

# documenta naturae

Nr. 192 Vol. 1

München 2013

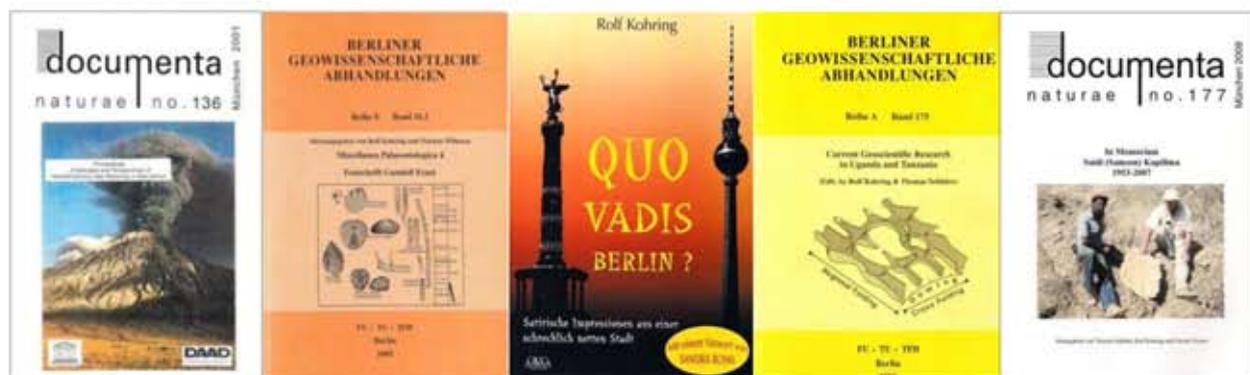


Zur Erinnerung an

## Rolf Kohring (1959 - 2012)

Herausgegeben von Thomas Schlüter und Christa Werner

Vol. 1



# Documenta naturae

**Nr. 192 Volume 1**

**2013**

-----  
**ISBN: 978-3-86544-192-8    ISSN 0723-8428**

**Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae im  
Verlag (Publishing House) Documenta naturae - München (Munich)**

Dipl.-Geol. A. Heyng, Alramstr. 30, 81371 München, [heyng@amh-geo.de](mailto:heyng@amh-geo.de)

Berater:

Editor emeritus: Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, 82140 Olching  
Editor emeritus: Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, 85435 Altenerding

Vertrieb: Dipl.-Ing. Herbert Goslowsky, Joh.-Seb.-Bach-Weg 2, 85238  
Petershausen, e-mail: [goslowsky@documenta-naturae.de](mailto:goslowsky@documenta-naturae.de)

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten  
Geologie, Paläontologie (Lagerstättenkunde, Paläophytologie, Stratigraphie  
usw.), Botanik, Zoologie, Anthropologie, Domestikationsforschung, u.a.

Die Sonderbände behandeln unterschiedliche Themen aus den Gebieten  
Natur-Kunst, Natur-Reiseführer oder sind Neuauflagen alter wissenschaftlicher  
Werke oder spezielle paläontologisch-biologische Bestimmungsbände für  
ausgewählte Regionen.

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich,  
für die Gesamtgestaltung die Herausgeber.

-----  
©copyright 2013 Documenta Verlag. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist  
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes  
bedarf der Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen  
jeder Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für Einspeicherungen in  
elektronische Systeme.

Gestaltung und Layout: H.-J. GREGOR & A. HEYNG

Umschlagbild: Oben von links nach rechts: Titelseiten von Kohring & Schlüter 1997,  
Kohring 1993, Kohring & Kreft 2003, Kohring & Martin 1998, Kohring & Schlüter 1993.  
Unten von links nach rechts: Titelseiten von Muwanga, Hollnack, Kohring, Schlüter &  
Schumann 2001, Kohring & Wilmsen 1995, Kohring 2011, Kohring & Schlüter 1995,  
Schlüter & Kohring 2009

[www.documenta-naturae.de](http://www.documenta-naturae.de)

**München 2013**

**Zur Erinnerung an  
Rolf Kohring (1959 – 2012)**

**Herausgegeben von  
Thomas Schlüter und Christa Werner**

## Contents

Contents and Editorial	1
I. K. NJILAH: Go tell it on the Mountains (a tribute to late Dr. Kohring)	3
T. SCHLÜTER: Rolf Kohring, 1959 – 2012. Ein Nachruf	7
C. BRAUCKMANN, E. GRÖNING & J.-M. ILGER: The Late Pliocene Rhinoceros Beetle from Willershausen (Scarabaeidae: Dynastinae: <i>Oryctes?</i> sp.; Lower Saxony, Germany)	39
T. SCHLÜTER & C. WERNER: Die Kihansi-Gischtkröte (Bufonidae: <i>Nectophrynoideasperginis</i> ) – Beinahe-Opfer eines Staudammbaus	51
M. HESEMANN & H.-J. GREGOR: Foraminiferen (Protozoa) aus dem Küstenbereich der Insel Sokotra im Golf von Aden (Jemen) – ein Überblick	57
H.J. GREGOR & M. HESEMANN: Kap Malea und die Höhle der Nymphe – ein Paradies am Ende der Welt (Geologie, Fossiler Wald, Foraminiferensand, Archäologie)	75
J.I. MATONDO, D.G. RUTASHOBYA & T. SCHLÜTER: Water Management for Hydroelectric Power Generation at Mtera and Kidatu in Tanzania – Experiences in the 1990s	105
W. ZILS: Horizontale und vertikale Schadstoffverteilung in mitteleuropäischen Talsperren	113
T. SCHLÜTER & T. KHUMALO: Rehabilitation and Reopening of Ngwenya Iron Ore Mine, Swaziland. Economic Profit vs. Ecologic and Geoheritage Protection	131

## Editorial

This volume (1 and 2) of “documenta naturae” is a multidisciplinary effort by various scholars and practitioners, who in one way or another want to sustain the memory of Rolf Kohring who untimely died at the age of 51 in early summer 2012. Rolf Kohring has published during his rather short career more than 200 scientific papers, among them some books, mainly dealing with topics related to palaeontological themes and research, but he was interested in all aspects and problems of our world. Therefore, the contributions in this volume are also very diversified and concerned with fossil invertebrates, vertebrates, hydrology, mineral resources, cardiology, geo-education, linguistics and African languages.

We owe gratitude to the contributors of this volume without whose enthusiasm, cooperation and dedication this volume had never been published.

Thomas Schlüter and Christa Werner, June 2013

## List of Corresponding Authors

**Carsten Brauckmann** is Professor in the Institut für Geologie und Paläontologie, Technische Universität Clausthal, Germany. He is a palaeontologist who obtained his Dr. rer. nat. at Freie Universität Berlin. His areas of specialization are palaeoentomology, palaeoecology and Palaeozoic stratigraphy.

**Hans-Jochen Gregor** is in charge for the Palaeo-Bavarian Geological Survey and in this position editor of the journal “documenta naturae”. He is a geologist and palaeontologist who obtained his Dr. rer. nat. at Ludwigs-Maximilian-Universität München. His areas of specialization are palynology, micropalaeontology, palaeobotany and geo-heritage.

**Michael Hessemann** is a hobby-photographer and in charge for the Foraminifera.eu Internet Project, which links scientists with hobby naturalists through a freely accessible online-database of images. He had joined the local “Mikropaläontologische Arbeitsgruppe” of the Mikrobiologische Vereinigung Hamburg in which enthusiastic pensioners since 30 years are dealing with foraminifers by running a SEM.

**Jonathan I. Matondo** is Associate Professor in the Department of Geography, Environmental Science and Planning at the University of Swaziland. He has a Ph. D. degree from Colorado State University. His areas of specialization are hydrology, and water resources planning and management.

**Isaac Konfor Njilah** is Senior Lecturer in the Department of Geology at the University of Yaounde 1, Cameroon. He obtained his M. Sc. in Geochemistry at Leeds University, U.K. in 1988, and his Ph. D. in 1992. Since then he has been lecturing Igneous Petrology, Environmental Geology and Geohazards at the University of Yaounde 1. His area of specialization includes also the deadly gas emissions of Lake Nyos in the Cameroonian grasslands, on which he has published various geopoems.

**Thomas Schlüter** is Associate Professor in the Department of Geography, Environmental Science and Planning at the University of Swaziland. He received his Doctor rer. nat. from Freie Universität Berlin. From 1998 to 2008 he was Programme Specialist for Earth Sciences at the UNESCO Nairobi Office. His areas of specialization include various geological and palaeontological topics with emphasis on environmental themes.

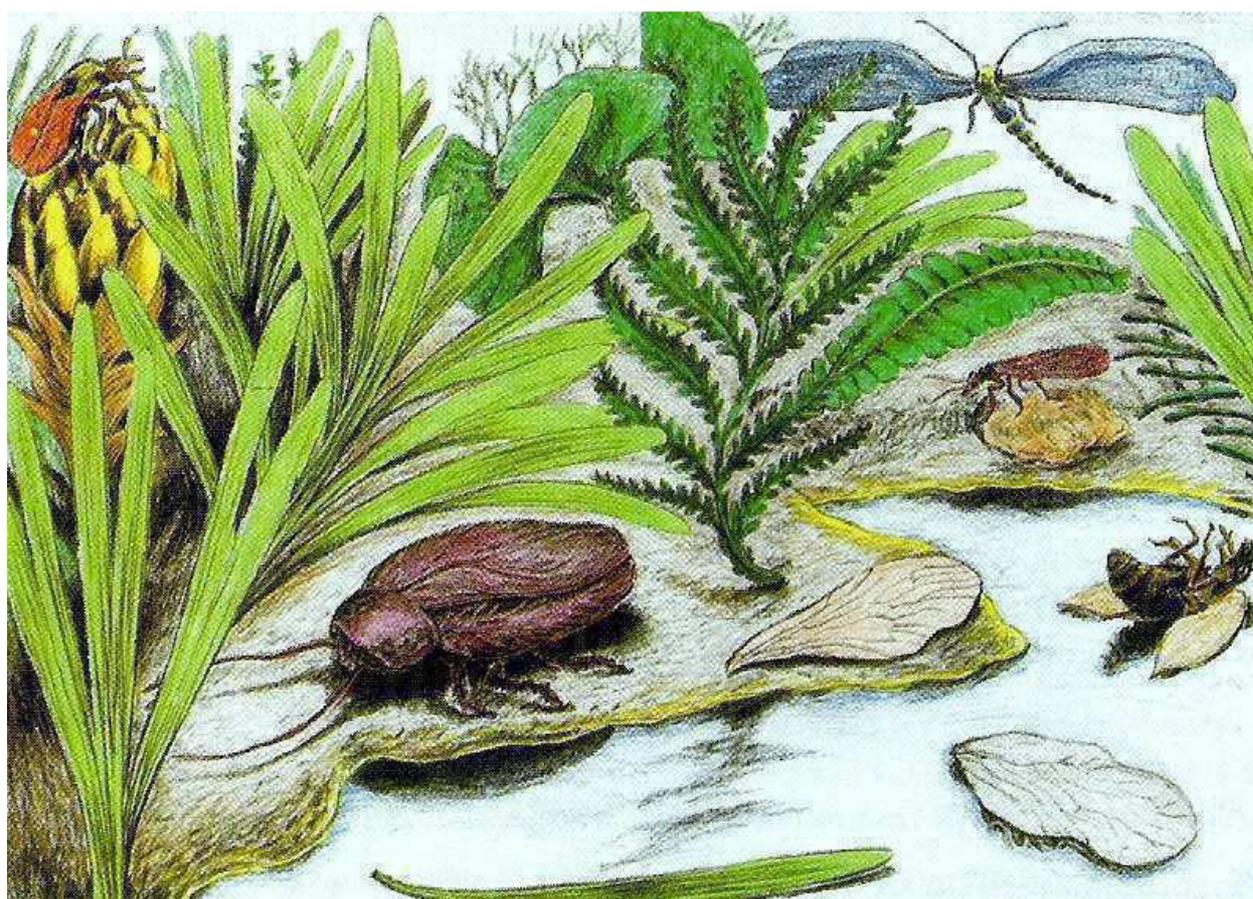
**Christa Werner** is the Secretary General of the International Association for Promoting Geosciences (IAPG e. V.). She is a vertebrate palaeontologist and holds her Dr. rer. nat. from Technische Universität Berlin.

**Wolfgang Zils** is a successful senior consultant in environmental geology and is the President of the International Association for Promoting Geosciences (IAPG e. V.). He is a graduated electrical engineer and has a diploma degree in Geology from the Freie Universität Berlin

## GO TELL IT ON THE MOUNTAINS

### A tribute to late Dr. Kohring

Isaac Konfor Njilah



**Fig. 1:** Reconstruction of the Upper Triassic ecosystem of the Molteno Formation (South Africa). Rolf Kohring was the first to discover statoblasts of Bryozoa in its deposits (SCHLÜTER 2003)

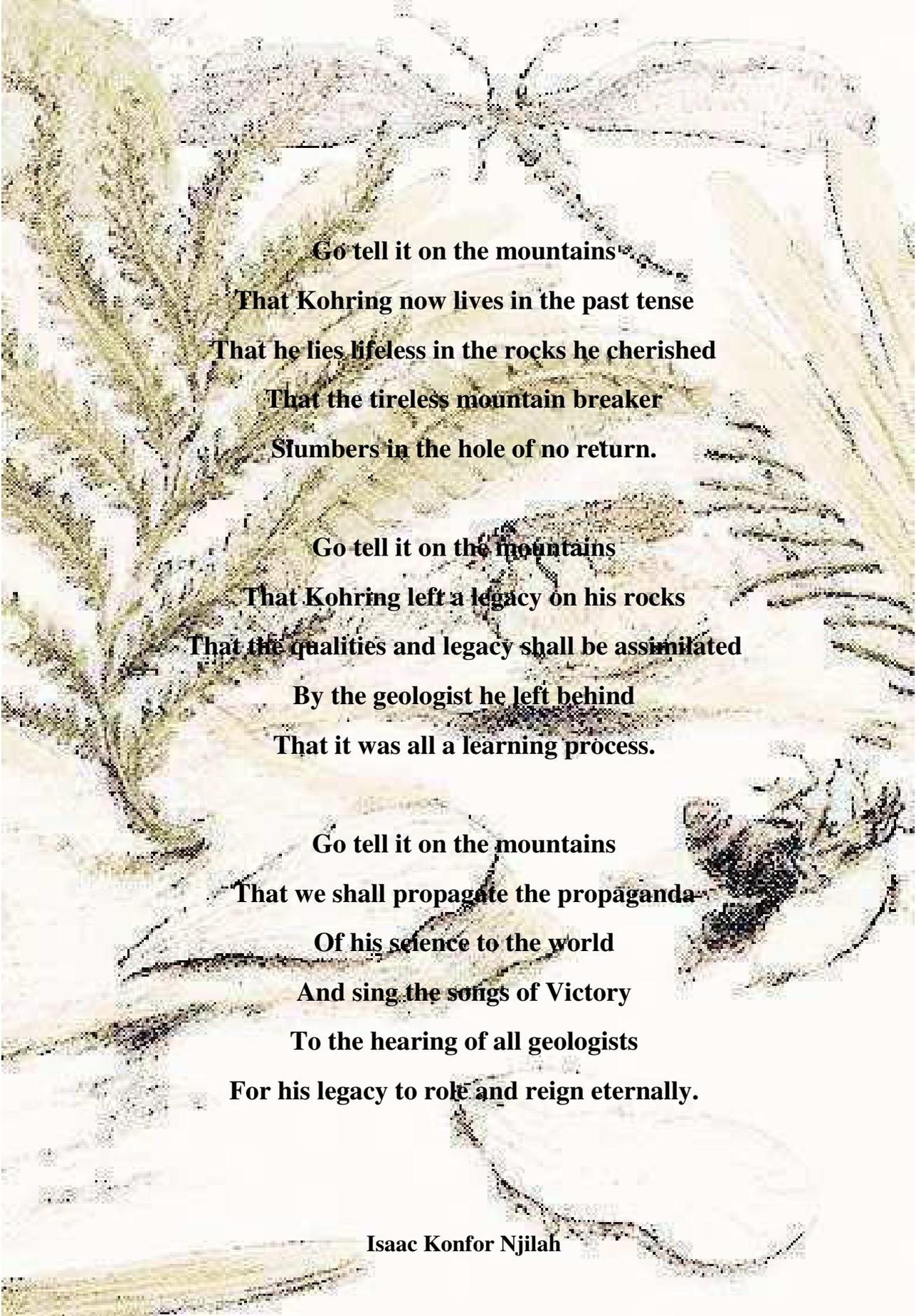
**Author's Address:** Isaac Konfor Njilah, Senior Lecturer of Geology, University of Yaounde I, Box 812 Yaounde, Cameroon, Email: ikonfor@yahoo.fr

## **GO TELL IT ON THE MOUNTAINS**

**Go tell it on the mountains  
That mother Earth is swallowing Geologists  
That Kohring has gone to meet  
Belinga, Kampunzu count them  
In that home of no return.**

**Go tell it on the mountains,  
That the hammer, compass and GPS  
Now he waste and void  
That the hammer will no longer rise and fall  
To sustain the rhythm of life of Kohring.  
That scars on rocks remain unhealed**

**Go tell it on the mountains  
That the fossils will now rest in their graves  
That the sediments will not be dug, or drilled  
In search of corpses of pre-existing life  
That peace will reign in the fossil kingdom  
That Kohring is on his way to Palau  
That Kohring will not be lucky to form fossil.**



**Go tell it on the mountains  
That Kohring now lives in the past tense  
That he lies lifeless in the rocks he cherished  
That the tireless mountain breaker  
Slumbers in the hole of no return.**

**Go tell it on the mountains  
That Kohring left a legacy on his rocks  
That the qualities and legacy shall be assimilated  
By the geologist he left behind  
That it was all a learning process.**

**Go tell it on the mountains  
That we shall propagate the propāganda  
Of his science to the world  
And sing the songs of Victory  
To the hearing of all geologists  
For his legacy to role and reign eternally.**

**Isaac Konfor Njilah**

Documenta naturae	192.1	S. 7-37	München	2013
-------------------	-------	---------	---------	------

## **Rolf Kohring, 1959 – 2012**

### **Ein Nachruf**

**Thomas Schlüter**

Rolf Kohring wurde am 19. September 1959 in Stuttgart geboren, aber er hat zeit seines Lebens immer wieder betont, dass er Berliner sei, fast entschuldigend verwies er später auf den angeblichen Geburtsmakel im Schwabenland. Denn außer auf längeren Reisen oder geologischen Exkursionen blieb er Berlin auch sein ganzes, doch vergleichsweise kurzes Leben immer mit Leib und Seele eng verhaftet. Vielleicht war das ein Hinweis auf seine Sozialisation während der insularen Periode West-Berlins bis zum Fall der Mauer im November 1989, als es manchem Bewohner im Westen der damals geteilten Stadt durchaus vorteilhafter erschienen war, hier zu leben – zumindest im Vergleich zu den politischen und sozialen Verhältnissen in der umliegenden DDR inklusive Ostberlin und dem etwas weiter entfernten bundesrepublikanischen Westdeutschland.

