Mainzer geowiss Mitt. 44 S 63–72 5 Abb Mainz, November 2016

Bioerosion auf Rhyolith im westlichen Mainzer Becken

WINFRIED KUHN

Kurzfassung: In der Kiesgrube am Steigerberg bei Eckelsheim wurden beim Abbau von oligozänen Küstensedimenten der Alzey-Formation (Unterer Meeressand) bereits mehrfach Bereiche des Felslitorals angetroffen. 2012 kam in der Erweiterungsfläche ein Rhyolith-Brandungsfelsen mit außergewöhnlichen symmetrischen Erosionsspuren zutage, die möglicherweise durch grabende Aktivitäten von Mollusken verursacht wurden.

Abstract: Several times already areas of a rhyolitic rocky coast were found at the Steigerberg gravel pit near Eckelsheim in the course of excavation of Oligocene coastal sediments of the Alzey Formation ("Unterer Meeressand"). Back then, the Steigerberg was an island near the western coast of the Mainz Basin. In 2012, a rhyolitic surf bolder with extraordinary symmetrical erosion tracks, possibly caused by boring activities of molluscs, came to light during the extension of the pit.

1. Überblick

Der Steigerberg bei Eckelsheim, etwa auf halber Strecke zwischen Alzey und Bad Kreuznach gelegen, war während der zweiten Rupeltransgression eine der Westküste des Mainzer Beckens vorgelagerte Insel (Abb. 1). Die geologische Situation ist auf der Geologischen Karte 1:25 000, Blatt 6213 Kriegsfeld (HANEKE et al. 2012) dargestellt.

Im Zeitraum des Rotliegend fanden im Saar-Nahe-Becken mehrere große Rhyolith-Intrusionen statt. Dadurch entstanden unter Anderem die in der Gegenwart morphologisch in Erscheinung tretenden Donnersberg- und Kreuznacher Rhyolithdome. Am Ostrand des Kreuznacher Rhyolithdoms erreichte Rhyolithmagma die Oberfläche und floss als Lavastrom über damalige Landoberfläche bis in die Region des heutigen Steigerbergs (LORENZ 1973).

Der Rhyolith am Steigerberg weist autoklastische Strukturen auf, in Verbindung mit eingebundenen Xenolithen aus permischen Pelitfragmenten. Die Autoklasten können als erkaltete Krustenfragmente der rhyolithischen Lava gedeutet werden, welche während des walzenförmigen Fließvorgangs wieder in die Gesteinsschmelze eingemengt wurden. Die Xenolithe wurden vermutlich ebenfalls beim Fließen der zähflüssigen Lava über die damalige Landoberfläche in die Schmelze aufgenommen. In der Folgezeit unterlag der ursprünglich zusammenhängende Lavastrom der Verwitterung und Erosion und wurde in diesem Zusammenhang in mehrere, von Verwitterungsschutt ummantelte große Monolithe zerlegt.

2. Hochenergieküste im Oligozän

Im Zuge der oligozänen Transgression über Sedimente und Vulkanite der Glan- und Nahe-Subgruppe (HANEKE & KREMB 2013) entstand eine reich gegliederte Küstenregion mit Buchten, Halbinseln und Inseln. Aus den verbliebenen Rhyolith-Komplexen entstand ein der Festlandsküste vorgelagerter Archipel mit Scharenberg-Insel, Hornberg-Insel, Höllberg-Insel, Martinsberg-Insel und Steigerberg-Insel. Der Ver-

