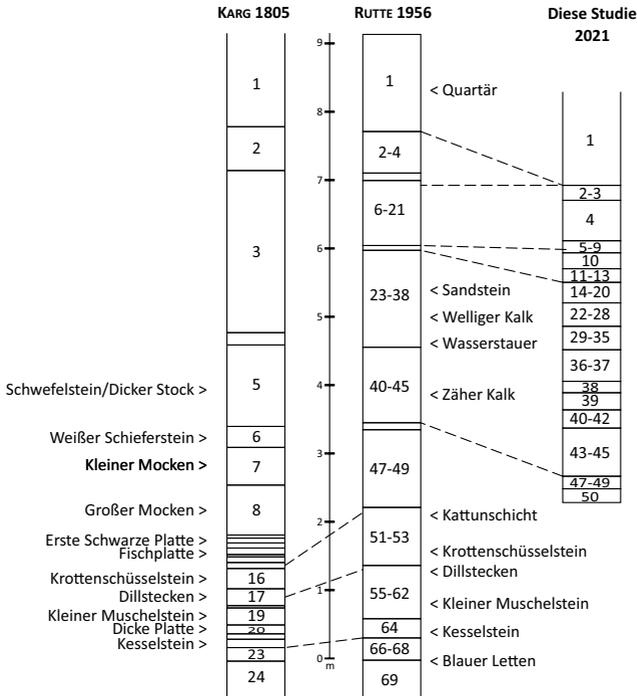


Abb. 2: Korrelation des präsentierten Profils mit vorhergehenden Grabungen (basierend auf der Zusammenstellung in RUTTE 1956).

Fig. 2: Correlation between published sedimentological logs and the 2021 log (based on RUTTE 1956).

dass im Bachbett bei der Ziegelhütte immer wieder feinstgeschichtete Kalke freigeschwemmt werden. Der Großteil der von OSWALD HEER (zusammengefasst in HEER 1865) veröffentlichten Insekten und Pflanzen dürften von hier stammen. Der Obere Steinbruch beim Oberen Salenhof liegt ca. 800 m entfernt und 50 Höhenmeter höher als der Untere. Dies veranlasste zahlreiche Diskussionen, ob es sich um zwei verschieden alte Seesysteme handelt, oder ob die beiden Aufschlüsse durch eine Störung voneinander getrennt sind (z. B. RUTTE 1956, und Literatur darin).

Geologische Untersuchungen und Profilbeschreibungen liegen nur vom Oberen Steinbruch vor. Laut RUTTE (1956) befinden sich alle diese Profile im W oder N des Oberen Bruchs; die genauen Stellen sind aber nicht mehr bekannt. Die abgebaute Fläche betrug 250 x 100 m. Abweichungen zwischen den Profilen ergeben sich offensichtlich durch laterale fazielle Schwankungen. Hier fand auch in den Jahren 1950 bis 1952 eine Grabung des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Freiburg statt (RUTTE 1956). Erstmals seit 1880 waren die Schichten in dem historischen Steinbruch wieder vollständig aufgeschlossen. Leider stürzte die hangende Moräne ein und verfüllte den Steinbruch wieder vollständig, sodass eine weitere Arbeit unmöglich war. Die Fossilfunde waren sehr spärlich, wie RUTTE (1956: 209) betont.

In der Literatur finden sich einige historische Gesteinsbezeichnungen für die Schichten, teilweise wahrscheinlich alte Steinmetzbegriffe, die sich schwer zuordnen lassen und in unserer Grabung zum großen Teil nicht angetroffen wurden. Daher werden diese hier kurz zusammengefasst, wobei wir uns vor allem auf die Zusammenstellungen der Literatur in RUTTE (1956: 203 ff.) beziehen, nämlich: KARG (1805), ergänzt durch BRUCKMANN (1850), HEER (1858), SCHILL (1858) sowie RUTTE selbst (RUTTE 1956). Die Schichten werden hier vom Hangenden ins Liegende beschrieben. Zur Korrelation vergleiche Abb. 2.

Schwefelstein oder Dicker Stock: dichter, gelblich-grauer Kalk mit muscheligen Bruch, fossiler (KARG 1805).

Weißer Schieferstein: hygrophiler („hängt fest an der Zunge“), unverfestigter kalkiger Laminit mit zahlreichen Pflanzenfossilien, Fischen und Insekten. Vorherrschend Libellenlarven (KARG 1805).

Libellenschicht: dünnschichtiger Kalkstein mit Libellenlarven, Süßwasser- und Landschnecken. Wird nur bei SCHILL (1858) erwähnt und dürfte zwischen RUTTES Schichten 35 und 36 anzusiedeln sein.

Kleine(r) Mocken, Mollenstein: feingeschichteter bis laminiertes schwarzbrauner Kalkmergel mit deutlichen Pflanzenlagen (KARG 1805).

Großer Mocken, Dicke Mocken: laminiertes, kantig brechendes, weißes bis bläulichgrauer Kalkstein mit schlecht erhaltenen Pflanzenresten (KARG 1805).

Salamanderplatte: unklare Lage zwischen Mocken und Schwarze Platte. „Schwarzes Gestein“ mit Funden des Riesensalamanders (*Andrias*) (HEER 1858).