Nach dem nicht gerade mit Glanz und Gloria bestandenen Abitur begann er im Wintersemester 1980/81 an der Freien Universität Berlin zu studieren, und zwar die Fachrichtung Geologie und Paläontologie, mit Schwerpunkt seit Beginn auf der Paläontologie, wobei er erste Anstöße zu diesem Entschluss offensichtlich von seiner Biologielehrerin Schalow schon in der Schulzeit erhalten hatte.

Es muss im selben Semester passiert sein, dass ich ihm im Paläontologischen Institut der FU begegnet bin und wir unsere ersten intensiven Diskussionen miteinander führten, vielleicht anlässlich der Institutsparty beim 70-ten Geburtstags von Walter Georg Kühne am 26. Februar 1981, denn er hat später für den alternden Kühne (1911 – 1991) immer große Hochachtung entwickelt, worin er sich im Gegensatz zu den meisten übrigen Mitarbeitern des Paläontologischen Instituts befand.

Rolf Kohring wollte von Anfang an Paläontologe werden, ganz gleich in welcher Teildisziplin, eher Generalist als Spezialist, so war mein damaliger Eindruck. Ich hatte in dieser Zeit die Stelle inne, die er später von 1993 bis 1998 selbst besetzen sollte, als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Paläontologie, und war damit einer der beiden auf fünf Jahre befristeten Assistenten von insgesamt drei Professoren, die mittlerweile alle verstorben sind (Sigfrid Henkel, 1930 – 1984, Gundolf Ernst, 1930 – 2002, und Bernard Krebs, 1934 – 2001). Nun war meine eigene zukünftige akademische Karriere damals durchaus noch nicht festgelegt, aber ich hatte das Glück gehabt, Anfang der siebziger Jahre als junger Student von W. G. Kühne gefördert im westlichen Frankreich bei Le Mans eine neue, in fossilen Harzen überlieferte Fauna kretazischer Insekten aufgefunden zu haben, die das Thema meiner 1979 abgeschlossenen Dissertation wurde. Ich war also mit der systematischen und paläoökologischen Arbeit an diesen fossilen Insekten eine Art Paläontomologe geworden und drang wissenschaftlich auch weiter in diesen Bereich vor.

In dieselben Fußstapfen wollte auch Rolf Kohring treten, und da ich auf dem Gebiet der Paläoentomologie im Institut noch eine Art Einzelkämpfer war und liebend gern mehr Unterstützung gehabt hätte, gab ich Rolf den Hinweis, dass im östlichen Sizilien die Lagerstätte des seit der Antike bekannten miozänen Harzes des Simeitits im Prinzip noch niemals wissenschaftlich bearbeitet worden war. Wir diskutierten über Kartierungen am Fluss Simeito mit dem Ziel einer möglichen Aufsammlung dieser fossilen Harze. Rolf war Feuer und Flamme und wäre am liebsten gleich aufgebrochen, um alles, was den Simeitit angeht, vor Ort zu klären. Beflügelt wurden wir beide in unserem Plan erneut durch W. G. Kühne, dem es wenige Jahre zuvor gelungen war, eine Sammlung Rohmaterial des Simeitits von einem Juwelier in Catania zu erwerben, und die er mir zur Verfügung gestellt hatte (Zitat Kühne: „Jungchen, nimm und mach was draus!“).

Aber es sollte doch alles ganz anders kommen. Rolf musste natürlich erst sein Vordiplom und diverse Scheine ablegen, um ins Gelände zur Kartierung nach Ost-Sizilien aufzubrechen. Für mich hatte sich jedoch eine ganz neue Konstellation ergeben. Im Frühjahr 1982 erfuhr ich, dass meine Bewerbung auf eine vom DAAD geförderte Stelle als Lecturer am Department of Geology der University of Dar es Salaam in Tansania erfolgreich gewesen war und ich Anfang Oktober desselben Jahres nach Tansania ausreisen würde. Diese neue Perspektive sollte meine gesamte Lebensplanung grundsätzlich verändern, hatte später aber auch gewisse Konsequenzen für Rolf Kohrings wissenschaftlichen Lebenslauf.

Sein Vordiplom bestand er im Juni 1983 und erhielt daraufhin eine auf drei Jahre befristete Stelle als studentische Hilfskraft in der Bibliothek des Paläontologischen Instituts. Da ich zur Betreuung der Kartierung in Sizilien und der damit im Zusammenhang stehenden Analyse der organischen Einschlüsse im Simeitit jetzt wegen meines Aufenthalts in Tansania nicht mehr zur Verfügung stand, sprang spontan Professor Gundolf Ernst ein, der zwar keine größeren Ambitionen bezüglich der Lagerstätten fossiler Harze hegte, sich aber für das Messinian Event interessierte, also das Trockenfallen ausgedehnter Teile des Mittelmeeres und deren plötzlicher Flutung an der Grenze vom Oberen Miozän zum Unteren Pliozän. Im Verlauf der Betreuung im Gelände durch Gundolf Ernst erfolgte neben der Kartenabnahme auch eine für Rolf – wie er selbst schreibt – „unvergessliche Besteigung des Ätnas“ (Kohring und Schlüter 2003). Aus der Diplomkartierung resultierte 1990 gemeinsam mit dem ebenfalls sehr früh verstorbenen Glenn Fechner (1955 – 2006) eine Arbeit mit sedimentologischen, paläontologischen und palynologischen Untersuchungen im Ober-Miozän und Unter-Pliozän von Centuripe in Ost-Sizilien.

Die eigentliche Diplomarbeit wurde völlig neu formuliert, jetzt von Professor Helmut Keupp betreut und umfasste als Thema die Analyse von Schwammkalken und die Ausbildung ihrer Fazies in der nördlichen Frankenalb in Bayern. Endlich, am 2. Oktober 1989 bestand Rolf Kohring das Diplom mit der Note „Sehr Gut“.

Nach knapp sieben Jahren an der University of Dar es Salaam war ich im Frühjahr 1989 nach Berlin zurückgekehrt. Im Paläontologischen Institut, das sich damals noch in einer der herrschaftlichen Villen in Berlin-Dahlem befand, traf ich alsbald wieder auf Rolf Kohring, und wir waren uns gleich darüber einig, unsere frühere enge Zusammenarbeit fortzusetzen, was in eine große Anzahl gemeinsamer Publikationen in den folgenden Jahren mündete. Von lästigen Pflichtvorlesungen und Scheinen unbehelligt begann Rolf jetzt zu schreiben, und es gab kaum ein Thema mit paläontologischem Bezug, das ihn nur geringfügig interessierte.

Nahezu vergleichbar der sogenannten Kambrischen Explosion sind in den Jahren 1989 und 1990 urplötzlich insgesamt 14 Publikationen von ihm entstanden, die alle schon die Themen seiner zukünftigen Forschungsschwerpunkte einschlossen oder zumindest streiften: Bernstein und fossile Insekten, Känozoische Fossilagerstätten, marines Plankton, Ostrakoden, fossile

Eischalen, Paläoökologie im allgemeinen und Wissenschaftsgeschichte mit Schwerpunkt Paläontologie. Nur das von ihm in der offiziellen Website für Mitarbeiter der FU angegebene Hauptarbeitsgebiet Süßwasser-Bryozoen findet sich erstmals im darauf folgenden Jahr 1991 in einer gemeinsamen Publikation mit Joachim Reitner, damals Nachfolger auf meiner Stelle als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Berliner Paläontologischen Institut und somit direkter Vorgänger von Rolf Kohring in derselben Position.

Wie arbeitete nun der Wissenschaftler Rolf Kohring? Rolf war kein besonders sportlicher Typ, dementsprechend lag ihm die Arbeit im Gelände auch weniger als das Tüfteln zu Hause oder im Institut, sei es beim Formulieren am Computer oder Laptop, oder beim Studium am Rasterelektronenmikroskop, das sich seit dem Ende der achtziger Jahre im Dahlemer Institut befand. Zunehmend begeisterte ihn auch die akademische Lehre, die Wiedervermittlung paläontologischer oder geologischer Fakten an Jüngere. In diesem Zusammenhang stehende Exkursionen und andere Geländeaufenthalte nahm er – vielleicht lässt es sich am besten so formulieren – billigend in Kauf, aber stundenlang bei miesem Wetter beispielsweise ein geologisches Profil aufzunehmen war sein Ding nicht.

Unsere erste gemeinsame und längere Publikation im Herbst 1989 handelte dementsprechend vom Simetit, und wir trugen alles zusammen, was nur irgendwie erhältlich war (damals gab es noch kein Internet!), und das bedeutete, zuweilen obskure oder unvollständig bekannte Referenzen in diversen Bibliotheken aufzuspüren und über die Fernleihe zu bestellen. Das war zeitaufwendig und nicht immer erfolgreich, aber Rolf verzagte nie. Regelmäßig trafen wir uns an den Vormittagen im Institut, diskutierten und formulierten aus, was anstand und begaben uns im Anschluss daran meist zum Lunch beim nahen Italiener, angesichts der Arbeit am sizilianischen Simetit sicher auch am stilvollsten. Danach trennten sich unsere Wege, nachdem wir den nächsten gemeinsamen Termin vereinbart hatten. In vielen Fällen erschien Rolf dazu mit neuen Ideen oder Unterlagen, die er sich noch im Verlauf des vorherigen Nachmittags oder Abend besorgt haben musste.

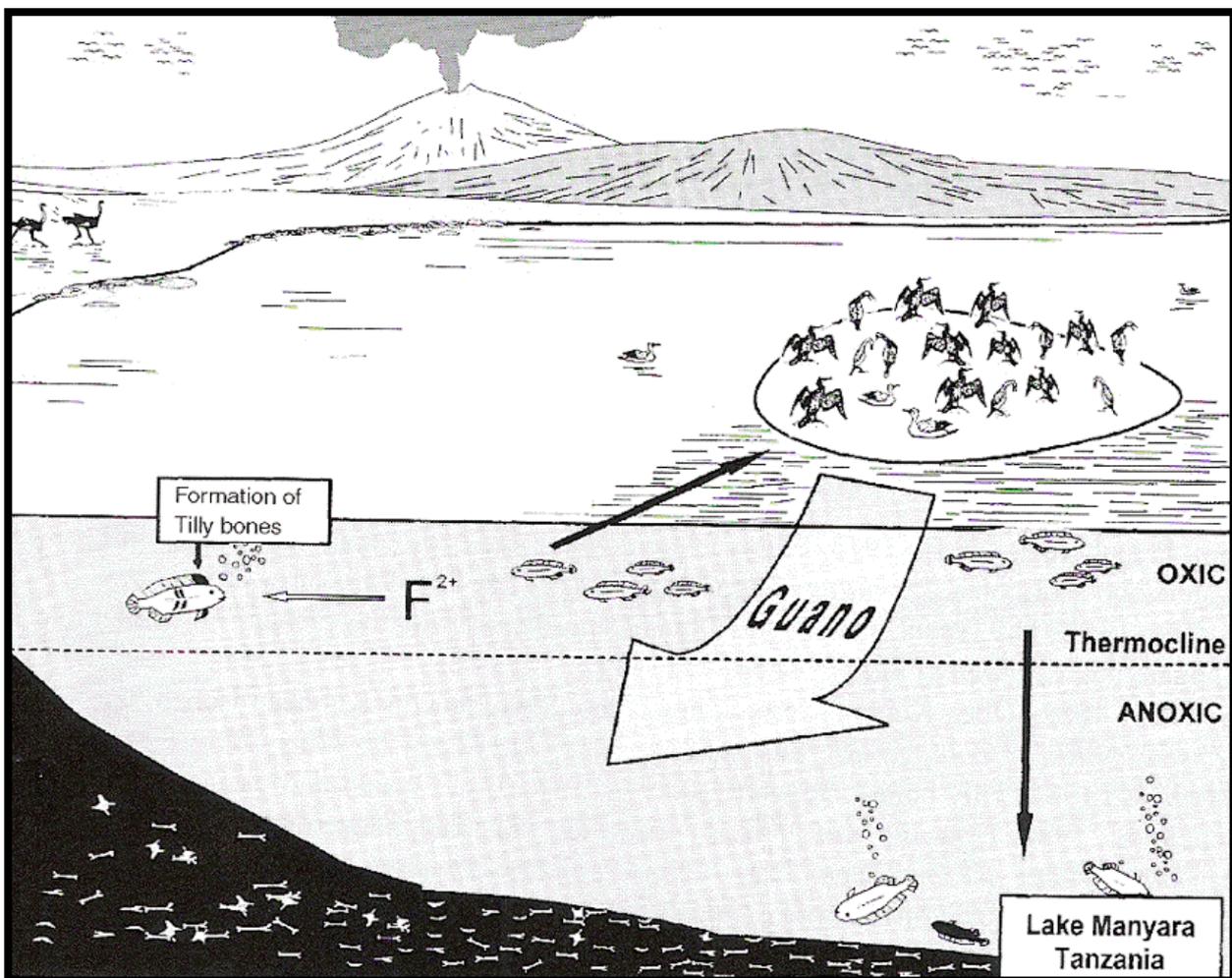
Ein Thema, das ihn nicht mehr losließ, waren fossile Eischalen. Zuerst hatte er solche wohl während der obligatorischen Spanienexkursion des Paläontologischen Instituts bei Bastus in den Pyrenäen in oberkretazischen roten Sandsteinen gesehen, und diese in Zusammenhang mit spezieller Bodenbildung gebracht. Eine seiner ersten Arbeiten (Kohring 1989) handelt davon, und wissbegierig, wie er nun einmal war, flog er im August des folgenden Jahres nach Denver, um dort Karl F. Hirsch (1921 – 1996) aufzusuchen, den vor den Nazis geflohenen Altmeister aller Arten fossiler Eischalen. Karl Hirsch führte ihn „in seiner eigenwilligen Art und stringenten Weise an das faszinierende Thema heran“ (Kohring 2001) und gab ihm somit das zukünftige Rüstzeug zur Bearbeitung von Wirbeltier-Eischalen.

Vor der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten hatte es in West-Berlin kein naturwissenschaftliches Museum (mit Ausnahme des Botanischen Museums in Berlin-Dahlem) gegeben, und da die Aussicht auf ungehinderten Zugang zum Museum in der Ost-Berliner Invalidenstraße bis spät in die achtziger Jahre kaum mehr vorhanden war, hatte sich vor allem unter Naturwissenschaftlern der FU schon in den siebziger Jahren eine Initiative herausgebildet, die einen Förderkreis der naturwissenschaftlichen Museen Berlins gegründet hatten und regelmäßige Ausstellungen, jedoch im vergleichsweise kleinen Rahmen, veranstalteten. Viele Jahre arbeitete Rolf Kohring freiwillig und ohne Bezahlung in dieser engagierten Gruppe mit.

Seit dem 1. Januar 1990 war Rolf Kohring auch ganz offiziell Doktorand und bearbeitete nun weiter unter Anleitung seines Diplomvaters Professor Helmut Keupp kalkige Dinoflagellaten-Zysten aus dem Tertiär. Die Arbeit wurde anfangs durch ein sogenanntes NaFöG-Stipendium gefördert, und direkt im Anschluss daran erhielt er eine Stelle als DFG-Mitarbeiter am Institut für Paläontologie. Am 8. Februar 1993 wurde er mit der Note „Magna cum Laude“ promoviert.

Die Dissertation mit dem Titel „Kalkdinoflagellatenzysten aus dem Mittel- und Obereozän von Jütland (Dänemark) und dem Pariser Becken (Frankreich) im Vergleich mit anderen Tertiär-Vorkommen“ wurde 1993 in der Hauszeitschrift des Instituts, den Berliner geowissenschaftlichen Abhandlungen (manchmal auch mit leicht diabolischem Unterton als „Dahlemer Totenboten“ bezeichnet), Reihe E, als Band 6 veröffentlicht.

Aber abgesehen von der Arbeit an seiner Dissertation war der Beginn der neunziger Jahre für Rolf Kohring noch durch eine Anzahl weiterer wissenschaftlicher Aktivitäten gekennzeichnet. Im Juni und Juli 1990 führte er einen Forschungsaufenthalt über Schwammriffe aus dem Lias im marokkanischen Atlas durch. Ein By-product dieser Geländetätigkeit in Marokko wurde seine Arbeit über Metallanreicherungen infolge biologischer Prozesse aus dem Dogger des Zentralen Hohen Atlas (Kohring 1992).



**Abb. 1:** Rekonstruktion des Paläoökosystems von Minjingu im nördlichen Tansania, entwickelt und ausgeführt von Rolf Kohring. Die Insel wird von Kormoranen (*Phalacrocorax kuehneanus*) besiedelt. In der sauerstoffreichen, aber Fluor-übersättigten oberen Wasserzone leben haphochromine Fische (Verwandte der Tilapia), die hyperostotischen Knochenwuchs als Anpassung an dieses Milieu entwickelt haben (sogenannte „Tilly Bones“). Die plio/pleistozänen Sedimente rund um den heutigen Inselberg Minjingu sind durch Wechsellagen von Phosphoriten (bestehend aus Guano, Kormoran- und Fischknochen) und tonigen Bentoniten gekennzeichnet.