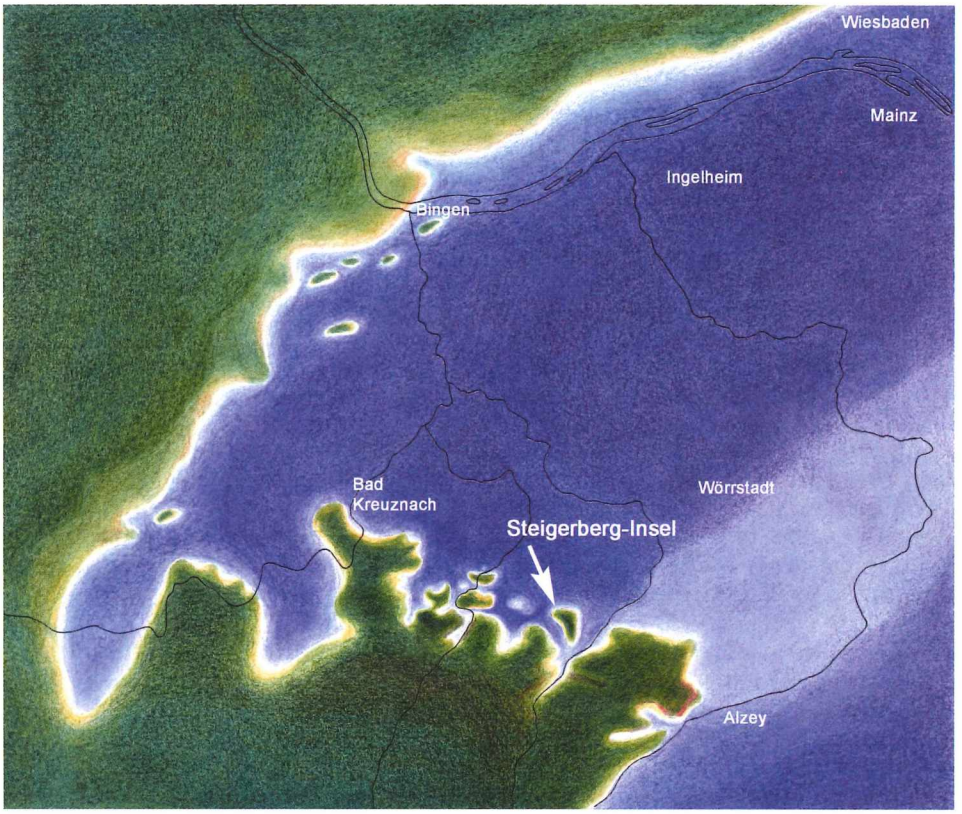


Abb. 1: Rekonstruktion der Land-Meer-Verteilung zur Zeit des Unteren Rupel mit der Lage der Steigerberg-Insel. Grafik: Kuhn.

witterungschutt wurde in der Brandungszone gerundet und sortiert. Im Niveau der Rhyolithkuppe der Steigerberg-Insel entstand an der Hochenergieküste ein Brandungskliff mit einer Vielfalt an typischen Erosionsstrukturen wie Brandungsplattformen, -hohlkehlen, Kolken und Rinnen, die anschließend von überlagernden Küstensedimenten konserviert, bis in die Gegenwart erhalten geblieben sind.

In Folge der Rohstoffgewinnung in Form von Rhyolithkiesen und -sanden gelangte die Hochenergieküste 1997 erneut zutage. Zunächst wurden sporadisch einige Partien des Felslitorals freigelegt, bis 1999 im Zuge einer größeren Grabungskampagne der Kliffkomplex auf einer Länge von etwa 100 Metern und einer Breite von 25 Metern vollständig von überlagernden Sedimentresten freigeräumt wurde (Abb. 2, KUHN 2008). Große Partien der Kliffoberfläche waren völlig glattgeschliffen. Nur an einigen wenigen senkrecht abfallenden Bereichen waren zonierte, dicht aneinander grenzende unregelmäßig geformte Hohlräume im Zentimeterbereich erkennbar, die möglicherweise durch Bioerosion entstanden sein könnten. Im Gegensatz zu größeren Rhyolithgeröllen, die zuweilen von *Pycnodonte callifera*, Solitärkorallen, Serpeln und Balaniden besiedelt waren, war auf dem Felslitoral der Steigerberg-Insel keinerlei

Abb. 2: Übersichtsbild vom Brandungskliff aus dem Jahr 2000. Foto: Kuhn.

Abb. 3: Kolk des Brandungskliffs mit kleinen Hohlkehlen („Wasserstandmarken").

Bewuchs festzustellen. Die Abrasionswirkung der Brandungswellen verhinderte vermutlich eine Ansiedlung sessiler Formen oder zerstörte sie.

Kolke mit kleinen Hohlkehlen waren grundsätzlich an Klüfte im Rhyolith gebunden, die als Schwächezonen der Brandung weniger Widerstand entgegen zu setzen hatten als ungestörte Partien (Abb.3). Auffallend war, dass die Kolke eine nordwest-südost streichende Anordnung aufwiesen. Daraus konnte geschlossen werden, dass die Haupt-Wellenfronten aus Nordwesten auf die Brandungsküste zuliefen. Stufenartig übereinander angeordnete Brandungshohlkehlen belegen eine rasche vertikale Verlagerung der Brandungszone in immer höhere Niveaus, resultierend aus der Subsidenz des Untergrundes und der Transgression des Meeresspiegels.