Schwarze Platte: grauer Kalkschiefer mit bräunlich-schwarzen Pflanzenlagen und Glimmer. Selten Hecht (*Esox*) und Riesensalamander (*Andrias*) (KARG

1805) sowie eine Schildkröte (HEER 1858).

Weißer Platte: weißer bis hellgrauer Kalkstein, dünnblättrig, „geeignet für Pflastersteine an trockenen Orten“. Dendriten an der Oberfläche. Fossilien sind selten, aber sehr gut und vollständig erhalten (KARG 1805).

Fischplatte, Ofenplatte: weißer, sehr heller Laminit, schwach verfestigt und nicht gut spaltbar. Zahlreiche Fische und Landschnecken („Heliciten“) (KARG 1805).

Schildkrötenplatte: Fundschicht einer Schildkröte, wird nur in SCHILL (1858) erwähnt. Korrelation unklar.

Kattunschicht, Cordonstein, Cottonstein: Schicht reich an Pflanzenfossilien (HEER 1858).

Krottenschüsselstein, Krottenschüssel: schwärzlichgrauer, dichter, glimmerführender Kalkstein mit muscheligen Bruch. Zahlreiche Pflanzenhäckseln, Landschnecken und Muschelschalen (KARG 1805). Das härteste Gestein der Abfolge nach HEER (1858).

Dillstecken: grauer Kalkmergel, plattig spaltend, Fossilien selten. Wird zum Kalkbrennen verwendet (KARG 1805).

Kleiner Muschelstein: gelblichgrauer Kalkmergel, grobblättrig, grobkörnig, leicht hygrophil („hängt nur schwach an der Zunge“), scharfkantig brechend. Glimmerführend, reich an Landschnecken (KARG 1805).

Dicke Platte: grauer Kalkmergelstein, eben spaltend mit vielen Pflanzenhäckseln (KARG 1805).

Dicke weiße Platte: Schicht mit großen Fischen, Kleinsäufern (*Lagomys*), Blattfloren (KARG 1805). Wahrscheinlich nicht synonym mit der oben erwähnten „Weiße Platte“ oder „Dicke Platte“.

Kesselstein: liegendste lithifizierte Bank. Grauweißer bis rotgrauer Kalkmergel. Zahlreiche kleine Landschnecken. An der Basis, über den blauen Letten, fand sich die „schönste Flora“ und zahlreiche Insekten (KARG 1805). Dies dürfte die Hauptfundsicht der von HEER beschriebenen Pflanzen und Insekten sein.

Blauer Letten: dies dürfte das tiefste jemals aufgeschlossene Seesediment sein (RUTTE 1956).

Methoden

Mit Bagger, Schaufel und Pinsel wurde im September 2021 das Profil an der alten noch erkennbaren Steinbruchwand des Oberen Steinbruchs gegraben. Das Grabungsteam bestand im Wesentlichen aus den Autoren, unter besonderer Mithilfe von Herrn DAN BLUMER und seiner Familie vom Oberen Salenhof. Bei der Profilaufnahme versuchten wir, die aufgeschlossenen Schichten mit dem Profil von RUTTE (1956: Beilage 4) abzugleichen. Spaltbares Material wurde geborgen und vor Ort gespalten und nach Fossilien durchsucht. Für die dauerhafte Dokumentation wurden zahlreiche Fotos gemacht und Proben genommen. Teilweise wurden auch ganze Profilsäulen geborgen (Abb. 4 b). Von den härteren Gesteinen wurden Dünnschliffe gemacht (Abb. 5), außerdem wurden die

Laminite unter dem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Sämtliche Proben werden am Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart gelagert.

Ergebnisse

Die Grabung wurde im E der alten Grubenwand durchgeführt, an der laut den Grundstücksbesitzern die Grabung in den Jahren 1950 bis 1952 durchgeführt wurde. Rund einen Meter oberhalb des heutigen Niveaus wurden auch relativ rasch Mergel und rotbraune Tuffite angetroffen. Die Schichtnummern Ö# wurden von den Autoren während der Profilaufnahme vergeben und – soweit möglich – mit jenen von RUTTE (R#) korreliert. Die Nummerierung erfolgte vom Hangenden ins Liegende (Abb. 3 und Tab. 1).

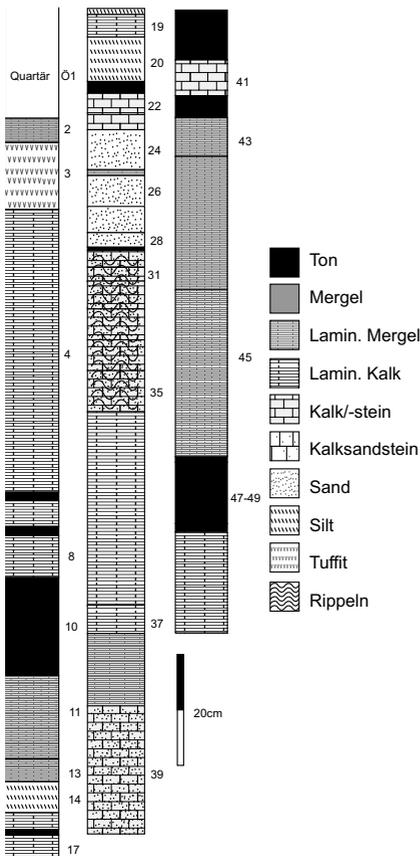


Abb. 3:
Detailprofil der im September 2021 durchgeführten Grabung.