Ich sah Rolf erst im März 1991 in Kampala wieder, wo ich seit dem Frühjahr 1990 an der maroden Makerere-Universität am Geologischen Institut unterrichtete. Makerere hatte einstmals als Harvard Schwarzafrikas gegolten, hatte diesen Ruhm aber im Verlauf der Schreckensherrschaft Idi Amins und anschließendem Bürgerkrieg vollständig eingebüßt. Ich führte ihn während seines Aufenthalts in Ostafrika bei einer gemeinsamen Exkursion auch in die lakustrin gebildete Phosphatlagerstätte von Minjingu im Norden Tansanias ein. Minjingu ist wegen seiner Entstehung und Bildungsweise von besonderem Interesse – die Phosphorite dort bestehen vor allem sowohl aus komprimiertem Guano wie auch den Knochen ihrer Erzeuger, einer Kormoran-Art, und zahlreicher Fische (Abb. 1). Dünne Lagen dunkel-grüner Tone, die als Bentonite gedeutet werden, sind den Phosphoriten zwischengeschaltet. Für Rolf am interessantesten waren jedoch isolierte Funde knollig aufgeblähter Fischknochen in den Phosphoriten, die sich als vermutlich gutartige, fossilisierte Tumoren dieser Fische erwiesen und somit eine Anpassung an das extrem alkaline, Fluor-übersättigte Milieu des ehemaligen Sees darstellen. Aber abgesehen von der hochinteressanten Bildungsweise dieser im Durchschnitt ein bis drei Zentimeter messenden Fischknochenknollen, war es vor allem deren in der Paläontologie gebräuchliche Bezeichnung, die ihn faszinierte: Solche verdickten, hyperostotischen Knochen wurden nämlich in einer schon 1966 erschienenen Arbeit von Andy Konnerth „Tilly Bones“ genannt und sind von anderen, marinen Fundplätzen durchaus seit längerer Zeit bekannt.

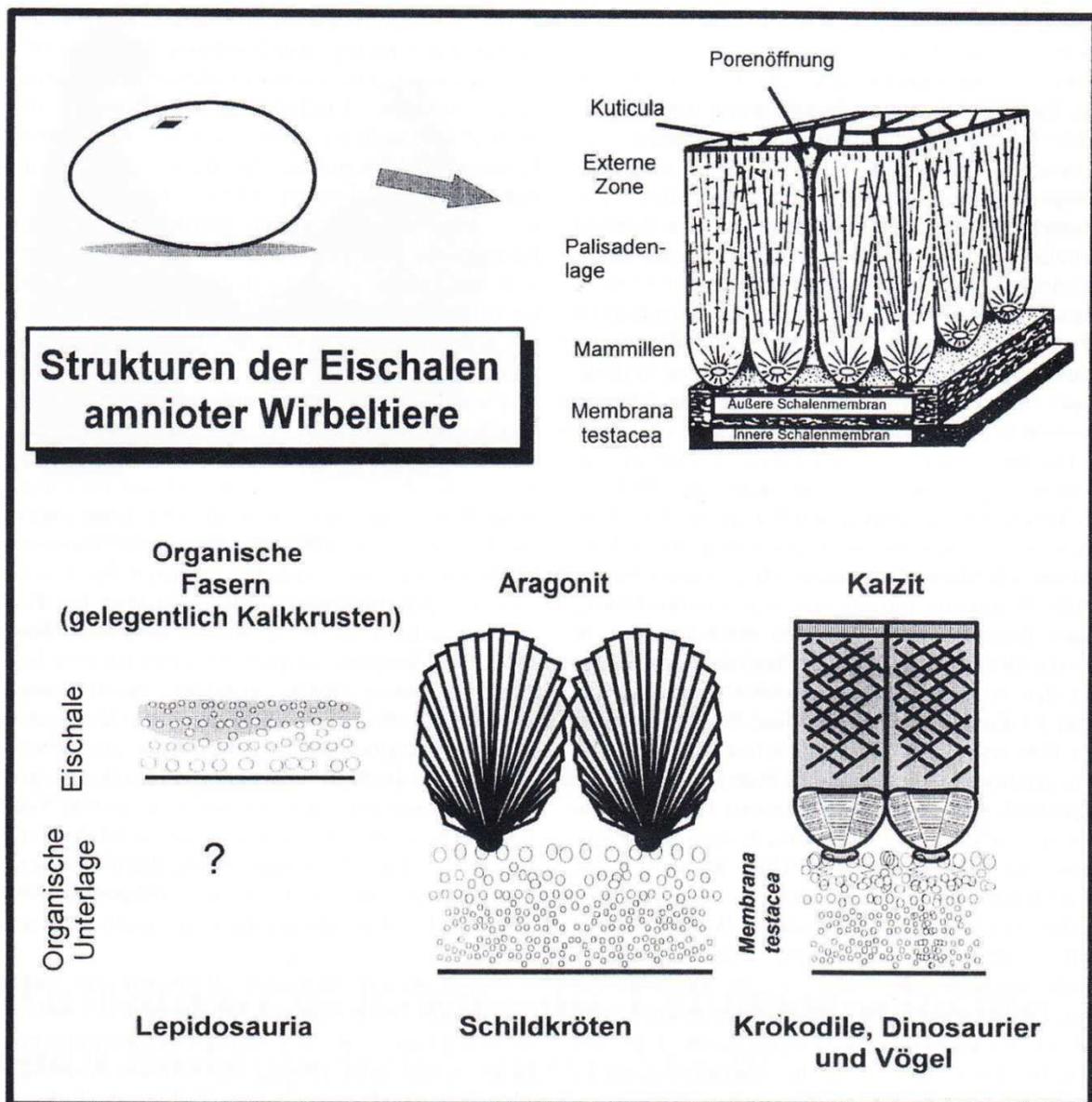
Rolf hatte mir einige Tage zuvor von seiner Absicht berichtet, irgendwann später eine umfassende Biographie der von den Nazis verfolgten Paläoneurologin Tilly Edinger (1897 – 1967) zu erstellen. Da passten die nach ihr benannten Tilly Bones von Minjingu als Bindemittel natürlich ganz besonders gut (Obwohl Tilly Edinger über diese Namensgebung gar nicht glücklich gewesen sein soll.). Über die Tilly Bones von Minjingu haben wir gemeinsam mit J. Mehl 1992 in der Paläontologischen Zeitschrift berichtet, zum einen unter der damaligen Rubrik „Ein besonderes Fossil“ und dann noch detaillierter in Bezug zur Häufigkeit, Bildungsweise und paläoökologischen Interpretation dieser hyperostotisch veränderten Knochen. Die Phosphatlagerstätte von Minjingu hat Rolf auch weiterhin interessiert, und es sind insgesamt sieben gemeinsame Arbeiten zu diesem Thema im Lauf der Jahre entstanden.



**Abb. 2:** Rolf Kohring und die Präparatorin Elfriede Drescher am Grab von Walter Georg Kühne in Jamlitz, Sommer 1996

Kaum nach Berlin zurückgekehrt informierte mich Rolf telefonisch darüber, dass Walter Georg Kühne kurz zuvor verstorben war (Abb. 2). Gemeinsam haben wir in der Folgezeit einige Nachrufe verfasst oder auch einzelne Abschnitte seines Lebens gezielt untersucht, wobei der von uns beiden herausgegebene Band „Quo vadis, Paläontologie? Paläontologische Essays 1943 – 1990 von Walter Georg Kühne“ vielleicht am wichtigsten ist, da dieser u.a. eine Zusammenstellung etlicher zuvor noch nicht veröffentlichter Arbeiten von Kühne enthält. Noch im Druck in einem Sonderband der Paläontologischen Zeitschrift befindet sich zur Zeit ein weiterer Artikel, der sich mit W.G. Kühnes Rolle und Leben während der Zeit des Nationalsozialismus beschäftigt (Titel: Unerwünscht – Walter Georg Kühne, 1911 – 1991).

Fünf Jahre lang war Rolf Kohring vom April 1993 bis zum April 1998 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Paläontologie. Seine Hauptaufgaben bestanden in der Abhaltung von vier Semesterwochenstunden in der Lehre sowie in der redaktionellen Betreuung und Herausgabe der Berliner geowissenschaftlichen Abhandlungen. Außerdem betreute er verschiedene Diplomanden bei ihren Arbeiten und kümmerte sich um die EDV-Verwaltung des Instituts. Des weiteren war er ein beliebter Protokollant bei den mündlichen Prüfungen der Studenten.



**Abb. 3:** Schematische Darstellung der Feinstruktur von Eischalen amnioter Wirbeltiere. Aus Kohring 2001.

Seit dem August 1994 konnte er sich auf einen ganz eigenen Forschungsschwerpunkt konzentrieren, denn es war ihm eine Sachbeihilfe von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zum Thema „Biominalisation von Eischalen amnioter Wirbeltiere“ zur Verfügung gestellt worden (Abb. 3). Er war mittlerweile zu einem der weltweit führenden Spezialisten fossiler Wirbeltier-Eischalen herangereift, egal ob sie von Schildkröten, Schlangen, Eidechsen, Krokodilen, Dinosauriern oder Vögeln stammten. Über Eischalen von Vertretern aller dieser Gruppen hatte er inzwischen publiziert, und so lag es nahe, zu diesem Thema eine zusammenfassende analytische Arbeit zu erstellen, die weiter zur Klärung dieser biologischen Konstruktion und ihrer Evolution beitragen sollte.

Etliche Arbeiten zu verschiedenen Aspekten fossiler Eischalen folgten und im April 1997 beantragte er an der FU die Eröffnung des Habilitationsverfahrens und reichte dazu seine Habilitationsschrift mit dem Titel „Strukturen, Biostratonomie und systematische und phylogenetische Relevanz von Eischalen amnioter Wirbeltiere“ ein. Am 21. Januar 1998 wurde er habilitiert und hielt im Rahmen dieser Veranstaltung einen öffentlichen Vortrag über seine Erfahrungen über die Seen aus Ostafrika, der den Titel trug: „Geologische und paläontologische Entwicklung des Lake Manyara – ein Beispiel für einen typischen See im Ostafrikanischen Rift System?“ Er erlangte damit an der FU die Lehrbefugnis und –erlaubnis für das Fach Paläontologie.

Insgesamt hat Rolf Kohring mehr als 30 wissenschaftliche Arbeiten allein über fossile Eischalen publiziert. Ohne Zweifel die wichtigste ist die Habilitationsschrift, die in nur leicht modifizierter Form zwei Jahre später (1999) unter demselben Titel in 311 Seiten und mit zahlreichen, auch mehrfarbigen Abbildungen als Band 210 des Courier des Forschungsinstituts Senckenberg erschien. Für dieses Werk wurde ihm im Jahr 2000 von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft der mit 10000 DM dotierte Alexander von Humboldt-Gedächtnispreis zuerkannt und am 13. November 2000 im Naturmuseum Senckenberg in Frankfurt am Main durch Frau Christine von Heinz überreicht. Rolf Kohring hatte den Höhepunkt seiner wissenschaftlichen Karriere erreicht.

Kurze Zeit nach Einreichung seiner Habilitationsschrift besuchte mich Rolf Kohring im August 1997 erneut in Afrika. Seit September 1996 war ich an der Universität des kleinen Königreichs von Swaziland im Department of Geography, Environmental Science and Planning angestellt und hatte versucht, neue, landespezifische Forschungsvorhaben in die Wege zu leiten. Gemeinsam mit Rolf Kohring suchte ich deshalb Dr. John Andersson, den führenden Spezialisten der obertriassischen Molteno-Formation, in seinem Büro im Botanischen Garten von Pretoria, der etwa 400 km westlich von Swaziland gelegenen Hauptstadt Südafrikas, auf.

Die lakustrin gebildete Lagerstätte der Molteno-Formation ist eine lokale Einheit in der Karoo-Abfolge des ehemaligen Gondwana-Kontinents und hat vor allem durch John Anderssons langjährige Aufsammlungen eine Vielzahl fossiler Pflanzen, aber auch zahlreicher Insekten hervorgebracht. Bei der Sichtung einiger problematischer Fossilien erkannte Rolf auf Anhieb, dass es sich bei diesen Exemplaren um Statoblasten von Süßwasserbryozoen handeln musste (Hörnig & Kohring 1999). Die Bestimmung erfolgte sicher einfach aus dem Grund, weil er schon 1991 ähnliche Fossilien aus dem Oligozän von Rott gemeinsam mit Joachim Reitner beschrieben hatte. Die Süßwasserbryozoen blieben in den folgenden Jahren ein mehrfach in seinen Arbeiten behandeltes Thema.

Ich fuhr mit Rolf im Verlauf seines Aufenthaltes im südlichen Afrika noch nach Maputo in Mosambik und besichtigte dort mit ihm das örtliche Geologische Museum, eine in der Dritten Welt ansonsten kaum zu findende Rarität. Im Anschluss daran begaben wir uns zum weltweit

einigen Wald rezenter Palmfarne (Cycadeen), den Charakterpflanzen des Jura, im Nordosten von Südafrika, nach GaModjadji. Kurze gemeinsame Artikel resultierten aus diesen eher touristischen Unternehmungen.

Kurz vor dem Auslaufen seiner Stelle in Berlin besuchte mich Rolf im Februar 1998 noch einmal in Swaziland. Diesmal kam er mit seiner damaligen Freundin Anne Hörnig, und er traf bei mir auf einen der vermutlich einflussreichsten deutschsprachigen Paläontologen, Adolf Seilacher, der mit seinem Assistenten Hans Luginsland nach Swaziland gekommen war, um potenzielle Lagerstätten präkambrischer Metazoen oder zumindest ihrer Spuren zu erkunden. Auf einer gemeinsam unternommenen Exkursion fanden wir im Nordwesten von Swaziland zwar keine Reste von Organismen, aber zumindest Sedimentstrukturen (Rippelmarken) aus dem Archaikum (> 3,2 Ga), die rezenten vollkommen gleichen.

Nun war Rolf Kohrings Stelle als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Paläontologie jedoch im April 1998 ausgelaufen, und es fiel dem jetzt knapp 40-jährigen nicht leicht, eine neue, seiner Qualifikation adäquate Position zu finden. Er bewarb sich auf die dünn gesäten Stellen mit paläontologischem Bezug im deutschsprachigen akademischen Betrieb, aber vergebens. Schließlich erhielt er nach einiger Zeit der Arbeitslosigkeit durch Unterstützung seines früheren und neuen Chefs, Professor Helmut Keupp, am Berliner Paläontologischen Institut eine Stelle als Mitarbeiter in einem mikropaläontologischen Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft, und so sollte es im Prinzip die nächsten Jahre über bleiben. Arbeitslosigkeit und bezahlte Mitarbeit in DFG-Projekten wechselten einander ab, sicher auf Dauer keine befriedigende Lösung für Rolf Kohring.

Inzwischen war das Paläontologische Institut mitsamt den übrigen geowissenschaftlichen Institutionen der FU nach Berlin-Lankwitz, auf den sogenannten Geo-Campus, übersiedelt. Das Gelände und die dortigen Gebäude waren Bestandteil der ehemaligen Pädagogischen Hochschule Berlins gewesen, die weitgehend in die Technische Universität Berlin integriert worden war. Im Prinzip gab es jetzt viel mehr Platz als bisher, und die verschiedenen Institute der Geowissenschaften lagen auch nicht mehr so verstreut wie in den zahlreichen Villen in Berlin-Dahlem zuvor. Vor 1945 hatte das Gelände mit seinen Gebäuden als Kaserne der Wehrmacht gedient, und so war es nicht weit zum Wortspiel der „Geokaserne Lankwitz“.

Rolf Kohring erhielt auf dem Geo-Campus ein Zimmer im Erdgeschoss in einem der kleineren, typisch schachtelartigen Neubauten der sechziger Jahre zugewiesen, die sich durch dünne und nach außen hin an der Oberfläche künstlich konglomerierte Wände hervortun, direkt neben dem älteren und massiven, durch lange Korridore ausgezeichneten Hauptgebäude der Paläontologie, das des weiteren im Obergeschoss noch die Fernerkundung beherbergt. Er teilte sein Zimmer mit dem Palynologen Glenn Fechner, dessen Vertrag als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Paläontologischen Institut schon Ende 1990 ausgelaufen war, und der sich jetzt ebenfalls vor allem mit DFG-Projekten über Wasser hielt.

Nach außen hin schien Rolf Kohring seine heikle berufliche Situation erst einmal nicht besonders zu irritieren. Den einmal eingeschlagenen Weg verfolgte er gleichmütig weiter – es gab ja noch so viel zu erforschen. In seiner Einstellung half es ihm sicher sehr, dass er persönlich eine äußerst sparsame und bescheidene Lebensweise pflegte. Kein Auto, auch später kein Handy, dieser und anderer, bisweilen ja auch ganz nützlicher Gerätschaften im öffentlichen Leben bedurfte Rolf offensichtlich nicht – dabei war er keinesfalls kauzig, weltverbessernd oder gar weltfremd geworden. Er brauchte diese Dinge tatsächlich nicht, sie waren reine Statussymbole für ihn. Und was sein sonstiges soziales Leben anbetrifft, so gab es hin und wieder eher kurzfristige Beziehungen zum anderen Geschlecht, meist aus dem universitären Umfeld, aber, soweit mir bekannt, niemals etwas Längerfristiges, was vielleicht auch zur Bildung einer dauerhaften Partnerschaft oder Familie geführt hätte.