Allerdings wurde in den folgenden Wintern offensichtlich, dass Kapillarrisse im Rhyolith als Ausgangspunkte für tangentiale Abplatzungen durch Frostsprengung fungierten. Die Verursachung von Kapillarrissen ist auf die Anwesenheit quellfähiger Tonminerale im Rhyolith in Folge von Alteration zurückzuführen. Nachdem keine finanziellen Mittel für eine kurzfristige Einhausung des Brandungkomplexes zur Verfügung standen, entschloss man sich, den Bereich mit einer Frostschutzschicht aus Rhyolithsand zu überdecken, um weitere Schäden zu vermeiden.

Brandungsblock

In einer sich nach Süden anschließenden Erweiterungsfläche der Kiesgrube wurden 2012 im etwas höheren Niveau von etwa 190 m NN erneut Rhyolith-Brandungsfelsen angeschnitten, die allerdings deutlich stärkere Verwitterungsspuren aufwiesen als der abgedeckte Kliffbereich. Die Sedimente in diesem Niveau sind infolge versickernder Niederschläge vollständig entkarbonatisiert. Fossilien wurden im direkten Umfeld des Felslitorals und in den darüber folgenden grobklastischen Sedimenten nicht beobachtet. Unmittelbar über dem Felslitoral liegen kantige bis kantengerundete Rhyolith-Komponenten bis hin zur Blockgröße. Darauf lagert eine etwa 1 m mächtige Folge von sandig-kiesigen Komponenten. Sie werden wiederum von einer kantengerundeten Blocklage überdeckt, bis schließlich eine etwa 40 cm mächtige Kieslage mit gut gerundeten Komponenten von einer etwa 1m mächtigen Kies-Sandabfolge nach oben hin abgeschlossen wird.

Auf der Südbegrenzung der Kiesgrubenwand ist eine etwa 8 Meter mächtige Grobkies- bis Blocklage mit gut gerundeten Komponenten aufgeschlossen, die von einer etwa 10 bis 20 cm mächtigen Sandschicht zweigeteilt wird. Der tiefere Bereich der Aufschlusswand ist von Erosionsschutt verhüllt.

In der Ecke der Ostwand zur Südbegrenzung der Erweiterungsfläche befindet sich ein zur Zeit der Transgression aus der Brandungszone gelöster und auf Vorstrandsedimente gestürzter Rhyolithblock mit einem Volumen von etwa 10 m^3 (Abb. 4). Er hat die ungefähren Koordinaten UTM 32 Ost: 42731 Nord: 5515013. Beim Absturz drehte sich der Block, so dass eine ursprünglich gegen die Brandungsfront exponierte Brandungshohlkehle auf die Rückseite umgekehrt zu liegen kam. Die jetzige Oberseite des Blockes ist durch die Brandung geglättet und weist die typischen Brandungsstrukturen auf, wie sie auch von entsprechenden Stellen des Kliffkomplexes bekannt waren. Dazwischen sind meist ovale bis nahezu kreisrunde flache Vertiefungen zu erkennen, die weitgehend der Abrasionswirkung der Brandung zum Opfer gefallen sind. Sie könnten als ehemalige Wohnhöhlen von Seeigeln interpretiert werden. Die senkrecht abfallenden Seiten des Brandungsblocks waren hingegen übersäht mit sedimentgefüllten Hohlräumen. Beim Freilegen dieser Hohlräume zeigten die sich auf der Nordseite des Blockes befindlichen Hohlräume vorwiegend rundliche bis ovale Formen,

Abb. 4: Brandungsblock mit vermuteten Bioerosionsspuren. Foto: Kuhn.