Fig. 3:
Detailed log of the excavation conducted in September 2021.

Tab. 1: Beschreibung des Profils in der Grabung von 2021 und Korrelation mit der Profilbeschreibung von RUTTE (1956).

Table 1: Description of the stratigraphic profile documented in 2021, and correlation with the beds of RUTTE (1956).

Schicht-Nr.	Nr. bei RUTTE	Mächtigkeit	Beschreibung
Ö1	R1	>200 cm	Dunkelgraue glaziale Ablagerungen (Moräne), tonig mit Kies.
Ö2	R10	4–5 cm	Unruhig laminierte Mergel, stark kalkig. Der von RUTTE erwähnte Biotit konnte nicht bestätigt werden.
Ö3	R12 bis R14	12 cm	Ocker-brauner Tuffit, mit Schichten von je 4 cm; keilt nach S aus. Darin 3–4 cm dicke, zerrüttete Schicht (wie Ö2).
Ö4		50 cm	Laminierter Kalk und Ton, 6–7 Pakete mit je 5–7 cm Mächtigkeit, getrennt von 1–2 cm mächtigen braunen tonigeren Lagen.
Ö5	R16	0,5–2 cm	Unruhig durchgehendes dunkelgrau-braunes Tonband, fetter Ton.
Ö6		4–5 cm	Laminierter Kalk und Ton, an Basis sehr fein.
Ö7		1–2 cm	Hellgrau-brauner Ton.
Ö8	R21	5–10 cm	Wie Ö4.
Ö9		wenige mm	Dünne siltige Lage
Ö10	R22	12–15 cm	Dunkelbrauner Ton. In den oberen zwei Dritteln deutliche synsedimentäre Sedimentdeformationsstrukturen (<i>load cast</i> oder <i>ball and pillow structure?</i>) aus hellerem Ton mit leicht erhöhtem Anteil von feinem Silt. Top unruhig bis zerrüttet. Möglicher Seismit. RUTTES Pflanzenhäcksel und Glimmer konnten nicht bestätigt werden.
Ö11		1,5 cm	Heller laminiertes Mergel, mit HCl leicht brausend.
Ö12		1–5 mm	Tonband.
Ö13		4 cm	Laminierter Mergel, hell, mittelmäßig brausend.
Ö14		6–7 cm	Heller grau-brauner Silt, sehr viel Hellglimmer, leicht kalkig, obere 1–2 cm oxidiert. Helle Schlieren (wie in Ö20).
Ö15		3 cm	Laminierter Kalk.
Ö16		< 1 cm	Tonband mit schwankender Mächtigkeit.
Ö17	R26	4 cm	Laminierter Kalk.
Ö18		1 cm	Silt wie Ö14.
Ö19		4 cm	Laminierter Kalk, Basis toniger.
Ö20		8 cm	Silt, etwas grauer als Ö14 und Ö18. Weiße Schlieren senkrecht und waagrecht, eventuell Bioturbation.

Neues von der Fossilagerstätte Öhninger Maar

Schicht-Nr.	Nr. bei RUTTE	Mächtigkeit	Beschreibung
Ö21	R27	1,5–3 cm	Markante dunkelbraune Lage: Ton, leicht siltig, Pflanzenhäcksel. RUTTES Glimmerlage konnte nicht bestätigt werden.
Ö22	R28	3–4 cm	Sehr harter Kalk, cremefarben.
Ö23	R29	2–4 cm	Heller Kalk, porös, laminiert, sehr unruhig.
Ö24		6–8 cm	Braun-oxidierter Feinsand mit Hellglimmer, kalkig, sehr unruhige Oberfläche.
Ö25	R30	0,6–1,3 cm	Laminierter Mergel, dunkler und weniger kalkig als Ö24.
Ö26		5–6 cm	Glimmerführender kalkiger Feinsand, jedoch weniger oxidiert als Ö24, scheint lagig zu sein.
Ö27		4–5 cm	Sandstein, härter und feiner als Ö26, laminiert, mit Glimmer, kalkig, wellig.
Ö28		2–3 cm	Sandstein, weniger verfestigt als darüber, kalkiger.
Ö29		< 0,5 cm	Mittelbrauner Ton, Mächtigkeit stark schwankend.
Ö30		3 cm	Feiner Kalksand, feiner und heller als darüber, laminiert.
Ö31		2–3 cm	Glimmerführender Kalksandstein, Mittelsand, oxidierte Minerale, Rippeln an der Oberfläche.
Ö32		5 cm	Wie Ö31, Rippeln leicht asymmetrisch, Rippel streichen 153°/68°.
Ö33	R34	5–6 cm	Wie Ö31, Rippel streichen 146°/43°.
Ö34		5–6 cm	Wie Ö31.
Ö35		6–9 cm	Wie Ö31, aber stark bituminös riechend, unruhige Oberfläche, undeutliche bzw. unsichere Rippeln.
Ö36		15 cm	Laminierter Kalkstein, leicht bituminös riechend, gut spaltbar, Pflanzenreste, oberste 2 cm blasig aufgewölbt, Hohlräume unverfüllt.
Ö37		5 cm	Laminierter Kalkstein wie Ö36, aber härter.
Ö38		13 cm	Laminierter Mergel, weicher als vorhergehende Schichten, gut spaltbar, braust nicht mit HCl, ins Liegende hin toniger; Pflanzenreste auf Schichtoberfläche.
Ö39	R37	23 cm	Kalksandstein, obere Schichtfläche sehr uneben (Entwässerungsstrukturen oder Schlammvulkane?), obere 5 cm bilden eine einzelne Bank, Rest sehr massiv, glimmerführend.
Ö40	R38	8–10 cm	Fetter braun-grauer Ton, im Hangenden gelb.
Ö41	R39	6–7 cm	Markanter, harter, muschelrig brechender Kalkstein, rot-braun, braust schnell und stark.
Ö42	R40	2–5 cm	Fetter Ton.
Ö43	R41	7 cm	Laminierter Mergel, im Liegenden brauner und toniger, inkohlte Pflanzenreste.