Das Leben ging für ihn ohne eine feste Stelle im Prinzip erst einmal genauso weiter wie bisher. Da er sich auch in den Lehrveranstaltungen des Paläontologischen Instituts immer gut bewährt hatte, wurden ihm auch weiterhin regelmäßig Lehraufträge erteilt, die sicher einiges dazu beitrugen, dass die sozialen Kontakte nach außen nicht gänzlich abrissen und er nicht in ähnlicher Weise vereinsamte wie sein Zimmerkollege Glenn Fechner. Nur zum Reisen musste er den Gürtel jetzt erheblich enger schnallen.

Ein einziges Mal sollte es ihn noch einmal nach Afrika verschlagen. Im Februar und März 2000 wurde der Kartierungskurs für Fortgeschrittene des Geologischen Instituts der FU Berlin im südlichen Südafrika mit etwa 25 Teilnehmern durchgeführt. Rolf Kohring gehörte zu den Exkursionsleitern und führte im Anschluss an die Kartierung noch verschiedene Aufschlüsse vor allem in den Ablagerungen der Karoo Südafrikas vor. Anfang März traf auch ich auf diese Gruppe, und wir erkundeten u.a. einige Aufschlüsse in den Drakensbergen nahe der Grenze zu Lesotho. In Pretoria gewährte John Andersson der ganzen Gruppe Einblick in seine Aufsammlungen von Fossilien der Molteno-Formation, und schließlich führte ein weiterer Abstecher die Gruppe nach Swaziland, wo ich gemeinsam mit Rolf den Studenten kurz hinter der Grenze die kommerziell genutzte, sedimentär gebildete, etwa 2,5 Ga alte Bändereisenerzlagerstätte (BIF) von Ngwenya an einem Vormittag erläuterte.

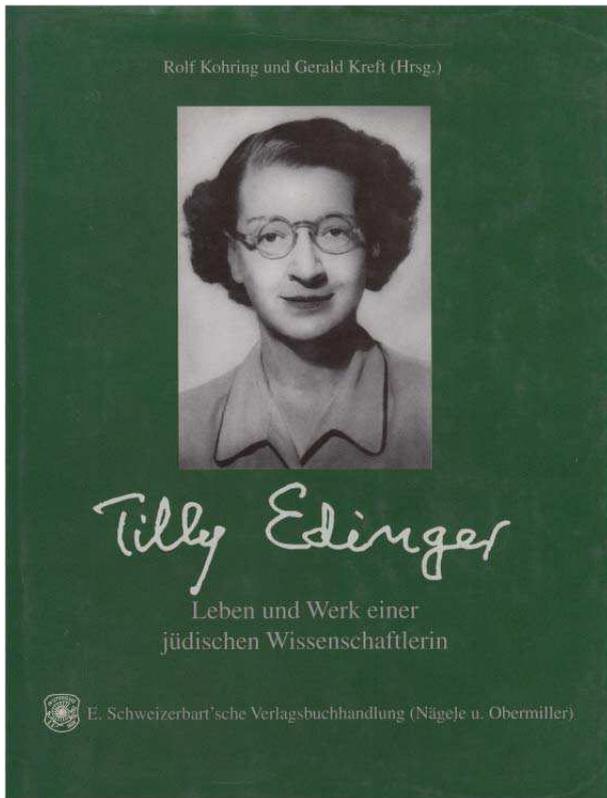
Schon damals hatte ich den Eindruck, dass Rolf seltsam unbeteiligt, nahezu unengagiert an dieser Exkursion teilgenommen hatte. Die bei solchen Gelegenheiten doch häufig vorkommende Fraternisierung zwischen Studenten und Lehrkörper war von seiner Seite aus auf ein Minimum beschränkt. Ich machte dafür den jetzt schon längeren Verlauf dieser Veranstaltung und eventuelle Entfremdungen oder Ermüdungserscheinungen verantwortlich, aber auch das ausgesprochen heterogene Verhalten seitens der Studenten mag in diesem Zusammenhang eine Rolle gespielt haben. Alle waren offensichtlich hochzufrieden und erleichtert, als es Ende März 2000 endlich nach Berlin zurückging.

Mehr und mehr begann er sich jetzt mit dem großen Thema der Wissenschaftsgeschichte zu beschäftigen, mit besonderem Schwerpunkt der Entwicklung paläontologischen Gedankenguts im 20. Jahrhundert. Seit 1991 hatte er ja das Projekt verfolgt, eine umfassende Biographie der jüdischen, deutsch-amerikanischen Paläoneurologin Tilly Edinger zu verfassen. Bei seinen Recherchen zu authentischen Quellen und Dokumenten stieß er auf den Diplom-Soziologen Gerald Kreft, Mitarbeiter im Neurologischen Institut des nach Tilly Edingers Vater benannten Edinger-Instituts an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main.

Die Zusammenarbeit Rolf Kohrings mit Gerald Kreft sollte sich als ausgesprochen fruchtbar erweisen. Gemeinsam wurde von den beiden im Jahr 2003 die bei Schweizerbart in der Senckenberg-Buch-Reihe als Nr. 76 veröffentlichte Monographie „Tilly Edinger. Leben und Werk einer jüdischen Wissenschaftlerin“ publiziert (Abb. 4). Dieses Buch ist ein Meilenstein. Sehr detailliert, aber niemals langweilig, wird Tilly Edingers Leben seziert und von verschiedenen Seiten wissenschaftlich wie auch privat unter die Lupe genommen. Das auch äußerlich sehr ansprechende, 640 Seiten umfassende Buch beleuchtet aber nicht nur das Leben dieser jüdischen Emigrantin, die fast bis es nicht mehr ging im Deutschen Reich ausharrte, sondern es schildert sowohl ganz allgemein wie auch exemplarisch die Situation der Wissenschaft Paläontologie und ihrer Exponenten zur Zeit des Dritten Reichs. Es spielt in diesem Zusammenhang keine Rolle für Rolf Kohrings Anteil an der Urheberschaft dieses Buchs, dass neben ihm und Gerald Kreft auch Emily Buchholtz und Harry Lang mit längeren Beiträgen am Zustandekommen mitgewirkt haben.

Die übergreifenden Themen seiner Arbeiten behielt Rolf Kohring in den ihm noch verbliebenen Jahren weitgehend bei, betreffs der Eischalen gab es jedoch kaum noch Neuigkeiten, insgesamt nur noch zwei Arbeiten sind zu diesem Thema zwischen 2000 und 2012 in Co-Autorschaft von

ihm erschienen. Vielleicht hatte er dieses Gebiet intellektuell nun irgendwie bewältigt oder abgeschlossen. Allerdings ist der gesamte Zeitraum zwischen 2003 und 2012 durch eine sich allmählich verringernde Publikationstätigkeit gekennzeichnet. Waren es von 1992 bis 2001 regelmäßig in fast jedem Jahr mehr als 10 verschiedene Arbeiten gewesen (1998 allein sogar insgesamt 26), so verringert sich sein Output seit 2003 fast um die Hälfte pro Jahr, bis es 2010 – zwei Jahre vor seinem Tod – ganz zum Erliegen kommt. Was mögen die Gründe gewesen sein? Ich bin der Meinung, dass darüber nur spekuliert werden kann.



**Abb. 4:** Titelbild des von Rolf Kohring und Gerald Kreft als Senckenberg-Buch Nr. 76 im Verlag Schweizerbart 2003 veröffentlichte Buch „Tilly Edinger – Leben und Werk einer jüdischen Wissenschaftlerin“.

War ihm schließlich doch bewusst geworden, dass die große Anzahl seiner Publikationen, mit der er die meisten seiner beruflichen Konkurrenten schon lange in ihre Schranken gewiesen hatte, nicht ausgereicht hatte, um auch ihm einen permanenten und seinen Interessen adäquaten Job zu verschaffen, wie die es meist geschafft hatten? War es vielleicht eine Art Burn-out-Symptom, dass er sich einfach nicht mehr zu zig-Mal wiedergekäuten Themen erneut äußern wollte? Fehlte es ihm vielleicht an ganz neuen Themen paläontologischer Fragestellung, inklusive des großen Wurfs, den er vielleicht noch einmal plante? Oder war er von den Recherchen an seinem 2011 erschienenen Buch „Quo vadis Berlin“ so sehr absorbiert, dass er keine Zeit mehr für das paläontologische Handwerk fand? Vermutlich haben alle hier aufgeführten Faktoren mehr oder weniger eine gewisse Rolle dabei gespielt, dass seine wissenschaftliche Effizienz in den letzten Jahren stark nachließ.

Ich sah Rolf in diesen Jahren nur gelegentlich während meiner Urlaubsaufenthalte in Berlin, suchte ihn jedoch dann regelmäßig in seinem Dienstzimmer auf dem Geo-Campus Lankwitz auf. Bei einem dieser Anlässe – nach meiner Erinnerung im Sommer 2005 – begegnete mir neben Rolf sein ebenfalls vom Schicksal auch nicht gerade besonders vorteilhaft behandelter Kollege Glenn Fechner, und nach kurzer Begrüßung und einigen einleitenden Worten setzte Glenn Fechner in harschen Verbalattacken zu einer Schimpfkanonade ohnegleichen gegen die etablierten Paläontologen und anderen Geowissenschaftler an, wobei ihm von Rolf in der Substanz in vielen Punkten recht gegeben wurde, wenn auch in sehr stark gemäßigter Weise. Es

war wohl von Glenn Fechner mir gegenüber eine Art von Vermächtnis, da ich ihn danach nie mehr wiedergesehen habe, denn am 26. Oktober 2006 verstarb er an den Folgen eines Autounfalls.



**Abb. 5:** Rolf Kohring in seinem Element! Öffentlicher Vortrag am „girls day 2010“ im Vorlesungsraum der Paläontologie auf dem Geo-Campus Lankwitz (Quelle: Internet).

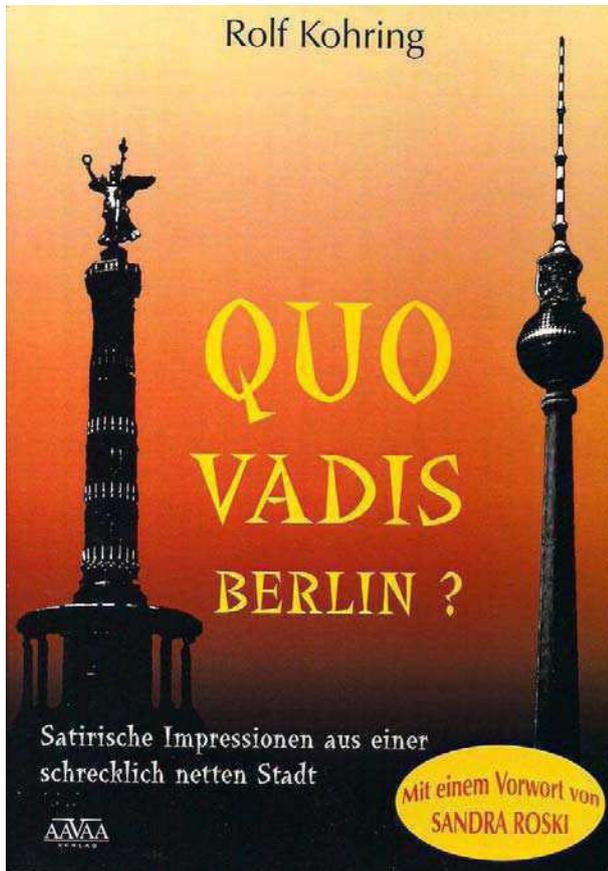
Es muss etwa zur gleichen Zeit gewesen sein, als Rolf Kohring sich noch einmal sicher nicht ganz unberechtigte Hoffnungen auf eine im Berliner Museum für Naturkunde ausgeschriebene Stelle als Kurator für fossile Invertebraten gemacht und auf diese Stelle auch beworben hatte. Aber ein Jüngerer wurde eingestellt, und auf diese Weise verging auch dieser Traum. Ich nehme an, dass seine Verbitterung infolge vermeintlicher wissenschaftlicher Nichtbeachtung danach weiter anstieg.

Rolf hat mir in diesen Jahren nie berichtet, auf welche Stellen er sich beworben hatte, und ob darunter auch solche waren, die vielleicht keinen engeren Bezug mehr zur Paläontologie hatten. Sehr viele waren es sicher nicht, denn ein weiteres Kriterium bestand für ihn eben darin, dass die angestrebte Stelle möglichst in Berlin gelegen sein sollte. Vermutlich hatte er sich mental in dieser Zeit sogar schon darauf eingestellt, schlimmstenfalls bis zur Rente so weiter zu wursteln wie bisher – DFG-Mitarbeit alternierend mit Arbeitslosigkeit, mit dem Highlight zusätzlicher Lehraufträge und verschiedener Forschungsarbeiten. Aber lassen wir Rolf noch einmal selbst zu Worte kommen, in seinem letzten Buch beschreibt er nämlich, was für ihn in diesen Jahren von besonderer Bedeutung war (Quo vadis, Berlin, S. 64):

„Im Sommer findet für mich als Naturwissenschaftler immer der wichtigste Tag des Jahres statt. Genau genommen, die wichtigste Nacht des Jahres, nämlich die „Lange Nacht der Wissenschaften“.

Tausende von Menschen strömen einigermaßen neugierig in die verschiedenen wissenschaftlichen Einrichtungen der Stadt und sind überrascht. So hatten sie sich eine Universität nun gerade nicht vorgestellt – eher so wie im Fernsehen, wo vertrottelte Professoren in weißen Kitteln verrückte Erfindungen machen.“

Da konnte Rolf als Vortragender im Paläontologischen Institut (Abb. 5) noch einmal zur Hochform auflaufen. Förderung auch des jüngsten Nachwuchses war ihm mehr als nur ein Anliegen, es war eine Berufung. Stundenlang konnte er sich bei dieser Veranstaltung als Mentor potenzieller Nachwuchswissenschaftler bewähren, denn ...“Kinder wissen nämlich immer viel mehr als ihre Eltern“ (op. cit., S. 64).



**Abb. 6:** Sein letztes Buch: „Quo vadis Berlin“, erschienen im Jahr 2011 im AAVAA-Verlag, in Berlin.

Kurz vor seinem Tod habe ich ihn noch einmal getroffen, aber in keiner Weise geahnt, dass es das letzte Mal sein würde. Rolf hatte mir im Frühjahr 2011 per Email mitgeteilt, dass er jetzt an einem ganz neuen Projekt arbeiten würde, einer Essaysammlung über die Lebensweise und das soziale Verhalten der Berliner, die er noch in diesem Jahr fertig stellen und als Buch veröffentlichen wollte. Das Buch (Abb. 6) erschien dann auch noch im selben Jahr als Taschenbuch im Berliner AAVAA-Verlag unter dem Titel „Quo vadis Berlin? Satirische Impressionen aus einer schrecklich netten Stadt.“

Rolf schickte mir den Text im Herbst in PDF-Form zu, ich wusste also, um was es inhaltlich ging, und er lud mich zu einer seiner Lesungen in Berlin (Abb. 7) ein. Als ich zu Ostern 2012 nach Berlin flog, begab ich mich gemeinsam mit meiner Frau, der Rolf das Kapitel 36 in seiner Essaysammlung („Prisca – eine Afrikanerin in Berlin“, S. 119) gewidmet hatte, am Abend des 18. April zu dieser Veranstaltung, die im Lichtburgforum, einem kleinen Kulturzentrum in Berlin-Wedding, angesetzt war. Neben dem Vortragenden erschienen jedoch insgesamt nur fünf Personen zu dieser Lesung, die sich untereinander auch noch alle kannten. Es muss eine weitere Enttäuschung für Rolf gewesen sein, aber tapfer las er u.a. das Kapitel über meine Frau vor, und wir begaben uns im Anschluss in eine der typischen Weddinger Kiezkneipen, um auf unser Treffen nach mehr als einem Jahr anzustoßen. Wir sprachen dort aber eher über Belanglosigkeiten. Prisca berichtete mir später auf dem Weg nach Hause, dass Rolf im Vergleich zu früher sehr schlecht ausgesehen habe, aber ich nahm das nicht so ernst. Es war das letzte Mal, dass ich Rolf Kohring gesehen habe – knapp zwei Monate später ist er an multiplem Organversagen infolge einer Herzinsuffizienz in einem Berliner Krankenhaus verstorben.

Zwar kannte ich Rolf Kohring über 20 Jahre lang und wir haben gemeinsam etwa 50 Publikationen verfasst, was jedoch Rolfs Privatleben und persönlichen Interessen anbetrifft, so hielt er sich mir gegenüber immer sehr bedeckt, und ich konnte eigentlich nur mittelbar erahnen, worin Antriebe für ihn bestanden, was er mochte und was nicht. Das ziemlich zum Ende seines



**Abb. 7:** Rolf Kohring bei einer Lesung aus seinem Buch „Quo vadis Berlin“ bei Hartmut Brugger im Winter 2011/2012.

Lebens von ihm veröffentlichte Buch „Quo vadis Berlin“ gibt vielleicht etwas mehr Aufschluss, denn er schildert darin nicht nur die von ihm erkannten, vermeintlichen Wesenszüge der Berliner, sondern auch seine eigene Einbettung in deren Mentalität. Eine offensichtliche Abneigung hegte er laut dem Buch gegenüber Berliner Radfahrern, Handys ganz allgemein und der Berliner kulinarischen Spezialität Eisbein. Das sind ganz sicher Verzeihlichkeiten, auch wenn man anderer Meinung sein mag, aber wie er in „Quo vadis Berlin“ seine Erfahrungen im Umgang damit schildert, müssen ihm Radfahrer, Handys und Eisbein – wie sagt man in Berlin so schön? – bei verschiedener Gelegenheit mächtig auf den Keks gegangen sein.