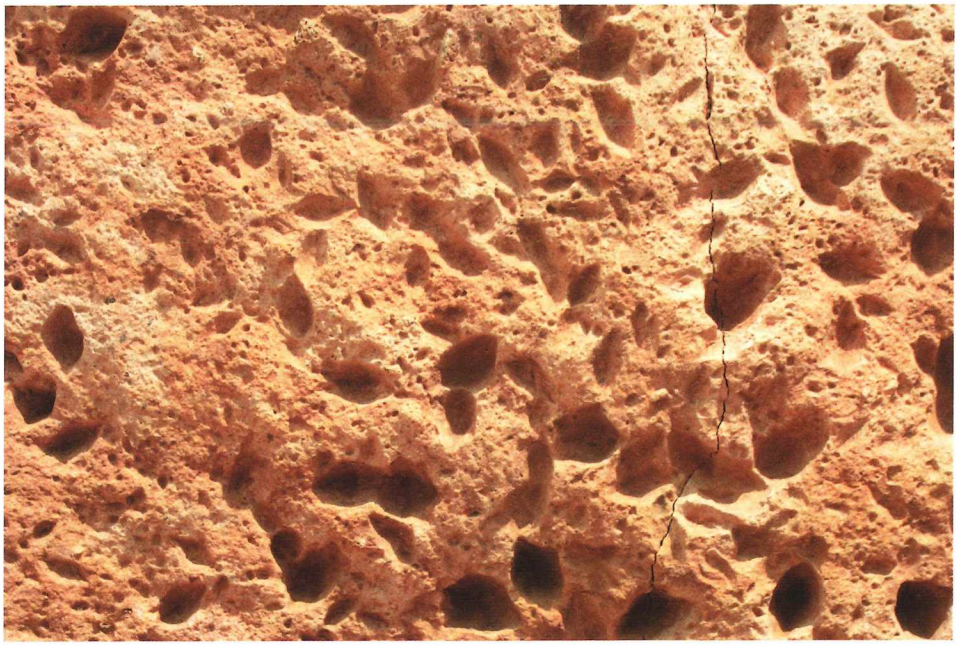
die in etwa an die Hohlformen des abgedeckten Kliffkomplexes erinnern. Kaum eine der konkaven Strukturen weist annähernd eine Symmetrie auf.

Demgegenüber hatten die auf der Nordwest-Seite des Blockes angeordneten Hohlräume erstaunlicherweise alle die gleiche Form, jedoch in unterschiedlicher Größe.

Sie haben nahezu alle einen spindelförmigen Umriss mit einer scharfen, von einem Ende zum anderen verlaufenden konkaven Kante in der Mitte der symmetrischen Hohlform (Abb. 5, unten rechts). Die Längserstreckung der Hohlformen liegt zwischen 0,5 und etwa 6 cm, der Durchmesser beträgt 0,5 bis etwa 3 cm und die Tiefe bis zu 4 cm. Die Anordnung auf der Rhyolith-Oberfläche ist völlig regellos, manche der Hohlformen überschneiden sich (Abb. 5). Auffallend ist die Exposition dieser Hohlformen: Die Seite des Blocks, auf dem sie sich befanden, war, wie das Streichen der Kolke des überdeckten Kliffkomplexes, nach Nordwesten ausgerichtet, d. h. in Richtung der vermuteten anlaufenden Wellenfronten. Falls es sich bestätigen sollte, dass es sich bei den Strukturen um Bioerosion handelt, sind diese Hohlformen erst nach der Dislokation des Blocks in der Brandungszone entstanden, als er seine jetzige Position eingenommen hatte. Im Bereich der rückseitigen Hohlkehle sind nur ganz wenige, kleine spindelförmige Strukturen vorhanden.

Da der Sedimentabbau im Umfeld des Blockes voranschritt und dadurch der Felsblock nicht mehr zugänglich gewesen wäre, stellte die Betreiberfirma RKS kurzzeitig einen Bagger zu Verfügung, der mit der Schneide der Schaufel von oben her in eine schräg zur Front des Blocks verlaufende Kluft eingreifen und somit die Vorderseite zur Bergung lösen konnte.

Abb. 5 : Vier Detailfotos von den Hohlformen. Fotos: Kuhn.



Einige Fragmente der Front mit den Hohlformen wurden, soweit sie von Hand mobilisiert werden konnten, geborgen und befinden sich im Landesamt für Geologie und Bergbau in Mainz sowie in der Landessammlung für Naturkunde in Mainz.

Diskussion

Zur Entstehung der konkaven Formen auf dem Rhyolithblock vom Steigerberg sind mir keine rezenten Beispiele bekannt. Diskussionen mit Fachkollegen und Deutungsversuche von Spezialisten in diversen Forschungsinstituten ergaben keine zufriedenstellenden und nachvollziehbaren Lösungsansätze bzw. Nachweise.