Schicht-Nr.	Nr. bei RUTTE	Mächtigkeit	Beschreibung
Ö44	R42	24 cm	Laminiert, obere 7 cm heller, leicht siltig, ins Liegende dunkelgrau-braun, Lamination wechselt. Hellere Linsen in einzelnen Horizonten.
Ö45	R44	30 cm	Laminiert, sehr kompakt, siltig, bröselig, Hellglimmer führend. Bei RUTTE als Mergel bezeichnet, braust aber nicht mit HCl.
Ö46	R45	1 cm	Dunkelbraun, blättrig, Glimmer auf den Schichtflächen, Pflanzenhäcksel.
Ö47	R46	11 cm	Ton, Pflanzenreste, braust nicht.
Ö48	R47	2–3 cm	Siltiger und kalkiger als Ö46.
Ö49		1–2 cm	Fetter Ton, grünlich.
Ö50		18 cm	Laminiert, kalkig, siltig, Basis unklar wegen Aufschlussverhältnissen.

Interpretationen und Diskussion

Die auffälligsten Ablagerungen im Hangenden der Abfolge sind Laminite, wie sie für einen Maarsee charakteristisch sind: Ein geringer Durchmesser des Beckens und eine große Wassertiefe führen zu einem sauerstoffarmen tiefen Becken mit geringer Wasserzirkulation. Im anderen bekannten Maar SW-Deutschlands, dem Randecker Maar, sind sie sehr häufig und ermöglichen die Entstehung von Konservatlagerstätten (RASSER et al. 2013). Es handelt sich dort um jahreszeitliche Warven, mit pflanzenreichen Winterlagen und Kalkschlamm als Ausfällungsprodukt der Sommermonate. Im Öhninger Maar ist beides nicht der Fall: weder sind hier Fossilien erhalten, noch unterscheiden sich die Laminite im Dünnschliff oder Rasterelektronenmikroskop sonderlich (Abb. 5). Es handelt sich meist um reine Kalzite ohne wechselnde Korngröße oder Zusammensetzung, und Fossilien fehlen völlig. Ob das mit dem Ablagerungsraum zusammenhängt oder mit einer diagenetischen Überprägung, kann im Augenblick noch nicht gesagt werden.

Abb. 4: Geländefotos. Die Schichtnummern Ö# sind die Nummern unserer Grabung. Auf Papier angeheftete Nummern sind Korrelationen mit den Schichten von RUTTE (1956), in der Profilbeschreibung mit R# bezeichnet. (a) Übersicht. (b) Entnahme von Profilblöcken für die dauerhafte Archivierung und für zukünftige Bearbeitungen. (c) Einschaltungen von Tuffiten in kalkige Laminiten (eventuell seismisch), stark zerrüttet. (d) Detailaufnahme der Laminiten. (e) Wechsellagerung von Laminiten und Tonen [vgl. Abb. (f) für den Maßstab]. (f) Nahaufnahme von Abb. (e) mit syngedimentären Deformationsstrukturen in Bank Ö10 (Seismit?).

Fig. 4: Outcrop photographs. Bed numbers Ö# are from our excavations. The numbers on paper are those beds that could be correlated with RUTTE (1956), herein quoted as R#. (a) Overview. (b) Excavation of larger sediment blocks for future studies. (c) Intercalations of tuffite layers within calcareous laminities. (d) Details of the laminites. (e) Interbedding of laminites and clays [compare Fig. (f) for scale]. (f) Close-up of Fig. (e) with syngedimentary deformational structures in bed Ö10 (seismit?).