Rolfs bester Freund war Hartmut Brugger, den er als Kommilitonen schon im ersten Semester am Paläontologischen Institut kennengelernt hatte. Mit ihm teilte er sein musikalisches Interesse, vor allem das der Richtung Heavy Metal, in der Einflüsse aus Punk, Hard Rock, Rock `n` Roll und Blues Rock vereint sind. Mit Hartmut gründete er als Student eine Band, die sich „Banded Iron Formation“ nannte, in Anlehnung der beiden zukünftigen Geologen an die sedimentär gebildeten, weltweit vorkommenden Bändereisenerzlagerstätten aus der Zeit des Übergangs vom Archaikum zum Proterozoikum (etwa 2,5 Ga). Der Erfolg dieser Gruppe war jedoch für den Gitarristen Rolf und den Schlagzeuger Hartmut wegen diverser infrastruktureller Probleme eher mäßig, wie Rolf selbst in „Quo vadis Berlin?“ Jahre später zugeben musste. Das Projekt musste also wieder aufgegeben werden, noch bevor es richtig begonnen hatte. Später versuchte es Rolf noch einmal solo mit der Flamenco-Gitarre, aber auch nur mit mäßigem Erfolg.

Sein weiterhin stark ausgeprägtes musikalisches Interesse beschränkte sich von nun an vor allem auf den auditiven Konsum der Musik von Heavy Metal, u.a. den der schon 1975 gegründeten Musikgruppe Motörhead. Deren Gründer, Sänger und Bassist Lemmy Kilmister hatte einenseiner größten Erfolge mit dem im Jahr 1980 veröffentlichten Album „Ace of Spades“, das auf der B-Seite auch als Titel Nr. 5 das Lied „The chase is better than the catch“ (Die Jagd ist besser als die Beute) enthält. Nun sind Rolf Kohrings wissenschaftliche Publikationen vor

Beginn des eigentlichen Texts häufig mit dem Motto einer prominenten Persönlichkeit versehen, das sich normalerweise rechts oben vor dem eigentlichen Textbeginn seiner Arbeit befindet. Ich war in diesem Zusammenhang dann doch durchaus amüsiert, als ich bei Rolfs Entwurf für den Nachruf auf Walter Georg Kühne (Kohring & Schlüter 1991) an dieser Stelle rechts oben den eben zitierten Satz fand, aber ohne Hinweis auf den Autor Lemmy Kilmister für das von ihm komponierte Lied.

Ich machte Rolf darauf aufmerksam, dass dieses Motto durchaus nicht anonym an dieser Stelle zu verharren habe, denn es charakterisierte auch nach meinem Empfinden einen wichtigen Wesenszug Walter Georg Kühnes. Dem Motto wurde schließlich der Name des Autors angefügt. Übrigens war Rolf Kohring nicht der einzige paläontologische Fan von Motörhead: Mats E. Eriksson aus Schweden gab 2006 einem ausgestorbenen polychaeten Ringelwurm aus dem Silur von Gotland den Namen *Kalloprion kilmisteri*, ebenfalls in Anlehnung an Lemmy Kilmister, weil ihn dessen Musik während des Studiums dieses Ringelwurms so inspiriert hatte.

Versuchen wir noch einmal, das wissenschaftliche Gesamtwerk von Rolf Kohring zu bilanzieren. Zunächst ist festzuhalten, dass er ausgesprochen produktiv war, in etwas mehr als 20 Jahren Publikationstätigkeit (1989 – 2012) hat er über 200 Arbeiten verfasst, also durchschnittlich etwa 10 pro Jahr. Zweitens, er war keinesfalls auf ein besonderes Thema fixiert, sondern die Themen in seinen Arbeiten sind ungemein breitgefächert. Sie reichen von Einzellern zu Insekten und Wirbeltieren, erstrecken sich auf stratigraphische, biostratinomische, paläoökologische und morphologische Schwerpunkte, auch Spuren und spezielle Fossilisationen und Erhaltung kommen häufiger vor. Und sein Werk umfasst auch viel fast ausschließlich editorische Arbeit, was viele, vor allem jüngere Autoren aus seinem Institut ihm zu danken haben (und was in seinem Publikationsverzeichnis nirgends ausdrücklich vermerkt ist).

So bedeckt er sich nach außen selbst verhalten hat, mit zunehmendem Alter rückten menschliche Gesichtspunkte in den Vordergrund seiner Arbeiten. Rolf Kohring hat versucht zu ergründen, warum und auf welche Weise jemand mit paläontologischem Sachverstand zu bestimmten Gedanken und Schlussfolgerungen in dieser Wissenschaft gelangt war. Es hat ihm aus diesem Grund offenbar ein besonderes Vergnügen bereitet, kurze Biographien von mancher verstorbenen paläontologischen Koryphäe zu erstellen – vielleicht hat er bewusst oder unbewusst sein eigenes Leben mit der betreffenden Person vergleichen wollen, Übereinstimmungen und Unterschiede festgestellt, und möglicherweise auch eigene Verhaltensmuster dementsprechend in Betracht gezogen. Sein Buch über Tilly Edinger ist mit seinen zahlreichen Fußnoten eine fast unerschöpfliche Quelle zu den Lebensdaten aller wichtigen Zeitgenossen mit paläontologischem Hintergrund aus dieser düsteren Epoche Deutschlands. Rolf Kohring muss unglaublich viel Zeit dafür aufgewendet haben, alle diese in den Fußnoten des Buches angegebenen Daten zu ermitteln. Das Schlusskapitel der von Rolf Kohring erstellten Biographie (op. cit., p. 273) mit der Überschrift „Tilly Edinger und das Kuriose in den Naturwissenschaften“ liest sich fast wie sein eigenes Vermächtnis und endet gemäß seiner Interpretation damit, dass Tilly Edinger sich mit Leidenschaft der Paläontologie widmete, aber selbstbewusst ein einsames Leben nur mit Integration in die Wissenschaftsfamilie gewünscht habe.

Was wird uns von Rolf Kohring nachhaltig in Erinnerung verbleiben? Die Paläontologie ist eine in vieler Hinsicht eher deskriptive Naturwissenschaft, worauf schon die als wichtiges Instrumentarium üblichen Beschreibungen neuer fossiler Arten eindringlich hinweisen. Sie ist in dieser Hinsicht ein Handwerk, das gute Beobachtung, Beschreibung und Analyse sowohl im Gelände wie auch am Fossil selbst erforderlich macht. Rolf Kohring hat dieses Handwerk gut verstanden und beherrscht, wie die von ihm im Verlauf der Jahre aufgestellten diversen neuen Spezies und höheren Kategorien in den unterschiedlichsten taxonomischen Gruppen von Organismen beweisen.

Paradigmenwechsel treten in der Wissenschaft Paläontologie dagegen eher selten auf. Unter einem Paradigma werden gemäß der Definition des Wissenschaftshistorikers Thomas Kuhn (1922 – 1996) die wissenschaftlichen Leistungen, Regeln und Normen verstanden, die eine Forschungsgemeinschaft zu einer bestimmten Zeit als ihre Grundlagen anerkennt. Passt etwas nicht in dieses Bild, wird es erst einmal ignoriert, von vielen Mitgliedern dieser wissenschaftlichen Gemeinschaft häufig lächerlich gemacht, als Messfehler oder Zufall wegeklärt. Erst wenn das alles nicht mehr in die vorherrschende Theorie passt, wird das alte Paradigma durch ein neues abgelöst – das ist der Paradigmenwechsel. Rolf Kohring wusste über das Phänomen des Paradigmenwechsels hinlänglich bescheid, oft hatten wir bei unseren Treffen darüber diskutiert, und er war sich darüber im klaren, wie selten ein solcher in der Paläontologie stattfindet (beispielsweise durch die Arbeiten Willy Hennigs seit den fünfziger Jahren).

Wenn wir uns noch einmal die verschiedenen Themen der Hauptarbeitsgebiete Rolf Kohrings vor Augen führen, so fällt auf, dass etliche Themen darunter (fossile Insekten, Bernstein, Süßwasser-Bryozoen, Tilly Bones, Wirbeltiereischalen) im konventionellen Einverständnis der Paläontologie eher Randgebiete darstellen, diese speziellen Themen aber einen besonderen Anreiz zur Beschäftigung für ihn darstellten. Und dass aus der Interpretation dieser vermeintlichen und häufig auch vernachlässigten fossilen Reste von Organismen am Rand der paläontologischen Welt vielleicht ganz neue, auch allgemein verwertbare Erkenntnisse zu ziehen seien, das war es, was Rolf Kohring fasziniert und ihn wissenschaftlich angetrieben hat.

Es ist sicher noch viel zu früh, ein Urteil darüber zu fällen, was von Rolf Kohrings Forschungsergebnissen länger Bestand haben wird, aber ich bin davon überzeugt, dass es weniger die von ihm aufgestellten neuen Arten von Dinoflagellaten-Zysten, Ostrakoden oder anderer Taxa sein werden als viel mehr seine Erkenntnisse aus den oben genannten Randgebieten der Paläontologie, die vielleicht noch in einhundert Jahren zitiert werden. Er war in wissenschaftlicher Hinsicht unkonventionell, aber gelohnt worden ist ihm das leider zu Lebzeiten eigentlich nicht.

Für etliche Hinweise zu diesem Nachruf danke ich Carsten Brauckmann, Hartmut Brugger, Jürgen Freers, Joachim Reitner, Michael Schudack, Christa Werner und Wolfgang Zils.

## Schriftenverzeichnis von Rolf Kohring

### 1989

Brugger, F.-H., Helmdach, F.-F. & **Kohring, R.** (1989): Rezente und subrezente Ostrakoden aus Berliner Gewässern.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A), 106: 21-27; Berlin.

**Kohring, R.** (1989): Fossile Eierschalen aus dem Garumnium (Maastrichtium) von Bastus (Provinz Lerida, NE-Spanien).- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A), 106: 267-275; Berlin.

**Kohring, R.** (1989): *Megarhynchaenus schalowae* n.g. n.sp., ein neuer Curculionide (Insecta: Coleoptera) aus dem Pannonium von Rumänien.- Documenta naturae, 56: 29-32; München.

**Kohring, R.** & Schlüter, T. (1989): Historische und paläontologische Bestandsaufnahme des Simetits, eines fossilen Harzes mutmaßlich mio/pliozänen Alters aus Sizilien.- Documenta naturae, 56: 33-58; München.

**Kohring, R.** (1989): Buchbesprechung zu: Schleich & Kästle: Reptile Egg Shells.- Paläontologie aktuell, 20: 27-28; Frankfurt am Main.

### 1990

Reitner, J. & **Kohring, R.** (1990): Taxonomische Bedeutung freier Skleren in *Carpospongia globosa* (Eichwald, 1830) und *Aulocopium aurantium* Oswald, 1850 (Demospongia, „Lithistidaa“) (Oberordovizium) aus dem Kaolinsand von Braderup/Sylt.- In: Hacht, U.v. (Hrsg.): Fossilien von Sylt III: 219-230; Hamburg.

**Kohring, R.** (1990): Upper Jurassic Chelonian Eggshell fragments from the Guimarota Mine (Central Portugal).- *Journal of Vertebrate Paleontology*, 10 (1): 128-130; Tulsa.

**Kohring, R.** (1990): Reptilien-Eischalen aus dem Oberjura und der Unterkreide von Portugal und Spanien.- *Nachrichten der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 43: 53-54; Hannover.

**Kohring, R.** (1990): Analogie und Konvergenz – eine wissenschaftshistorische Begriffsanalyse.- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, 124: 43-49; Berlin.

**Kohring, R.** & Fechner, G. G. (1990): Sedimentologische, paläontologische und palynologische Untersuchungen im Ober-Miozän/Unter-Pliozän von Centuripe (E- Sizilien).- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, 124: 101-113; Berlin.

Schlüter, T. & **Kohring, R.** (1990): Die Zwergwespengattung *Palaeomyrmar* (Hymenoptera: Proctotrupoidea: Serphitidae) aus dem mio/pliozänen Simitit Siziliens.- *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, 124: 115-121; Berlin.

**Kohring, R.** (1990): Fossile Reptil-Eischalen (Chelonia, Crocodilia, Dinosauria) aus dem Unteren Barremium von Galve (Provinz Teruel, SE-Spanien).- *Paläontologische Zeitschrift*, 64 (3/4): 329-344; Stuttgart.

Heggemann, H., **Kohring, R.** & Schlüter, T. (1990): Fossil Plants and Arthropoda from the Phra Wihan Formation, presumably Middle Jurassic, of Northern Thailand.- *Alcheringa*, 14 (3/4): 311-316; Sydney.

**Kohring, R.** (1990): Buchbesprechung zu: Weigelt, J.: Recent Vertebrate Carcasses and their Paleobiological Implications.- *Paläontologie aktuell*, 22: 32; Frankfurt am Main.

### 1991

**Kohring, R.** & Reitner, J. (1991): Fossile Arthropoden und Fische von Rott.- *Fossilien*, 8 (1): 20-26; Korb.

**Kohring, R.** (1991): Lizard Egg Shells from the Lower Cretaceous of Cuenca Province, Spain.- *Palaeontology*, 34: 237-240; Cardiff.

**Kohring, R.** & Schlüter, T. (1991): In memoriam Walter Georg Kühne (26. 2. 1911 – 16. 3. 1991).- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, 134: 3-8; Berlin.

- Kohring, R.** (1991): Walter Georg Kühne, 1911-1991.- News Bulletin of the Society of Vertebrate Paleontology, 153: 45-47; Berkeley.
- Keupp, H., Monnet, B. & **Kohring, R.** (1991): Morphotaxa bei kalkigen Dinoflagellaten- Zysten und ihre problematische Systematisierung.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A), 134: 161-185; Berlin.
- Kohring, R.** (1991): Eier, Larven- und Puppenstadien fossiler Insekten aus dem Ober- Oligozän von Rott (Siebengebirge).- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A), 134: 187-219; Berlin.
- Kohring, R.** & Reitner, J. (1991): A Problematic Microfossil from the Oligocene of Rott, with Affinities to Freshwater Bryozoan Statoblasts (Phylactolaemata).- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A), 134: 221-225; Berlin.
- Kohring, R.** & Reitner, J. (1991): Fossilien aus dem Oligozän von Sieblos/Rhön.- Fossilien, 8 (6): 359-366; Korb.

## 1992

- Kohring, R.** (1992): Biological Metal Accumulation in the Red Beds (Guettioua Member) of the Bathonian (Dogger) of Msemrir, Central High Atlas, Morocco.- Geologische Rundschau, 81: 85-90; Stuttgart.
- Hirsch, K. F. & **Kohring, R.** (1992): Crocodylian Eggs from the Middle Eocene Bridger Formation, Wyoming.- Journal of Vertebrate Paleontology, 12: 59-65; Tulsa.
- Breitkreuz, C., Helmdach, F.-F., **Kohring, R.** & Mosbrugger, V. (1992): Late Carboniferous Intra-Arc Sediments in the North Chilean Andes: Stratigraphy, Paleogeography and Paleoclimate.- Facies, 26: 67-80; Erlangen.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (1992): Der Simeitit – das fossile Harz Siziliens.- Fossilien, 9 (4): 221-226; Korb.
- Schlüter, T., **Kohring, R.** & Mehl, J. (1992): Ein besonderes Fossil.- Paläontologische Zeitschrift, 65: 11-12; Stuttgart.
- Schlüter, T., **Kohring, R.** & Mehl, J. (1992): Hyperostotic Fish Bones („Tilly Bones“) from Presumably Pliocene Phosphorites of the Lake Manyara Area, Northern Tanzania.- Paläontologische Zeitschrift, 65: 129-136; Stuttgart.
- Keupp, H., **Kohring, R.** & Kowalski, F.-U. (1992): Neue Arten der Gattung Ruegenia Willems 1992 (kalkige Dinoflagellaten-Zysten) aus Kreide und Tertiär.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 3: 191-209; Berlin.
- Kohring, R.** (1992): Histostructure of Fossil Crocodylian Eggshell Fragments from the Lower Cretaceous of Galve (Spain).- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 3: 253-261; Berlin.
- Ernst, G. & **Kohring, R.** (1992): Gastroliths from marine Middle Cenomanian of Baddeckenstedt (Lower Saxony, Germany) and their palaeogeographical implications.- Abstract, 4th International Cretaceous Symposium, Hamburg: 1-3; Hamburg.

Schlüter, T. & **Kohring, R.** (1992): Trace fossils from a saline-alkaline lake- paleoenvironment in northern Tanzania.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 3: 295-303; Berlin.

**Kohring, R.** (1992): Fossile Krokodil-Eischalen aus der Unteren Süßwasser-Molasse (Untermiozän) von Ulm (Ulm-Westtangente, Baden-Württemberg).- Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B, Nr. 187: 1-10; Stuttgart.

### 1993

**Kohring, R.** (1993): Kalkdinoflagellatenzysten aus dem Mittel- und Obereozän von Jütland (Dänemark) und dem Pariser Becken (Frankreich) im Vergleich mit anderen Tertiär-Vorkommen.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 6: 1-164; Berlin.

Schlüter, T. & **Kohring, R.** (1993): Eine Grillenlarve aus dem fossilen Harz der Dominikanischen Republik.- Fossilien, 1993 (4): 240-243; Korb.

**Kohring, R.** (1993): Paleoecological Significance of Calcareous Dinoflagellate Cysts (Middle and Upper Eocene).- INA Newsletter, 15 (2): 73-74; London

**Kohring, R.** & Schlüter, T. (Hrsg.) (1993): Current Research at the Department of Geology, Makerere University, Kampala, Uganda.- Documenta naturae, 77: I-III, 1-89, 8 Tafeln; München.

**Kohring, R.** (Hrsg.) (1993): Miscellanea Palaeontologica 2.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 9: I-II, 1-334, 46 Tafeln; Berlin.

**Kohring, R.** (1993): Biomineralisation und Diagenese prolatocaniculater Dinosaurier-Eischalen aus oberjurassisch/unterkretazischen Ablagerungen von Porto Pinheiro (Portugal).- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 9: 1-13; Berlin.

**Kohring, R.** (1993): Kalkdinoflagellatenzysten aus dem Unterpliozän von E-Sizilien. Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 9: 15-23; Berlin.

Keupp, H. & **Kohring, R.** (1993): Kalkdinoflagellaten-Zysten aus dem Obermiozän von El Medhi (Algerien).- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 9: 25-43; Berlin.