Minerale

Es wurde diskutiert, ob diese Hohlformen von inzwischen weggelösten großen Kristallen bestimmter Minerale stammen könnten. Kristalle in der Größe der vorhandenen Hohlformen sind jedoch in einem effusiven Magmatit grundsätzlich nicht zu erwarten.

Dagegen spricht ebenso, dass diese Formen nicht auch im Innern des Rhyoliths vorkommen, sondern nur auf einer Seite des Brandungsblockes. Im Fall von Kristallen hätten außerdem auch die Hohlformen auf der Nordseite des Blockes zumindest ein ähnliches Aussehen haben müssen wie die regelmäßigen Strukturen auf der Westseite.

Permische Bivalven

Eine andere Vorstellung war, dass die Hohlformen von unterpermischen Bivalven stammen könnten, die von dem rhyolithischen Lavastrom erfasst worden wären, als die Schmelze in einen See geflossen sein könnte. Demnach müssten sich entsprechende Hohlformen ebenfalls im Innern des Rhyoliths befinden, wie dies bei den Xenolithen der Fall ist. Hohlräume sind im Rhyolith nirgends vorhanden. Sie sind auch aufgrund der Viskosität der rhyolithischen Schmelze nicht zu erwarten. Bivalven wären darin wohl völlig ausgelöscht worden. Außerdem wären unterpermische oberflächennahe Formen letztendlich von der Brandung des Oligozän-Meeres abradiert worden.

Bioerosion von oligozänen Bivalven

Die plausibelste Deutung ist für mich die Bioerosion von Bivalven im Rahmen der Rupel-Transgression. Denkbar wären byssate Formen, wie beispielsweise die Gattung *Arca* sp., welche angeheftet auf Hartgründen vorkommt. GRIMM & GRIMM (2003, S. 111, Taf. 3, Fig. 2 und 3) bilden Hohlformen auf aufgearbeiteten Rotliegend-Sandsteinen ab, welche ähnlich symmetrisch ausgebildet sind wie die Formen auf dem Rhyolithblock vom Steigerberg. Sie ordnen sie *Arca* sp. bzw. Arcoiden zu. Auf der Website der Zeitschrift „Steinkern" ist von K. NUNGESSER ein Bild eines Sandsteinblockes aus der näheren Umgebung des Steigerberges eingestellt, auf dem ähnliche ± rautenförmige konkave Formen zu sehen sind, die er *Arca sandbergeri* zuschreibt: http://www.steinkern.de/fossilien-aller-zeitalter/tertiaer-und-juenger/464-bohrende-organismen-im-mainzer-becken.html. (Stand: 04/2016)

Diese Hohlformen sind in der Längserstreckung asymmetrisch, d.h. sie haben einen längeren vorderen Teil und einen kürzeren hinteren Abschnitt und entsprechen damit der Gestalt von Arca.

Demgegenüber sind die Hohlformen auf dem Rhyolithblock weitestgehend sowohl im Längs- als auch im Querschnitt symmetrisch.

Mechanische Abrasion mittels der Klappen von Bohrmuscheln (Pholadiden, Petricola, Barnea, Zirfaea) bzw. einer chemische Lösung durch ein gesteinslösendes Sekret

von Bohrmuscheln (FISCHER 1990, S. 2) ist bei karbonatischen Hartgründen häufig anzutreffen.

Demgegenüber beschreiben SANTOS et al. (2011) Bohrgänge von Bivalven in basaltischen Substraten von Madeira und den Capverdischen Inseln. Diese Bohrlöcher haben allerdings einen kreisförmigen Umriss und sind zylindrisch bis keulenförmig im Längsschnitt. Sie werden als Spurenfossil *Gastrochaenolites* interpretiert.

FISCHER (1981, S. 12) wies bei Untersuchungen an pazifischen Basaltküsten von Costa Rica nach, dass *Arca mutabilis, Cardita affinis* und *Hiatella solida* als aktive Bohrer im Festgestein fungieren können. Ebenso kommen Diadematidae (Diadem-Seeigel) und decapode Krebse, insbesondere Alpheidae (Knallkrebse) als aktive Bohrer in basaltischen Felslitoralen in Frage (l. c. S. 19 ff.). Echiniden können in Brandungszonen auf Hartsubstraten wie beispielsweise Basalt Hohlformen erzeugen, indem sie mit ihrem Kieferapparat winzige Partikel der Felsoberfläche abraspeln und dabei sogenannte Wohnhöhlen erzeugen (MÄRKEL & MAIER 1967). Alpheidae nutzen nach FISCHER (1981, S. 23 f.) die beim Schließen der Knallschere erzeugte Energie, um kleine Fragmente von der Gesteinsoberfläche abzusprengen und somit die Wohnhöhle zu erzeugen.