Neues von der Fossilagerstätte Öhninger Maar



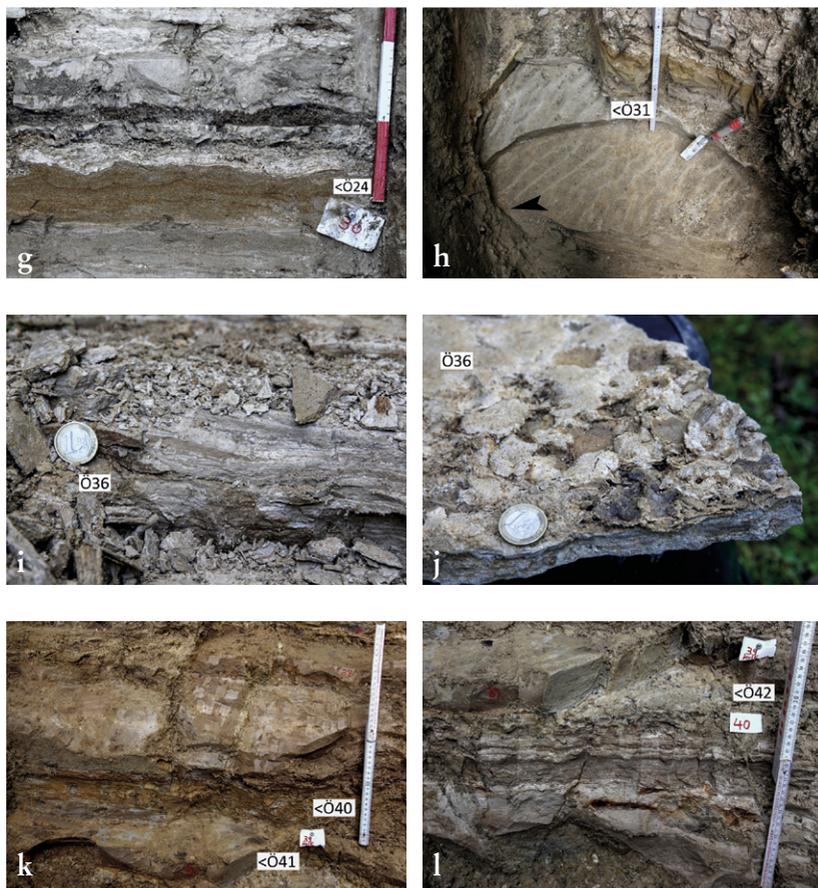


Abb. 4: (Fortsetzung). Geländefotos. Die Schichtnummern Ö# sind die Nummern unserer Grabung. Auf Papier angeheftete Nummern sind Korrelationen mit den Schichten von RUTTE (1956), in der Profilbeschreibung mit R# bezeichnet. (g) Braun oxydierte Siltlage (Tuffite?, Ö24) und darüber die dunkle Lage mit Pflanzenhäckseln (Ö21). (h) Wellenrippeln, Pfeil zeigt nach N. (i-j) Schicht Ö36 mit auffällig blasig gewölbter Lage. (k-l) Sedimente der liegenden Einheiten.

Fig. 4: (continued). Outcrop photographs. Bed numbers Ö# are from our excavations. The numbers on paper at those beds that could be correlated with RUTTE (1956), herein quoted as R#, are indicated. (g) Brownish oxidized silt layer (tuffite?, Ö24) and overlying dark layer with plant remains (Ö21). (h) Wave ripples, arrow points to the north. (i-j) Bed Ö36 with blistered upper layer. (k-l) Sediments of the underlying beds.

Ein weiteres charakteristisches Element, das ebenfalls im Randecker Maar vorkommt, sind Tuffite (Abb. 4 a, c, g). Sie sprechen für wiederholte vulkanische Explosionen in der Umgebung des Öhninger Maarsees. Nach den Eruptionen wurden die vulkanischen Auswurfprodukte in den Maarsee eingeschwemmt und bilden dort auffällige Lagen. Das Vorkommen von Tuffiten steht im Zusammenhang mit dem bis in das Obermiozän aktiven Hegau-Vulkanismus (LIPPOLT et al. 1963; KELLER 1995).

Im Zusammenhang mit Vulkanausbrüchen sind auch die syndesimentären Deformationsstrukturen im oberen Bereich von Schicht Ö10 zu sehen (Abb. 4 e, f). Bei ihnen könnte es sich um durch Erdbeben verursachte *load casts* oder *ball-*

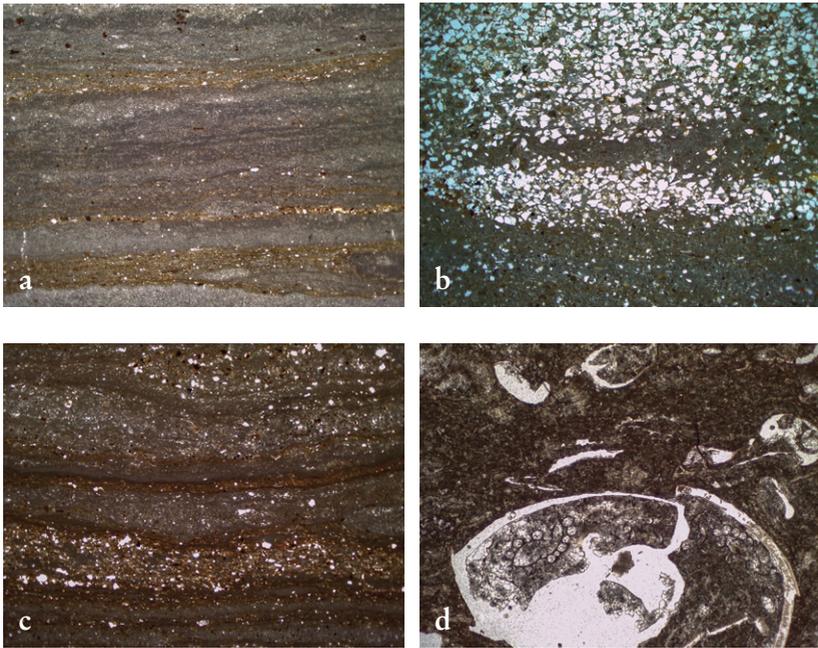


Abb. 5: Petrographische Dünnschliffe. (a) Schicht Ö11, Laminit (Bildbreite 10 mm). (b-c) Schicht Ö41 (Bildbreite 10 mm). (d) Lesestein vom Feld des Unteren Saalenhof mit Gastropoden und Characeen-Stielgliedern (Bildbreite 5 mm), diese Fazies wurde im Profil nicht nachgewiesen.