**Kohring, R.** & Schlüter, T. (1993): Sciariden (Insecta: Diptera: Nematocera) aus dem Oberpliozän von Willershausen.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 9: 191-199; Berlin.

Keupp, H. & **Kohring, R.** (1993): Ein Magensteinfund aus dem Lias Epsilon von Altdorf (Mittelfranken).- Geologische Blätter von NO-Bayern, 43: 95-104; Erlangen.

**Kohring, R.** (1993): Bakterien im Baltischen Bernstein?.- Abstract, 63. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft: 4; Prag.

**Kohring, R.** (1993): Biomineralization of dinosaur eggshells – a case study from the Upper Jurassic of Portugal.- Abstracts, „Biomineralization 93“, 7th International Symposium on Biomineralization, November 1993; Monaco.

**Kohring, R.** (1993): Fossile Schildkröteneier aus dem Miozän von Saint-Gérand-le-Puy (Frankreich).- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 1993 (12): 705-712; Stuttgart.

Schlüter, T. & **Kohring, R.** (1993): Prof. Dr. Walter Georg Kühne. 26. 2. 1911 – 16. 3. 1991.- Private Print for Circulation, 1-4; Makerere University, Kampala.

### 1994

**Kohring, R.** & Martin, T. (Hrsg.) (1994): *Miscellanea Palaeontologica* 3, Bernard-Krebs-Festschrift.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 13: 1-531; Berlin.

**Kohring, R.** & Reitner (1994): Zur Eischalenstruktur von *Varanus komodoensis* Ouwens 1912.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 13: 187-201; Berlin.

**Kohring, R.** & Schreiber, G. (1994): „Latex-Micro-Molding“ als neue Untersuchungsmethode von Bernstein-Inklusen – Vorläufige Mitteilung.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 13: 389-395; Berlin.

Keupp, H., Bellas, S.M., Frydas, D. & **Kohring, R.** (1994): Aghia Irini, ein Neogenprofil auf der Halbinsel Gramvoússa/NW-Kreta.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 13: 469-481; Berlin.

**Kohring, R.** (1994): Über *Thelodus*-Schuppen.- Fossilien, 1994 (5): 311-314; Korb.

**Kohring, R.** (1994): Eine Chironomiden-Larve (Insecta: Diptera) aus der Fur-Formation (Paleozän, ? Unter-Eozän, NW-Dänemark).- Paläontologische Zeitschrift, 68 (3/4): 407 - 414; Stuttgart.

Keupp, H. & **Kohring, R.** (1994): Kalkige Dinoflagettaten-Zysten aus dem Rupelton (Mittel-Oligozän) des Mainzer Beckens und der Niederrheinischen Bucht.- Mainzer geowissenschaftliche Abhandlungen, 23: 159-184; Mainz.

**Kohring, R.** (1994): Fossile Vogel-Eischalen aus dem Steinheimer Becken (Miozän) und dem Geiseltal (Eozän).- Abstract zur 64. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft in Budapest: 26; Budapest.

**Kohring, R.** & Weitschat, W. (1994): Weichteil-Erhaltung bei Bernstein-Insekten.- Abstract zur 64. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft in Budapest: 26; Budapest.

### 1995

Ansorge, J. & **Kohring, R.** (1995): Insekten aus dem Randecker Maar.- Fossilien, 1995 (2): 80-90; Korb.

**Kohring, R.** & Wilmsen, M. (Hrsg.) (1995): *Miscellanea Palaeontologica* 4, Gundolf-Ernst-Festschrift.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 16 (1 & 2): 1-790; Berlin.

Reitner, J. & **Kohring, R.** (1995): Prof. Dr. Gundolf Ernst zum 65. Geburtstag. Eine kritische Würdigung des Jubilars.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 16: 5-14, 1 Bildnis; Berlin.

- Kohring, R.** & Schlüter, T. (1995): Erhaltungsmechanismen känozoischer Insekten in Sedimenten und fossilen Harzen.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 16: 457-481; Berlin.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (1995): Die Einflüsse von Johannes Weigelt und D.M.S. Watson auf das paläontologische Weltbild von Walter G. Kühne.- Nachrichtenblatt zur Geschichte der Geowissenschaften, 5: 68-72; Regensburg.
- Kohring, R.** (1995): Fossile Bakterien und Pilzsporen aus dem Baltischen Bernstein.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 1995 (6): 321-335; Stuttgart.
- Kienel, U., Rehfeld, U., Bellas, S. & **Kohring, R.** (1995): The Miocene Blue Clay Formation of the Maltese Islands: Sequence stratigraphic and paleoceanographic implications based on calcareous nannofossil stratigraphy and calcareous dinoflagellate cysts.- Journal of Nannoplankton Research, 17 (2): 69-70; Kyjov.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (1995): Current Research in Geosciences in Uganda and Tanzania.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A), 175: I-VI, 1-166; Berlin.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (1995): Epifluorescence-microscopy of paleopathological fish bones from the Plio/Pleistocene of Lake Manyara area.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A), 175: 63-75; Berlin.
- Kohring, R.** (1995): Reflections on the Origin of the Amniote Egg in the Light of Reproductive Strategies and Shell Structure.- Historical Biology, 10: 259-275; London.
- Kohring, R.** (1995): Ultrastrukturen und Erhaltungsbedingungen fossiler Krokodil-Eischalen aus dem Geiseltal (Mitteloazän).- Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften , B 17: 93-105; Halle/Saale.
- Kohring, R.** & Steiner, M. (1995): Taphonomische und biostratigraphische Aspekte zum Nachweis von Pollen und Algen in fossilen Harzen (Trias bis Quartär).- Terra nostra, 95 (4): 67-68; Hildesheim.
- Kohring, R.** (1995): Calcareous Dinoflagellate Cysts from the Eocene of Denmark and France and their Paleoecological Significance.- Proceedings of the 5th INA Conference, Actas Congreso Nanoplancton: 99-113; Salamanca.
- Kienel, U., Rehfeld, U., Belas, S. & **Kohring, R.** (1995): The Miocene Blue Clay Formation of the Maltese Islands: Sequence-stratigraphic and paleoceanographic implications based on calcareous nannofossil stratigraphy and calcareous dinoflagellate cysts.- Abstracts, 6th INA Conference, Kopenhagen: 71; Kopenhagen.

## 1996

- Kohring, R.**, Bandel, K., Kortum, D. & Parthasarathy, S. (1996): Shell Structure of a Dinosaur Egg from the Maastrichtian of Ariyalur (Southern India).- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 1996 (1): 48-64; Stuttgart.
- Kohring, R.** & Hirsch, K.F. (1996): Crocodylian and Avian Egg Shells from the Middle Eocene of the Geiseltal, East Germany.- Journal of Vertebrate Paleontology, 16: 67-80; Tulsa.

- Kohring, R.** (Hrsg.) (1995): *Miscellanea Palaeontologica* 5.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 18: 1-378, 59 Tafeln; Berlin.
- Kohring, R.** (1995): Structure and Biomineralization of Eggshell of *Elaphe guttata* (Linné 1766) (Serpentes: Colubridae).- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E)*, 18: 191- 200; Berlin.
- Kohring, R.** (1996): Karl F. Hirsch (1921 – 1996).- *Oologicum*, 12: 2-3; Obertshausen/Mosbach.
- Schultze, H.-P., **Kohring, R.** & Broschinski, A. (1996): Dr. h. c. Karl F. Hirsch, 20. 3. 1921 – 1.6. 1996 (ein untypischer Lebenslauf eines deutschen Wissenschaftlers).- *Paläontologie aktuell*, 34: 1-4; Münster.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (1996): Erinnerungen an Friedrich-Franz Helmdach (6. Dezember 1935 – 10. Januar 1994).- *Nachrichtenblatt zur Geschichte der Geowissenschaften*, 6: 117 - 121; Krefeld und Freiberg.
- Kohring, R.** (1996): Bibliographie zum wissenschaftlichen Werk von Tilly Edinger (1897 – 1967).- *Nachrichtenblatt zur Geschichte der Geowissenschaften*, 6: 185-195; Krefeld und Freiberg.
- Ernst, G., **Kohring, R.** & Rehfeld, D. (1996): Gastrolithe aus dem Mittel-Cenomanium von Baddeckenstedt (Harzvorland) und ihre paläogeographische Bedeutung für eine prä-ilsedische Harzinsel.- *Mitteilungen aus dem geologischen Staatsinstitut Hamburg (Sonderband Kreide-Symposium 1992)*, 77: 503-543; Hamburg.
- Kohring, R.** (1996): Kalkige Dinoflagellaten-Zysten aus dem Serravallium (Miozän) der Blue Clay Formation (Malta).- *Terra Nostra*, 96 (6): 116; Köln.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (1996): Der Bernstein Siziliens – der Simeitit.- In: Ausstellungskatalog „Bernstein – Tränen der Götter“: 377-382; Deutsches Bergbaumuseum Bochum, September 1996; Bochum.
- Kohring, R.** & Reitner, J. (1996): Interaction between the Membrana Testacea and the Shell in Fossil and Modern Vertebrate Eggshells.- *Bulletin Musée Oceanographique Monaco, Spec. Edition 14 (4)*: 387-400; *Proceedings 7th International Symposium on Biomineralization*; Monaco.
- Schlüter, T., Hampton, C., Keupp, H., **Kohring, R.**, Reitner, J. Szykaruk, E. (1996): Neoproterozoic stromatolites from East Africa with special reference to new sites along the Mityana-Mubende road (Uganda).- *Proceedings of the Symposium of the Geological Society of Africa (October 1995)*: 35-45; Nairobi.

## 1997

- Kohring, R.** (1997): Calcareous dinoflagellate cysts from the Blue Clay Formation (Serravallian, Late Miocene) of the Maltese Islands.- *Neues Jahrbuch für Mineralogie und Paläontologie, Monatshefte*, 1997: 151-164; Stuttgart.

- Schlüter, T. & **Kohring, R.** (1997): The Fossil Record of the Karoo in East Africa – History, Palaeoecology and Biostratigraphy.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 204 (1): 1-17; Stuttgart.
- Kohring, R.** & Sachs, O. (1997): Erhaltungsbedingungen und Diagenese fossiler Vogeleischnalen aus dem Nördlinger Ries (Miozän, MN 6).- Archaeopteryx, 15: 73-96; Eichstätt.
- Schlüter, T. & **Kohring, R.** (1997): Das goldene 15-Rupien-Notgeld von Tabora und Lulanguru (Deutsch-Ostafrika) aus dem Jahre 1916.- TV. E. SÜT-Mittbl., 81: 89-95; Wuppertal.
- Ereskovsky, N., Keupp, H. & **Kohring, R.** (Hrsg.) (1997): Modern Problems of Poriferan Biology.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 20: 1-157; Berlin.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (Hrsg.) (1997): Quo vadis, Paläontologie? Paläontologische Essays 1943-1990 von Walter Georg Kühne.- Documenta naturae, 113: 1-127; München.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (1997): Einleitung zu: Paläontologische Essays 1943-1990 von Walter Georg Kühne.- Documenta naturae, 113: 3-24, 3 Tafeln; München.
- Kohring, R.** & Kreft, G. (1997): Tilly Edinger (1897 – 1967), Begründerin der Paläoneurologie.- Terra nostra, 97/6: 73-74; Köln.
- Kreft, G. & **Kohring, R.** (1997): „Ich bin sozusagen ein auserwähltes Wesen ...“ Tilly Edinger (1897 – 1967) – Begründerin der Paläoneurologie in Frankfurt am Main.- Forschung Frankfurt, 1997/4: 16-24: Frankfurt am Main (revidierter Nachdruck 2000 in einem Sonderband von Forschung in Frankfurt).
- Kohring, R.** (1997): Senckenbergische Forscher: Tilly Edinger (1897 – 1967).- Natur und Museum, 127 (11): 391-410; Frankfurt am Main.
- Kohring, R.** (Hrsg.) (1997): Miscellanea Palaeontologica 6.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 25: 1-318, 45 Tafeln; Berlin.
- Kohring, R.** (1997): Eischalen neognather Vögel aus dem mitteleozänen Geiseltal (Deutschland).- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 25: 269-279; Berlin.
- Kohring, R.** (1997): Eggshell Structure as Evidence in Avian Systematics – Preliminary Results.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 25: 281-291; Berlin.

## 1998

- Neumann, C. & **Kohring, R.** (1998): Räuber und Beute im Kreidemeer.- Fossilien, 1998 (3): 175-180; Korb.
- Kohring, R.** (1998): Conchostraca (Arthropoda: Crustacea) from the Molteno Formation (Upper Triassic, South Africa): palaeoecological suggestions.- Journal of African Earth Sciences, 27 (1A): 124-125; Oxford
- Kohring, R.** & Hörnig, A.C.F. (1998): The earliest freshwater Bryozoa: evidence from the Upper Triassic Molteno Formation (South Africa).- Journal of African Earth Sciences, 27 (1A): 125; Oxford.

- Schlüter, T. & **Kohring, R.** (1998): What, if anything, are the Paratrachoptera ? A case study from the the Molteno Formation (Upper Triassic, South Africa).- *Journal of African Earth Sciences*, 27 (1A): 170-171; Oxford.
- Kohring, R.** (1998): Sicilian Amber.- *Meganeura*, 2: 21-22; Lyon.
- Broschinski, A. & **Kohring, R.** (1998): Kopalkoservierte Echsen (Squamata) und ihre systematische und taphonomische Relevanz.- *Terra nostra*, 98/3: V42-V43; Köln.
- Schlüter, T. & **Kohring, R.** (Hrsg.) (1998): *Entomologia Generalis*, Festschrift August Wilhelm Steffan, 23 (1/2): 1-152; Stuttgart.
- Schlüter, T. & **Kohring, R.** (1998): Professor Dr. August Wilhelm Steffan zum 65. Geburtstag.- *Entomologia Generalis* (Steffan-Festschrift, 23 (1/2): 1-13; Stuttgart.
- Anderson, J.M., **Kohring, R.** & Schlüter, T. (1998): Was insect biodiversity in the Triassic akin to today? - A case study from the Molteno Formation (South Africa).- *Entomologia Generalis* (Steffan-Festschrift), 23 (1/2): 15-26; Stuttgart.
- Kohring, R.** (1998): REM-Untersuchungen an harzkonserverten Arthropoden.- *Entomologia Generalis* (Steffan-Festschrift), 23 (1/2): 95-106; Stuttgart.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (1998): Sechs biostratonomische Studien von Walter Georg Kühne (1941/42).- *Documenta naturae*, 122: 1-5; München.
- Kohring, R.** (1998): Werkanalyse der paläontologischen Arbeiten von Tilly Edinger.- *Documenta naturae*, 122: 7-40; München.
- Brugger, F.-H. & **Kohring, R.** (1998): Zur lithofaziellen Entwicklung der Raibler Schichten Im Schindlerkar (Lechtaler Alpen, Österreich).- *Documenta naturae*, 122: 41-47; München.
- Kohring, R.** (1998): Schildkröten- und Vogeleischaalen aus dem unteren Miozän (MN4b) von Dolnice (Tschechien).- *Documenta naturae*, 122: 49-57; München.
- Kohring, R.** (1998): Große Paläontologen: Joseph Felix Pompeckj.- *Fossilien*, 1998 (2): 121-124; Korb.
- Kohring, R.** (1998): Charles Gald Sibley (1917 – 1998).- *Ornithologische Jahresberichte des Museum Heineanum*, 16: 41-43; Halberstadt.
- Gloy, U. & **Kohring, R.** (Hrsg.) (1998): Beiträge zur Wirbeltier-Paläontologie.- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E)*, 28: 1-156; Berlin.
- Kohring, R.** (1998): Neue Schildkröten-Eischaalen aus dem Oberjura der Grube Guimarota (Portugal).- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E)*, 28: 113-117; Berlin.
- Kohring, R.** (1998): Buchbesprechung zu: Broschinski, A.: Dinosaurier – Riesenreptilien der Urzeit.- *Paläontologie aktuell*, 37: 66; Frankfurt am Main.
- Kohring, R.** (1998): Buchbesprechung zu: Filmer, M.R.: Southern African Spiders. An Identification Guide.- *Entomologia Generalis*, 23 (1/2): 37; Stuttgart.

- Kohring, R.** (1998): Buchbesprechung zu: Etter, W.: Palökologie. Eine methodische Einführung.- *Entomologia Generalis*, 23 (1/2): 93; Stuttgart.
- Kohring, R.** (1998): Buchbesprechung zu: Watanabe, Y. & Fusetani, N. (Eds.): *Sponge Sciences – Multidisciplinary Perspectives*.- *Entomologia Generalis*, 23 (1/2): 93; Stuttgart.
- Kohring, R.** (1998): Buchbesprechung zu: Schrenk, F.: Die Frühzeit des Menschen – der Weg zum *Homo sapiens*.- *Entomologia Generalis*, 23 (1/2): 106; Stuttgart.
- Kohring, R.** (1998): Buchbesprechung zu: Broschinski, A.: Dinosaurier – Riesenreptilien der Urzeit.- *Entomologia Generalis*, 23 (1/2): 150; Stuttgart.
- Kohring, R.** (1998): Buchbesprechung zu: Seibold, I.: Der Weg zur Biogeologie. Johannes Walther 1860 – 1937.- *Entomologia generalis*, 23 (1/2): 148-149; Stuttgart.
- Kohring, R.** (1998): Buchbesprechung zu: Brugger, F.-H.: Anwendung von Datenbanksoftware in der betrieblichen Praxis. Eine Einführung in Microsoft Access Version 2.0.- *Entomologia Generalis*, 23 (1/): 151; Stuttgart.