Alle von diesen Organismen erzeugten Hohlformen weisen eine zylindrische, kugel-, tropfen- oder auch taschenförmige Gestalt auf. Jedoch ist mir nachweislich kein rezenter Organismus bekannt, der die oben erwähnten spindelförmigen Hohlräume im rhyolithischen Felslitoral der ehemaligen Steigerberg-Insel erzeugt haben könnte. Im Fall von Arcoiden müssten mechanische Aktivitäten mit Hilfe der Klappen stattgefunden haben, da die Hohlformen scharfe Kanten und glatte Flächen aufweisen. Unklar ist, wie dies mit Kalkschalen auf rhyolithischem Substrat funktioniert haben soll.

Schriften

FISCHER, R. (1981): Bioerosion of basalt of the Pacific coast of Costa Rica. – Senckenbergiana marit., **13** (1/3), S. 1–41, 7 Abb., 1 Tab., 4 Taf., Frankfurt/Main.

– (1990): Paläoökologische und geologische Bedeutung fossiler Muschelbohrungen. – Arbeitskreis Paläontologie Hannover, **18** (H. 1), S. 1–18, 3 Taf., Hannover.

GRIMM, K.I. & GRIMM, M.C. (2003): Geologischer Führer durch das Mainzer Tertiärbecken. – In: GRIMM, K.I. & GRIMM, M.C. & NEUFFER, F.O. & LUTZ, H. (Hrsg.): Die fossilen Wirbellosen des Mainzer Tertiärbeckens, Teil 1-1. Mainzer naturwiss. Archiv, Beiheft **26**, 158 S., 16 Abb., 3 Taf., Mainz.

HANEKE, J. & KUHN, W. & WEIDENFELLER, M. & LORENZ, V. (2012): Geologische Karte von Rheinland-Pfalz 1 : 25 000, Blatt 6213 Kriegsfeld, Mainz.

HANEKE, J.& KREMB, K. (Hrsg., 2013): Beiträge zur Geologie der Pfalz. – Veröffentlichungen der Pfälzischen Ges. zur Förderung der Wissenschaften, **110**, 108 S., mit zahlr. Abb., Speyer.

KUHN, W. (2008): Das Brandungskliff von Eckelsheim. Die Rekonstruktion eines 30 Millionen Jahre alten Küstenstreifens. – Alzeyer Geschichtsblätter, **37** (2008), S. 3–24, Bild 1-16, Alzey.

LORENZ, V. (1973): Zur Altersfrage des Kreuznacher Rhyolithes unter besonderer Berücksichtigung der Stratigraphie und Überschiebungstektonik in seiner südlichen Umrandung (Saar-Nahe-Gebiet, SW-Deutschland). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **142** (2), S. 139–164, 8 Abb., (Schweizerbart) Stuttgart.

MÄRKEL, K. & MAIER, R. (1967): Beobachtung an lochbewohnenden Seeigeln. – Natur und Museum, **97**, S. 233–243, 10 Abb., 2 Tab., Frankfurt/Main.

SANTOS, A. & MAYORAL, E. & JOHNSON, M. E. & BAARLI, B.G. & CACHÃO, M. & DA SILVA, C. M. &·LEDESMA-VÁZQUEZ, J. (2011): Extreme habitat adaptation by boring bivalves on volcanically active paleoshores from North Atlantic Macaronesia. – Facies, **57** (1), 14 S., 8 Abb., 2 Tab.,(e-offprint; Springer) Berlin, Heidelberg, New York. Internet: http://www.academia.edu/1213670/Extreme_habitat_adaptation_by_boring_bivalves_on_volcanically_active_paleoshores_from_North_Atlantic_Macaronesia. (Stand: 04/2016)

Anschrift des Autors:
Dr. WINFRIED KUHN,
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz,
Emy-Roeder-Straße 5, D-55129 Mainz.

Manuskript eingegangen am 3.5.2016