Fig. 5: Petrographic thin sections. (a) Bed Ö11, laminite (image width 10 mm). (b-c) Bed Ö41 (image width 10 mm). (d) Loose rock found on the fields of the surrounding with gastropods and characean algae stems (image width 5 mm); this facies is not present in the studied log.

and-pillow Strukturen handeln (z. B. LEE et al. 2010). Bei den blasig aufgewölbten Hohlräumen im oberen Teil von Schicht Ö39 könnten Entwässerungsstrukturen vorliegen, die ebenfalls im Zusammenhang mit Erschütterungen während Erdbeben stehen.

Eine Fazies, die in Maarsee-Ablagerungen ausgesprochen ungewöhnlich ist, sind die Wellenrippeln auf den Oberflächen der Schichten Ö31 bis Ö34 (Abb. 4 h). Es handelt sich um teils bifurkate, symmetrische Oszillationsrippeln. Sie sprechen für höhere Wasserenergie und ein recht flaches Wasser. Die Sande dürften umgelagerte Sande der Oberen Süßwassermolasse sein. Vielleicht haben Unwetterereignisse, wie auch im Fall der Tuffite, zu einem verstärkten Sedimenteintrag aus der Umgebung geführt, oder es handelt sich um Sedimenttransport durch Flüsse, welche in den Maarsee mündeten. Für Letzteres spricht auch der Fossilbefund, denn die nächsten rezenten Verwandten des Riesensalamanders leben in klaren Fließgewässern mit felsigem oder kiesigem Grund. Dementsprechend schlug WESTPHAL (1958) vor, dass die Salamander (genau so wie manche Fische, siehe BÖTTCHER 1987) parautochthone Faunenelemente sind, die als Kadaver aus dem Fluss in den See transportiert und dann dort abgelagert wurden. Die Funde von *Andrias scheuchzeri* stammen durchwegs aus „schwarzem Gestein“, einmal wird schwarzer Kalkschiefer erwähnt, sowie Pflanzenreste an den Schichtflächen (KARG 1805 und HEER 1858, in RUTTE 1956).

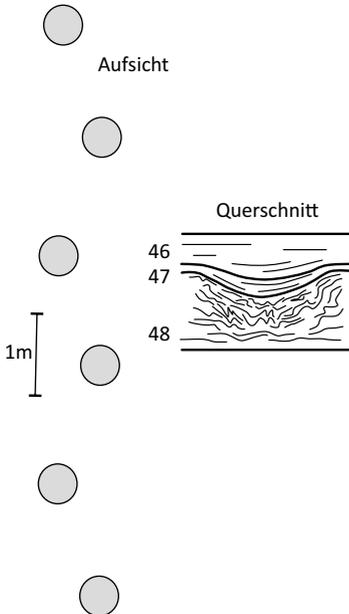


Abb. 6:

RUTTES „Lage der *Mastodon*-Fährte in Schicht 48“ in Aufsicht und im Querschnitt (nachgezeichnet nach RUTTE 1956: Abb. 17).

Fig. 6:

RUTTE'S "Layer with *Mastodon* tracks in Bed 48" in aerial view and cross-section (redrawn from RUTTE 1956: Fig. 17).

Eine Kuriosität sind sechs in einer Reihe diagonal angeordnete, kreisrunde Eintiefungen an der Oberfläche von RUTTES Schicht 48 (Abb. 6), die dieser als Fährte eines „Mastodonten“, also eines Rüsseltiers, interpretierte. Er begründet die Wassertiefe an dieser Stelle aufgrund der Schulterhöhe miozäner Rüsseltiere mit weniger als zwei Meter. Die Interpretation ist auf den ersten Blick schlüssig, allerdings sind Rüsseltiere Passgänger, das heißt, ihre Fährten zeigen immer jeweils ein Vorder- und ein Hinterbein nebeneinander. Das ist aber in RUTTES Zeichnung nicht der Fall, die Trittsiegel sind diagonal angeordnet. Bei unserer Grabung konnten wir die entsprechende Bank nicht erreichen bzw. nicht identifizieren.

Ablagerungsmodell

Beim Öhninger Maarsee handelt es sich um einen typischen Maarsee: aufsteigendes Magma explodierte beim Kontakt mit Grundwasser und sprengte einen Trichter in die Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (z. B. SCHREINER 1966; LUTERBACHER 1997; DOPPLER et al. 2005). Dieser See füllte sich mit Grund- und Regenwasser. Das Einsetzen der See-Entwicklung im Liegenden der bisher bekannten ca. 8 m mächtigen Seeablagerungen ist unbekannt.

Nach RUTTE (1956) war der See länglich und mindestens 500 x 960 m groß. Unter Berücksichtigung der historischen Befunde lässt sich sagen, dass die 8 m mächtigen Seesedimente eine stark wechselnde Sedimentation aufweisen. Laminiten, Tone und (Kalk-)Sandsteine sind über das gesamte Profil verteilt. Das weist auf wechselhafte Ablagerungsbedingungen hin, entweder durch Wasserspiegelschwankungen oder/und wechselnden Sedimenteintrag durch einmündende Flüsse. NEUFFER & LUTZ (2000) interpretierten den Öhninger See aufgrund des Vorhandenseins von Laminiten und des Fehlens von Bioturbation als einen meromikten See, also ein stehendes, geschichtetes Gewässer ohne vollständige vertikale Wasserzirkulation.