### 1999

- Kohring, R.** (1999): Strukturen, Biostratonomie und systematische und phylogenetische Relevanz von Eischalen amnioter Wirbeltiere.- *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 210: 1-311; Frankfurt am Main.
- Kohring, R.** (1999): Florissant – eine Fundstelle fossiler Insekten in Colorado.- *Fossilien*, 1999 (2): 91-95; Korb.
- Gloy, U. & **Kohring, R.** (Hrsg.) (1999): *Miscellanea Palaeontologica 7*.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 30: 1-335; Berlin.
- Keupp, H. & **Kohring, R.** (1999): Kalkige Dinoflagellatenzysten aus dem Obermiozän (NN 11) von Rethimon (Kreta).- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E)*, 30: 33-53; Berlin.
- Gloy, U. & **Kohring, R.** (1999): Py-GC-Analysen an einem fossilen Harz aus dem Oberen Jura (Grube Guimarota/Portugal).- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E)*, 30: 83-88; Berlin.
- Hörnig, A. & **Kohring, R.** (1999): Süßwasserbryozoen (Statoblasten) aus der Ober-Trias der Molteno-Formation (Südafrika).- *Terra nostra*, 99/8: 38; Köln.
- Gloy, U. & **Kohring, R.** (1999): Py-Gaschromatographische Untersuchungen an fossilen Harzen aus dem Oberjura.- *Terra nostra*, 99/8: 92; Köln.
- Kohring, R.** (1999): Calcified organic membranes in fossil vertebrate eggshell – evidence for preburial diagenesis.- *Journal of Vertebrate Paleontology*, 19: 723-727; Tulsa.
- Gloy, U. & **Kohring, R.** (1999): Georg Krusat, 1939 – 1998.- *News Bulletin of the Society of Vertebrate Paleontology*, 175: 73-74; Berkeley.

**2000**

- Bellas, S.M. & **Kohring, R.** (2000): First evidence of calcareous dinoflagellate cysts from the flysch of Epirus, Greece, and correlation to calcareous nannofossil stratigraphy.- *Journal of Nannoplankton Research*, 22 (2): 21; London.
- Kohring, R.** (2000): Othenio Abel (1875 – 1946) und die Begründung der Paläobiologie – eine Betrachtung zum 125. Geburtstag.- *Terra nostra*, 2000/3: 61; Berlin.
- Anderson, J.M., Gloy, U., Hörnig, A., **Kohring, R.** & Schlüter, T. (2000): Insekten-Biodiversität in der Obertrias – eine Fallstudie aus der Molteno-Formation (Karoo-Supergroup; Südafrika).- *Terra nostra*, 2000/3: 134; Berlin.
- Kohring, R.** (2000): Eggshells from the Guimarota mine.- In: Martin, T. & Krebs, B. (Hrsg.): *Guimarota – a Jurassic ecosystem*: 87-90; Verlag F. Pfeil, München.
- Gloy, U. & **Kohring, R.** (Hrsg.): (2000): *Miscellanea Palaeontologica* 8.- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E)*, 34: 1-318; Berlin.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (2000): Über ein fossiles Harz aus einer Braunkohle (? Eozän) von Gibbsland and Anglesey (Victoria, S-Australien).- *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E)*, 34: 177-183; Berlin.
- Kohring, R.** (2000): Foraminiferen.- In: *Lexikon der Geowissenschaften*, Band 2: 199-202; Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Kohring, R.** (2000): Gondwana.- In: *Lexikon der Geowissenschaften*, Band 2: 344; Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Kohring, R.** (2000): Großforaminiferen.- *Lexikon der Geowissenschaften*, Band 2: 366; Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Kohring, R.** (2000): Buchbesprechung zu: Andrade, M.L. de & Baroni Urbani, C. (1999): *Diversity and Adaptation in the Ant Genus Cephalotes, Past and Present*.- *Zentralblatt Geologie Paläontol. II*, 1999, 5/6: 475; Stuttgart.
- Kohring, R.** (2000): Buchbesprechung zu: Ansorge, J. (1997): *Insekten in Geschieben – Überblick über den Kenntnisstand und Beschreibung von Neufunden*.- *Zentralblatt Geol. Paläontol. II*, 1999, 5/6: 475-476; Stuttgart.

**2001**

- Kohring, R.** (2001): Wirbeltier-Eischalen – die Erfolgsgeschichte einer biologischen Konstruktion.- *Natur und Museum*, 131 (4): 102-110; Frankfurt am Main.
- Muwanga, A., **Kohring, R.**, Schlüter, T., Hollnack, D. & Schumann, A. (2001) (eds.): *Proceedings of the workshop on „Challenges and Perspectives of Interdisciplinary Geo-Networks in East Africa“*, (October 1999, Kampala).- *Documenta naturae*, 136: 1-184; München.
- Schlüter, T., Kibunja, M. & **Kohring, R.** (2001): *Geological Heritage in East Africa – its Protection and Conservation*.- *Documenta naturae*, 136: 39-49; München.

- Kohring, R.** (2001): Kathodenlumineszenz.- In: Lexikon der Geowissenschaften, Band 3: 97; Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Kohring, R.** (2001): Perm: In: Lexikon der Geowissenschaften, Band 4: 108-111; Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Kohring, R.** (2001): Rotliegend.- In: Lexikon der Geowissenschaften, Band 4: 349-350; Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Schlüter, T. & **Kohring, R.** (2001): Dragonflies preserved in gypsum crystals from the Messinian (Upper Miocene) of northern Italy.- Second International Congress on Palaeoentomology „Fossil Insects“, 5.-9. September 2001, Krakow, Poland, Abstract Volume: 60-61; Krakow.
- Hörnig, A. & **Kohring, R.** (2001): Freshwater Bryozoan remains from the Molteno Formation (Upper Triassic) of South Africa.- International Bryozoan Association, 12th International Conference, Dublin, 16.-20. July 2001; Abstracts, 59; Dublin.
- Schlüter, T., **Kohring, R.** & Wipki, M. (2001): Geological Formation of the continental phosphorites near Lake Manyara in northern Tanzania.- Proceedings of the 8th and 9th regional Conferences on the Geology of Kenya: 20-29; Nairobi.
- Gloy, U. & **Kohring, R.** (Hrsg.) (2001): Miscellanea Palaeontologica 9.- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E) 36, 1-242; Berlin.
- Kohring, R.** (2001): Nonmarine trace fossils from the Bathonian (Middle Jurassic) of Msemrir (Central High Atlas, Morocco).- Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (E), 36: 101-111; Berlin.
- Schlüter, T. & **Kohring, R.** (2001): Käfer- und Eidechsen-Funde in den Importgefäßen aus Grab U-j in Abydos (Umm el-Qaab) und die Beziehungen Ägyptens zu Vorderasien im 4. Jahrtausend v. Chr.- Archäologische Veröffentlichungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Kairo, 92: 402-404; Taf. 92 & 93; Philipp von Zabern Verlag, Mainz.

## 2002

- Kohring, R.** (2002): Zechstein.- In: Lexikon der Geowissenschaften, Band 5: 460; Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Schlüter, T. & **Kohring, R.** (2002): Palaeopathological fish bones from phosphorites of the Lake Manyara area, northern Tanzania – fossil evidence of physiological response to survival in an extreme biocenosis.- Environmental Geochemistry and Health, 24: 131-140; Amsterdam.
- Kohring, R.** & Hörnig, A. (2002): Freshwater Bryozoa remains from the Molteno Formation (Upper Triassic) of South Africa.- In: Wyse Jackson, Butler & Spencer Jones (eds.): Bryozoan Studies 2001, Proceedings of the 12th International Bryozoology Association Conference, Dublin, 16.-21. July 2001: 171-174; Balkema Publishers, Lisse, Abingdon, Exton, Tokyo.

- Kreft, G.R. & **Kohring, R.** (2002): Tilly Edinger (1897 – 1967). Begründerin der modernen Paläoneurologie und deutsche Jüdin.- In: Böhme, G. (Hrsg.): Die Frankfurter Gelehrtenrepublik, Neue Folge: 31-59; Schulz Kirchner Verlag, Idstein.
- Hörnig, A. & **Kohring, R.** (2002): Fossile Pectinatellidae – oder: warum Paläontologen und Biologen zusammenarbeiten sollten.- Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Heft 21: 166; Hannover.
- Keupp, H. & **Kohring, R.** (2002): Paläoökologische Relevanz fossiler Kalkdinoflagellaten.- Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Heft 21: 192; Hannover.
- Freers, J., Hampton, C., Mayanda-Kizza, H., **Kohring, R.**, Mogere, S., Rutakinkirwa, M., Schlüter, T. & Smith, B. (2002): Low environmental magnesium und high cerium concentrations: are they risk factors for endomyocardial fibrosis in Uganda? – Africa Geoscience Review, 9 (4): 337-340; Paris.
- Gaßner, T., Micklich, N., **Kohring, R.** & Gruber, G. (2002): Turtles (Testudines, Geoemydidae, „Ocadia“ sp.) with Three-dimensionally Preserved Remains of Internal Organs from the Middle Eocene of Grube Messel (Hessen, Germany).- Kaupia, 11: 111- 123; Darmstadt.

### 2003

- Kohring, R.** (2003): Kalkdinoflagellaten aus der tieferen Unterkreide von SW-Marokko.- Terra nostra, 5/2003: 88; Mainz.
- Schlüter, T., **Kohring, R.** & Gregor, H.-J. (2003): Dragonflies preserved in gypsum crystals from the Messinian (Upper Miocene) of northern Italy.- Acta zoologica cracoviensia, 46: 373-379; Krakow.
- Kohring, R.** & Schlüter, T. (2003): Gundolf Ernst (1930 – 2002). Ein Nachruf.- Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Hamburg, 87: 1-18; Hamburg.
- Kohring, R.** (2003): Abel, Othenio.- Lexikon der bedeutenden Naturwissenschaftler, Band 1: 24; Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Kohring, R.** & Kreft, G. (Hrsg.) (2003): Tilly Edinger – Leben und Werk einer jüdischen Wissenschaftlerin.- 1-640; Senckenberg-Buch 76; Frankfurt am Main.
- Kohring, R.** & Kreft, G. (2003): Einleitung. – In: **Kohring, R.** & Kreft, G. (Hrsg.): Tilly Edinger – Leben und Werk einer jüdischen Wissenschaftlerin: 11-18; Senckenberg-Buch 76; Frankfurt am Main.
- Kohring, R.** (2003): Tilly Edinger – Stationen ihres Lebens.- In: **Kohring, R.** & Kreft, G. (Hrsg.): Tilly Edinger – Leben und Werk einer jüdischen Wissenschaftlerin: 21-298; Senckenberg-Buch 76; Frankfurt am Main.
- Kohring, R.** (2003): Buchbesprechung zu: Skelton, F., Smith, A. & Monks, N. (2002): Cladistics – a practical primer on CD-ROM.- Zentralblatt Geologie Paläontologie II, 2002: 308-309; Stuttgart.

**2004**

- Kohring, R.** & Schlüter, T. (2004): Große Paläontologen. Robert Broom (1866 – 1951).- Fossilien 2004/1: 28-31; Korb.
- Kohring, R.** & Pint, A. (2004): Fossile Süßwasserbryozoen.- Fossilien, 2004/5: 288-293; Korb.
- Kohring, R.**, Pint, A. & Schlüter, T. (2004): Anmerkungen zum Geologen Hans Reck (1886 - 1937): ein subfossiles Menschenskelett und seine Auswirkungen auf den Kreationismus.- In: Reitner, J. et al. (Hrsg.): Geobiologie. 74. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft, Kurzfassungen: 131-132; Göttingen.
- Pint, A., Bartholdy, J., Bellas, S., Frenzel, P., **Kohring, R.**, & Sorrel, P. (2004): Gehäusemissbildungen bei subfossilen Foraminiferen aus dem Aralsee – Hinweise auf Umweltveränderungen im Holozän.- In: Reitner, J. et al. (Hrsg.): Geobiologie. 74. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft, Kurzfassungen: 182-183; Göttingen.
- Kohring, R.** (2004): Tilly Edinger (1897 – 1967) und Walter Georg Kühne (1911 – 1991) – deutsche Paläontologie in der Emigration.- In: Reitz, D. (Hrsg.): Exodus der Wissenschaften und der Literatur. Dokumentation einer Ringvorlesung des Evenari-Forums, Wintersemester 2003/04; Schriftenreihe der TU Darmstadt, 8: 111-129; Darmstadt.
- Kohring, R.** (2004): Schindewolf, Otto Heinrich.- In: Lexikon der bedeutenden Naturwissenschaftler, Band 3: 100; Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Kohring, R.** (2004): Buchbesprechung zu: Storch, V., Welsch, U. & Wink, M. (2001): Evolutionsbiologie.- Zentralblatt Geologie Paläontologie II, 2003, 5/6: 605-607; Stuttgart.
- Kohring, R.** (2004): Buchbesprechung zu: Brauckmann, C., Schöllmann, L. & Sippel, W. (2003): Die fossilen Insekten, Spinnentiere und Eurypteriden von Hagen-Vorhalle.- Zentralblatt Geologie Paläontologie II, 2003, 5/6: 711-712; Stuttgart.

**2005**

- Kohring, R.**, Gottschlang, M. & Keupp, H. (2005): Examples for character traits and palaeoecological significance of calcareous dinoflagellates.- Paläontologische Zeitschrift 79 (1): 79-91; Stuttgart.
- Kohring, R.** & Pint, A. (2005): Fossile Süßwasserbryozoen – Vorkommen, Überlieferung, Fundbedingungen.- Denisia, 16: 95-102; Linz.
- Kohring, R.** & Sames, B. (Hrsg.) (2005): 15th International Symposium on Ostracoda, Program and Abstracts.- Berliner paläobiologische Abhandlungen, 6: 1-160; Berlin.
- Kohring, R.** & Sames, B. (2005): Recent and subrecent ostracodes from postglacial lakes of the Berlin area.- Berliner paläobiologische Abhandlungen, 6: 56; Berlin.
- Kohring, R.**, Schudack, M., Schudack, U. & Zobel, K. (2005): Kloedenia, Beyrichia, Helmdachia – the history of Ostracodology in Berlin.- Berliner paläobiologische Abhandlungen, 6: 56-57; Berlin.

**Kohring, R.** (2005): Buchbesprechung zu: Sauermost, R. & Freudig, D. (2003): Lexikon der Naturwissenschaftler – Zentralblatt Geologie Paläontologie II, 2004 (3/4) : 345-346; Stuttgart.

## 2006

Kossler, A., **Kohring, R.** & Riedel, F. (Hrsg.) (2006): SIAL IV, Speciation in Ancient Lakes, Abstracts.- Berliner paläobiologische Abhandlungen, 9: 1-70; Berlin.

**Kohring, R.** & Pint, A. (2006): Vierzig Jahre „Phylogenetic Systematics“: Anmerkungen zur Übersetzungsgeschichte eines Bestsellers.- Berichte – Reports, Institut für Geowissenschaften, Universität Kiel, 22: 143; Kiel.

**Kohring, R.**, Keupp, H. & Mutterlose, J. (2006): Calcareous dinoflagellate cysts from the Lower Cretaceous (Berriasian – Hauterivian) of SW Morocco.- Berichte – Reports, Institut für Geowissenschaften, Universität Kiel, 22: 143; Kiel.

Pint, A., Keyser, D. & **Kohring, R.** (2006): Die Ostrakoden des Aralsees – Zeugen eines sterbenden Ökosystems.- Berichte – Reports, Institut für Geowissenschaften, Universität Kiel, 22: 98; Kiel.

Sümeecz, F. & **Kohring, R.** (2006): Ein Unikat: ein fossiles Singvogelei (Passeriformes) aus dem Ober-Miozän des Steirischen Beckens (Österreich).- Berichte – Reports, Institut für Geowissenschaften, Universität Kiel, 22: 143; Kiel.

**Kohring, R.** (2006): Buchbesprechung zu: Kreft, G. (2005): Deutsch-jüdische Geschichte und Hirnforschung. Ludwig Edingers Neurologisches Institut in Frankfurt am Main. Und: Edinger, L. (2005): Mein Lebensgang.- Natur und Museum, 136: 85-86; Frankfurt am Main.

## 2007

**Kohring, R.** & Schneider, S. (2007): Glenn Gunnar Fechner (1955 – 2006): Nachruf auf einen kritischen Wissenschaftler.- Documenta naturae, 165: 3-24; München.

**Kohring, R.** & Schlüter, T. (2007): Südafrikanische Cycadeen: Besuch in einem echten „Jurassic Park“.- Documenta naturae, 165: 93-97; München.

Schlüter, T. & **Kohring, R.** (2007): Das geologische Museum von Maputo (Mozambique).- Documenta naturae, 165: 87-91; München.

Schlüter, T. & **Kohring, R.** (2007): the Hidden Secrets of Tanzanian Phosphates.- Documenta naturae, 165: 99-103; München.

## 2008

Gross, M., **Kohring, R.** & Sümeecz, F. (2008): Sie singen seit 11,5 Mio Jahren. Das älteste Singvogelei der Welt.- Fossilien, 25: 293-299; Korb.

Elbrächter, M., Gottschling, M., Hildebrandt-Habel, T., Keupp, H., **Kohring, R.**, Lewis, J., Meier, S., Montresor, M., Streng, M., Versteegh, G.J.M., Willems, H. & Zonneveld, K. (2008): Agenda for calcareous dinoflagellate research (Thoracosphaeraceae, Dinophyceae).- 10th annual meeting Gesellschaft für Biologische Systematik; 18th International Symposium „Biodiversity and Evolutionary Biology“ of the German Botanical Society, 54; Göttingen.

Elbrächter, M., Gottschling, M., Hildebrandt-Habel, T., Keupp, H., **Kohring, R.**, Lewis, J., Meier, S.K.J., Montresor, M., Streng, M., Versteegh, G.J.M., Willems, H. & Zonnefeld, K. (2008): Establishing an agenda for calcareous dinoflagellate research (Thoracosphaeraceae, Dinophyceae) including a nomenclatural synopsis of generic names.- *Taxon*, 57: 1289- 1303; Wien.

## 2009

Schlüter, T., **Kohring, R.** & Werner, C. (Hrsg.) (2009): In memoriam Saidi (Samson) Kapilima, 1953 – 2007.- *Documenta naturae*, 177: 1-117; München.