Dünnschliffanalyse und Rasterelektronenmikroskopie der Laminiten zeigen keinen sedimentologischen oder paläontologischen Hinweis auf jahreszeitliche Warven, auch wenn diese in einem Maar zu erwarten wären. Allerdings kann das an einer diagenetischen Überprägung liegen. Weitere Analysen von Laminiten wären hier zielführend.

Der einzige Hinweis auf die Wassertiefe sind die Wellenrippeln, aber mehr als die Interpretation von „Flachwasser“ erlauben auch diese nicht. Länger anhaltende anoxische oder hypoxische Bedingungen können aus den Ablagerungen kaum rekonstruiert werden. Die Laminiten können als „Stillwasser“ interpretiert werden, aber zur Wassertiefe lässt sich auch hier wenig sagen. Die Sequenz zeigt somit innerhalb der 8 m Seesedimenten keinerlei Verflachung (*shallowing-upward*), wie es in einem See zu erwarten wäre. Die eigentliche Verlandungsphase folgte also noch über den bisher bekannten Profilen und ist somit durch glaziale Prozesse erodiert worden. Nach RUTTE (1956) ging die eigentliche, mind. 8 m mächtige Maarseeentwicklung („Untere Öhninger Schichten“) ins Hangende in

ein deutlich großflächigeres Seesystem mit den Mergeln der „Oberen Öhninger Schichten“ über.

Ausblick

Wie bereits bei der Grabung von ERNST RUTTE in den 1950er Jahren, konnten auch wir die reichhaltigen Fundhorizonte der Fossilagerstätte Öhningen nicht erreichen. In unserem Fall wäre eine weitere Abtiefung um zwei bis drei Meter erforderlich gewesen. Dies würde eine entsprechend große Grabungsfläche und die aufwändige Abstützung der Böschungen erforderlich machen. Dem müssten umfangreiche baueologische Untersuchungen vorangehen (z. B. Bodenradar), um zu erfassen, wo im Untergrund noch abbaubare Schichten vorhanden sind. Für das Verständnis des See-Systems und seiner Entwicklung wären außerdem Kernbohrungen erforderlich, die bis zum unterlagernden vulkanischen Gestein des Diatremes reichen.

Danksagung: Folgenden Personen sind wir zu besonderem Dank verpflichtet: Herrn WERNER PFLÜGER (Museum Fischerhaus) für die Initiative und Anregung zur Grabung; ohne ihn hätte diese Grabung nicht stattgefunden; Herrn DAN BLUMER (Oberer Salenhof / Salenhof Lamm) und seiner Familie für die Genehmigung der Grabung, wichtige Hinweise zur Grabungsstelle und vor allem für die tatkräftige Mithilfe. Wertvolle und für den Grabungserfolg ausschlaggebende Unterstützung kam außerdem von Herrn Prof. Dr. MATTHIAS BARTELS (Museum Fischerhaus). In diesem Umfang war die Grabung nur aufgrund großzügiger finanzieller Unterstützungen durch den Förderverein Fischerhaus Wangen am Untersee (mit mehreren anonymen Spendern), der Gesellschaft zur Förderung des Naturkundemuseums Stuttgart und dem Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg möglich. Herr CHRISTOPH WIMMER-PFEIL (Stuttgart) fertigte die Dünnschliffe an, Frau CRISTINA GASCO MARTIN (Stuttgart) bediente das Rasterelektronenmikroskop. Ihnen ist für ihre wertvolle Hilfe gedankt.

Schriften

- BÖTTCHER, R. (1987): Neue Funde von *Andrias scheuchzeri* (Cryptobranchidae, Amphibia) aus der süddeutschen Molasse (Miozän). – Stuttgarter Beitr. Naturkd., Ser. B, 131: 38 S.; Stuttgart.
- BRUCKMANN, D. (1850): Flora oeningensis fossilis. Die Öhninger Steinbrüche, das Sammeln in denselben und die bis jetzt dort gefundenen Pflanzenreste. – Jh. Ver. Vaterländ. Naturkd. Wtbt., 2: 215–263; Stuttgart.
- DOPPLER, G., HEISSIG, K. & REICHENBACHER, B. (2005): Die Gliederung des Tertiärs im süddeutschen Molassebecken. – Newsl. Stratigr., 41(1–3): 359–375; Stuttgart.
- GAUDANT, J. (1980): Mise au point sur l'ichthyofaune miocene d'Öhningen (Baden, Allemagne). – C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. D, 291: 1033–1036; Paris.
- HANTKE, R. (1965): Die fossilen Eichen und Ahorne aus der Molasse der Schweiz und von Öehningen (Süd-Baden). Eine Revision der von OSWALD HEER diesen Gattungen zugeordneten Reste. – Neujahrsbl. Naturforsch. Ges. Zürich, 1965: 140 S.; Zürich.
- HEER, O. (1847–1853): Die Insektenfauna der Tertiärbildes von Öehningen und Radoboj in Kroatien. Abteilung I–III. – 229 S., 264 S., 139 S.; Leipzig (Engelmann).
- HEER, O. (1855–1859): Flora tertiaria Helvetica. Abteilung I–III. – 117 S., 110 S., 378 S.; Winterthur (Wurster).

- HEER, O. (1861): Recherches sur le climat et la vegetation du pays Tertiaire. – 220 S.; Winterthur (Wurster).
- HEER, O. (1865): Die Urwelt der Schweiz. – 622 S.; Zürich (Schultheß).
- HEIZMANN, E. P. J. (1992): Das Tertiär in Südwestdeutschland. – Stuttgarter Beitr. Naturkde., Ser. C 33: 61 S.; Stuttgart.
- JÖRG, E. (1966): Die Öhninger Steinbrüche. – In: BERNER, H. (Hrsg.): Dorf und Stift Öhningen, S. 29–38; Singen (Schwarzwälder Bote).
- KARG, J. M. (1805): Über den Steinbruch zu Öhningen bey Stein am Rhein und dessen Petrefakte. – Denkschr. vaterl. Ges. d. Ärzte u. Naturf. Schwabens, 1: 1–74; Tübingen.
- KELLER, J. (1995): Tertiary alkaline volcanism of SW Germany: Rhinegraben, Kaiserstuhl, Hegau, Urach. – In: FITTON, J. G. & UPTON, B.G.J. (Hrsg.): Conference Report: Alkaline igneous rocks: A review symposium. – J. Geol. Soc. London, 142: 703; London.
- LEE, H. I., PAIK, I. S. & CHUN, J. H. (2010): Soft-sediment deformation structures in the Cretaceous Jinju Formation in the Sacheon area, Korea: occurrences and origin. – J. Geol. Soc. Korea, 46: 305–315; Seoul.
- LIPPOLT, H. J., GENTNER, W. & WIMMENAUER, W. (1963): Altersbestimmungen nach der Kalium-Argon-Methode an tertiären Eruptivgesteinen Südwestdeutschlands. – Jahresh. Geol. Landesamt Baden-Württ., 6: 507–538; Freiburg.
- LUTERBACHER, H. (1997): Stratigraphy and facies evolution of a typical foreland basin – the Tertiary Molasse Basin (Lake Constance Area and Allgäu). – Gaea heidelbergensis, 4: 123–140; Heidelberg.
- LUTZ, H. (1997): Taphozöosen terrestrischer Insekten in aquatischen Sedimenten – ein Beitrag zur Rekonstruktion des Paläoenvironments. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 203: 173–210; Stuttgart.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. – 691 S.; Jena – Stuttgart – New York (Fischer).
- NEUFFER, F. O. & LUTZ, H. (2000): Exkursionsführer Internationale Maar-Tagung 2000. – Mainzer Naturwiss. Archiv, Beiheft 24: 1–160; Mainz.
- RASSER, M. W., BECHLY, G., BÖTTCHER, R., EBNER, M., HEIZMANN, E.P.J., HÖLTKE, O., JOACHIM, C., KERN, A. K., KOVAR-EDER, J., NEBELSICK, J. H. & ROTH-NEBELSICK, A. (2013): The Randeck Maar: Palaeoenvironment and habitat differentiation of a Miocene lacustrine system. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 392: 426–453.
- RIETSCHEL, S., TRUNKO, L. & WEISSBRODT, W. (1985): Südbadische Fossilfunde. Fundstätten Öhningen und Höwenegg. – Führer zu Ausstellungen, 6: 46 S.; Karlsruhe (Landesammlung für Naturkunde).
- RUTTE, E. (1956): Die Geologie des Schienerberges (Bodensee) und der Öhninger Fundstätten. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 102, 143–282, Stuttgart.
- SALVADOR, R. B., HÖLTKE, O., VALENTAS-ROMERA, B. L. & RASSER, M. (2022). Fossil molluscs from the Middle Miocene of Öhningen, southwestern Germany. – Folia Malacologica, 30(2): 80–92; Poznan.
- SCHILL, J. (1858): Die Tertiär- und Quartärbildungen des Landes am nördlichen Bodensee und im Höhgau. – Wttb. naturwiss. Jh., 15: 1–126, Stuttgart.
- SCHREINER, A. (1966): Zur Stratigraphie der Oberen Meeressmolasse zwischen der Oberen Donau und dem Überlinger See (Baden-Württemberg). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. 48: 91–104; Stuttgart.
- SCHREINER, A. (1984): Hegau und westlicher Bodensee. – Sammlung geol. Führer, 62: 93 S.; Berlin – Stuttgart (Borntraeger).

- STAUBER, H. (1939): Erforschungsgeschichte der Öhninger Fundstätten und ihrer Versteinerungen. – Zbl. Min. Geol. Paläont., Abt. B, S. 314–332; Stuttgart.
- TOBIEN, H. (1986): Die jungtertiäre Fossilgrabungsstätte Höwenegg im Hegau (Südwestdeutschland). Ein Statusbericht. – *Carolina*, 44: 9–34; Karlsruhe.
- WESTPHAL, F. (1958): Die tertiären und rezenten eurasiatischen Riesensalamander (Genus *Andrias*, Urodela, Amphibia). – *Palaeontographica A*, 110: 20–92; Stuttgart.

Manuskript-Eingang: 12.12.2022

Annahme zum Druck: 11.01.2023