Schlüter, T. & **Kohring, R.** (2009): Auf der Suche nach den Anfängen: der Wirbeltierpaläontologe Robert Broom (1866 – 1951).- *Documenta naturae*, 177: 13 – 25; München.

**Kohring, R.** & Schlüter, T. (2009): Hans Reck (1886 – 1937): zwischen Vulkanen und Fossilien.- *Documenta naturae*, 177: 27-54; München.

Schlüter, T. & **Kohring, R.** (2009): A Review of Trace Fossils in the Upper Cretaceous Flysch Sediments of Coastal SE-Tanzania.- *Documenta naturae*, 177: 87-113; München.

**Kohring, R.**, Riedel, F. & Zobel, K. (Hrsg.) (2009): Zum 60. Geburtstag von Helmut Keupp.- *Berliner paläobiologische Abhandlungen*, 10: 1-299; Berlin.

Meier, K.J.S., Engemann, N., Gottschling, M. & **Kohring, R.** (2009): Die Bedeutung der Struktur der Zystenwand kalkiger Dinoflagellaten (Thoracosphaeraceae, Dinophyceae).- *Berliner paläobiologische Abhandlungen*, 10: 245-256; Berlin.

## 2011

**Kohring, R.** (2011): Quo vadis Berlin? Satirische Impressionen aus einer schrecklich netten Stadt.- 1-216; AAVAA Verlag, Berlin.

## Schriften zu Rolf Kohring

Fachrichtung Paläontologie (2012): Privatdozent Dr. Rolf Kohring. 19. 9. 1959 – 15. 6. 2012.- (retrieved from the internet on 15. 07. 2012)

Rattunde, S. (2012): Rolf Kohring – Geb. 1959 „Wir sind hier um mit Steinen zu arbeiten“.- *Der Tagesspiegel*, 9. November 2012, Nr. 21508: 12; Berlin.

Palaeology. The Palae-ological Discussion Group (2012): Passing of Rolf Kohring.-  
[www.uk.group.yahoo.com/group/palaeology/message/1531](http://www.uk.group.yahoo.com/group/palaeology/message/1531) - (retrieved from the  
internet on 10. 02. 2013) (Übersetzung des Nachrufs der Fachrichtung Paläontologie)

Schudack, M. & Sames, B. (2012): Rolf Kohring 1959 – 2012.- GMT Geowissenschaftliche  
Mitteilungen, 50: 101-102; Bonn.

**Adresse des Autors:** Prof. Thomas Schlüter, Department of Geography, Environmental Science  
and Planning, University of Swaziland, Swaziland, P. B. 4, Kwaluseni, Swaziland

Documenta naturae	192.1	pp. 39-49	München	2013
-------------------	-------	-----------	---------	------

## The Late Pliocene Clausthal Rhinoceros Beetle from Willershausen (Scarabaeidae: Dynastinae: *Oryctes?* sp.; Lower Saxony, Germany)

CARSTEN BRAUCKMANN, ELKE GRÖNING & JAN-MICHAEL ILLER

**Abstract:** Up to now the Late Pliocene deposits of Willershausen am Harz (Lower Saxony, northern Germany) have only yielded a single specimen of the Rhinoceros Beetle [*Oryctes?* sp.] which is deposited in the “Riechers collection” in the Institute of Geology and Palaeontology, Clausthal University of Technology. In the only detailed previous description by GERSDORF (1971) it was determined as “*Oryctes nasicornis* (LINNAEUS, 1758) fossilis”. The re-description, presented herewith, shows that typical external specific characters (as for example colour patterns, the exact morphology of the head and the pronotum) are not visible. Therefore we prefer to name it under “open nomenclature” as *Oryctes?* sp. In the description of the hind wing venation we use the current terminology as presented by KUKALOVÁ-PECK & LAWRENCE (2004).

**Key words:** Rhinoceros Beetle, *Oryctes?* sp., Late Pliocene, Willershausen Fossil-Lagerstätte, Germany

**Zusammenfassung:** Bis jetzt haben die Ablagerungen aus dem Jung-Pliozän von Willershausen am Harz (Niedersachsen, nördliches Deutschland) nur einen einzigen Nashornkäfer-Rest [*Oryctes?* sp.] geliefert; dieser wird in der „Sammlung Riechers“ im Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Clausthal aufbewahrt. In der bislang einzigen ausführlichen Beschreibung durch GERSDORF (1971) wurde er als “*Oryctes nasicornis* (LINNAEUS, 1758) fossilis” bestimmt. Die hiermit vorgelegte Neubeschreibung zeigt jedoch, dass typische externe Merkmale (wie zum Beispiel die Farbe und die genaue Gestalt vom Kopf und Pronotum) nicht erkennbar sind. Daher ziehen wir es vor, das Fossil unter „Offener Nomenklatur“ als *Oryctes?* sp. zu benennen. Bei der Beschreibung der Hinterflügel verwenden wir die von KUKALOVÁ-PECK & LAWRENCE (2004) vorgestellte Ader-Terminologie.

**Schlüsselwörter:** Nashornkäfer, *Oryctes?* sp., Jung-Pliozän, Willershausen-Fossilagerstätte, Deutschland

**Authors' addresses:** Prof. Dr. Carsten Brauckmann, Dr. Elke Gröning and Jan-Michael Iller, Institut für Geologie und Paläontologie, Technische Universität Clausthal, Leibnizstraße 10, D-38678 Clausthal-Zellerfeld

### 1 Introduction

The first and yet only record of a Rhinoceros Beetle from the Late Pliocene of Willershausen was originally presented in an unnumbered and uncommented photograph in RIECHERS (1951). One year later, the same fossil was tentatively determined as a Stag Beetle [Lucanidae: cf.

*Lucanus cervus*] by STRAUS (1952). GERSDORF (1971) changed the assignment to the Rhinoceros Beetles and provided a detailed description under the name “*Oryctes nasicornis* (L.) fossilis”. Since then, this specimen was several times mentioned in lists of Willershausen fossils (see synonymy) and even considered by CARPENTER (1992) in his volume of the “Treatise on Invertebrate Paleontology” where it is treated under “Recent genera of Coleoptera with doubtfully assigned (fossil, added by the present authors) species”.

The present re-description shows that the fossil really is a Rhinoceros Beetle, close to the Recent *Oryctes nasicornis*, but due to the lack of typical specific characters it is impossible to assign it definitely on generic and specific level. Therefore we prefer a determination as *Oryctes?* sp.

A fragment of a male of a true Stag Beetle [Scarabaeoidea: Lucanidae] from the Late Pliocene of Willershausen was recently described by SCHWEIGERT (2003) in a popular journal for amateur palaeontologists under the name *Lucanus cervicalis* [recte *L. cervus*]. This is the first definitive remain of a fossil *Lucanus*.

Other beetles from the Willershausen Fossil-Lagerstätte have been described by KORGE (1967: Staphylinidae), G. SCHMIDT (1967: Cerambycidae), and GERSDORF (1969, 1971 and 1976: all remaining groups).

## 2 Importance, Geology and Stratigraphy of the Willershausen Fossil-Lagerstätte

Since the first geological description by WEGELE (1914), the now abandoned clay-pit of Willershausen is internationally well-known as an important Fossil-Lagerstätte for both, the exceptional perfect preservation of the fossils and its unusual young stratigraphic age, close to the end of the Neogene (MEISCHNER 2000). As already listed by KRÜGER (1979a, 1979b), the fossils include diverse algae, fungi, lichens, lots of terrestrial plants (mainly leaves), and among the animals: Bivalvia, Gastropoda, Annelida, Arachnida, Insecta, Crustacea, Teleostei, Amphibia, Reptilia, Aves, and Mammalia. More than 500 described species are hitherto distinguished. Most abundant are leaves and insects. Plant/animal interactions are documented by a large number of galls, mines, and foliage damages by feeding activities. The exceptional importance of the Willershausen site is also mentioned in modern text-books on palaeoentomology as for example RASNITSYN & QUICKE (2002: 443).

As compiled by MEISCHNER (2000), many details are now known concerning the Fossil-Lagerstätte of Willershausen, e.g. its development, taphonomy, and hydrography. The Late Pliocene sediments were deposited in a pond which had its origin in a collapse sink of about 10 m depth in a strongly disturbed sequence of the Middle Buntsandstein (= Early Triassic) above subroded salt of the Late Permian Zechstein. Most important climate indicators are the plant remains and the insects. Among the plants there are species which today live in disjunct areas in south-eastern Asia and North America, but the flora and the insect fauna also include species which indicate a warmer climate as in the Mediterranean area and northern Africa. Also controversially discussed is the reconstruction of the landscape of the surroundings; here two interpretations are still rivalling: (i) an open, park-like shrub-land or (ii) a dense, well-stratified forest. MEISCHNER (2000: 227) assumes a continental climate with short, but warm and dry summers, cold and dry winters and short transitional periods.

The Willershausen Fossil-Lagerstätte has recently even been taken into consideration in the analyses of several Pleistocene and Neogene chitin-yielding localities by FLANNERY et al. (2001) and for additional geochemical researches (KEELY et al. 1994) as well as for the reconstruction of the Pliocene palaeoclimate of Europe and the Mediterranean (HAYWOOD et al. 2000).

A detailed compilation of the geology of the Willershausen area as well as of the mountainous region in southern Lower Saxony has been published by VINKEN (1967), MEISCHNER (2000) and FERGUSON & KNOBLOCH (1998).

The Late Pliocene age of the Willershausen sediments has already been stated by WEGELE (1914). It is largely confirmed by Mammalia like *Mastodon arvernensis* and remains of Cervidae as well as by microfloral components (MOHR 1986) and was accepted in several publications during the last years (see for example KOHRING & SCHLÜTER 1993; MEISCHNER 2000; BRAUCKMANN et al. 2001; BRAUCKMANN & GRÖNING 2002; POPOV 2007; DLUSSKY et al. 2011). After the current definition of the Pliocene/Pleistocene boundary (MENNING 2010) the absolute age of the Late Pliocene is considered to range approximately between 3.6 and 2.588 million years ago.

### 3 Material and Methods

Investigations were done using a Euromex ZT-45 zoom trinocular. Objects were illuminated with a Euromexm EK-1 cold light lamp. Photographs were taken by using a Nikon D700 digital SLR camera with macro lens Nikon AFS VR Micro-Nikkor 105 mm f/2.8G IT-ED. Imaging condition for photo documentation were optimized by varying illumination angles. In this context it was quite problematical that the fossil and the rock show low values of contrast and the embedding sediment is quite homogenous (see Fig. 1A–B). Digital images were edited using the computer programs Adobe Photoshop CS2, Corel PHOTO-PAINT 12, and ImageJ 1.41o. Superimposed interpretative drawings were produced by the use of CorelDRAW 12.

The terminology, in particular of the venation of the hind wings follows LAWRENCE & BRITTON (1991) and KUKALOVÁ-PECK&LAWRENCE (2004).

### 4 Systematics

Insecta

Coleoptera: Polyphaga: Scarabaeiformia (= Lamellicornia)

Scarabaeoidea LATREILLE, 1802

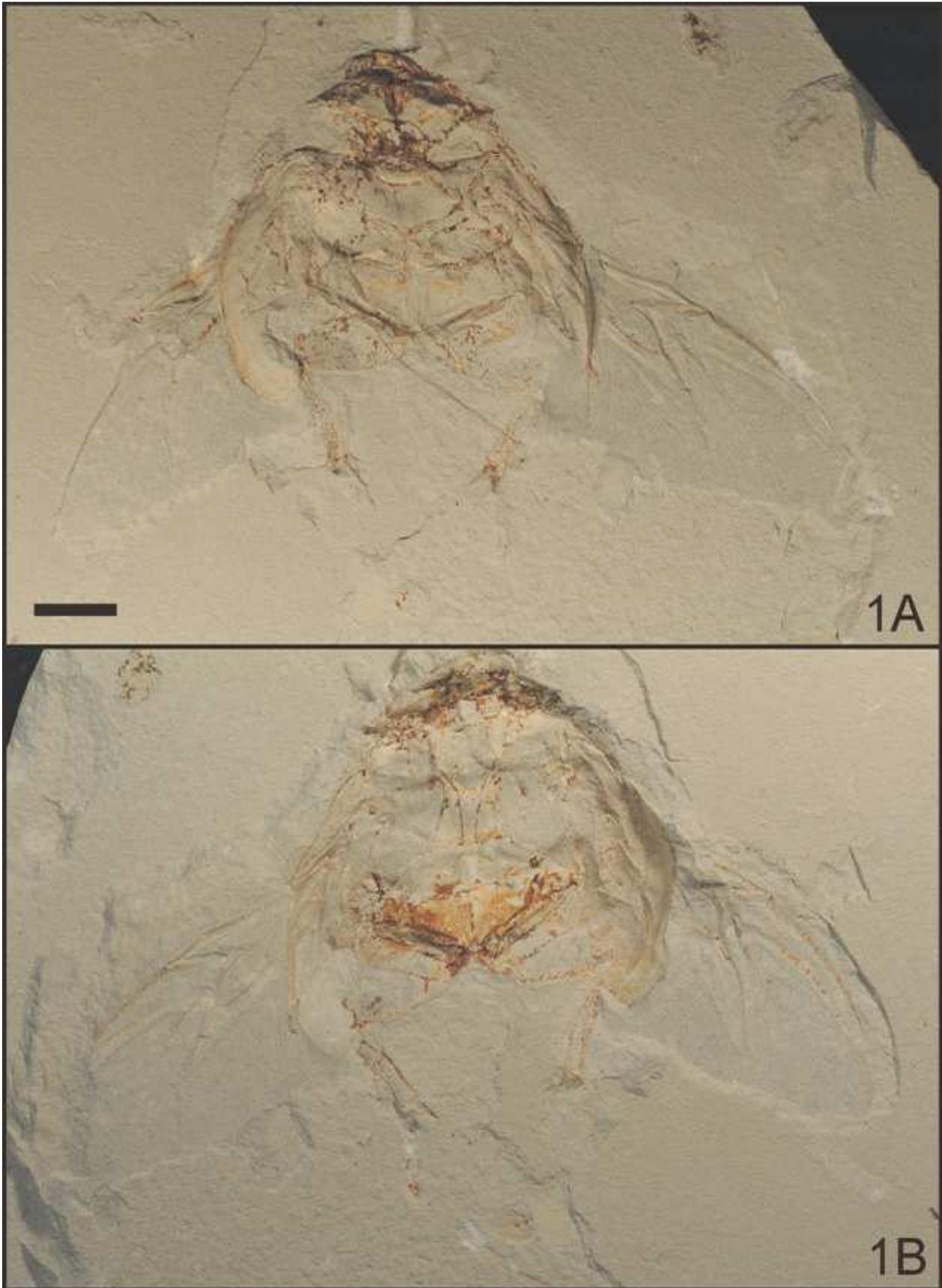
Scarabaeidae LATREILLE, 1802

Dynastinae MACLEAY, 1819

Diagnosis (based upon LAWRENCE & BRITTON 1991): Imagines with stout body, mainly black or brown, often with obvious sexual dimorphism: head and/or pronotum of males often with horns or strong tubercles which are disproportionately long in larger specimens (= allometry). Head usually strongly punctured. Pronotum massive, smooth or with crests or furrows. Elytra in side view not completely covering pygidium. Antenna composed of 10 segments, fan with 3 parts; apical segment of antenna usually with more than 3 oval sensory areas. Mandible large, margin not covered by clypeus. Maxilla with bluntly rounded stridulatory teeth on dorsal edge.

Mode of life: Larvae feeding on roots or decaying vegetable substances in rotten logs or in soil. Adults nocturnal, feeding on fruits.

Remarks: According to KRELL (2006: 133: tab. 1), the most ancient record of the Dynastinae is *Oryctoantiquus borealis* RATCLIFFE & SMITH, 2005 from the Middle Eocene Clarno Formation in Oregon USA. This species also represents the largest fossil Scarabaeidae at all. Since the



**Fig. 1:** *Oryctes?* sp., “Clausthal specimen”, no. TUCP In 192 , Riechers collection, Institute of Geology and Palaeontology, Clausthal University of Technology. Late Pliocene; Willershausen am Harz, Lower Saxony, Germany. Scale bar: 5 mm. – 1A: Positive part (TUCP In 192a, “614”). – 1B: Negative part (TUCP In 192b “613”).

Middle Eocene several remains of the Dynastinae have been reported, for example from the Oligocene deposits of Florissant (Colorado, USA) and Rott (Germany) (KRELL 2000: 884). The Dynastinae include the largest Recent beetles which live in tropical regions.

Oryctini MULSANT, 1842

Type genus: *Oryctes* ILLIGER, 1798

Diagnosis (from GASCA ALVAREZ et al. 2008: 4): Head and/or pronotum with tubercles or horns (especially males), pronotum of most species with fovea (especially females). Antennal club small. Mandibles with lateral lobes or teeth. Apex of metatibia strongly crenulate or toothed. Prosternal process prominent, columnar.

*Oryctes* ILLIGER, 1798

Type species: *Scarabaeus nasicornis* LINNAEUS, 1758.

Diagnosis: Anterior margin of prothorax with median bump. Mandible widened, leaf-like, slightly bent up, laterally pointed, visible in dorsal view.

*Oryctes*?sp.  
(fig. 1A–B, 2A–B)

v 1951 [without determination and figure-captions] RIECHERS: 2<sup>nd</sup> unnumbered figure.

v 1952 cf. *Lucanus cervus*. – STRAUS: 7.

v 1971 *Oryctes nasicornis* (L.) fossilis. – GERSDORF: 642-643, pl. 61 fig. 6.

v 1979a Nashornkäfer [Rhinoceros Beetle]. – KRÜGER: 362.

v 1979b *Oryctes Nasicornis* [sic!] (Nashornkäfer). – KRÜGER: 406.

v 1992 “*Oryctes*”. – CARPENTER: 330.

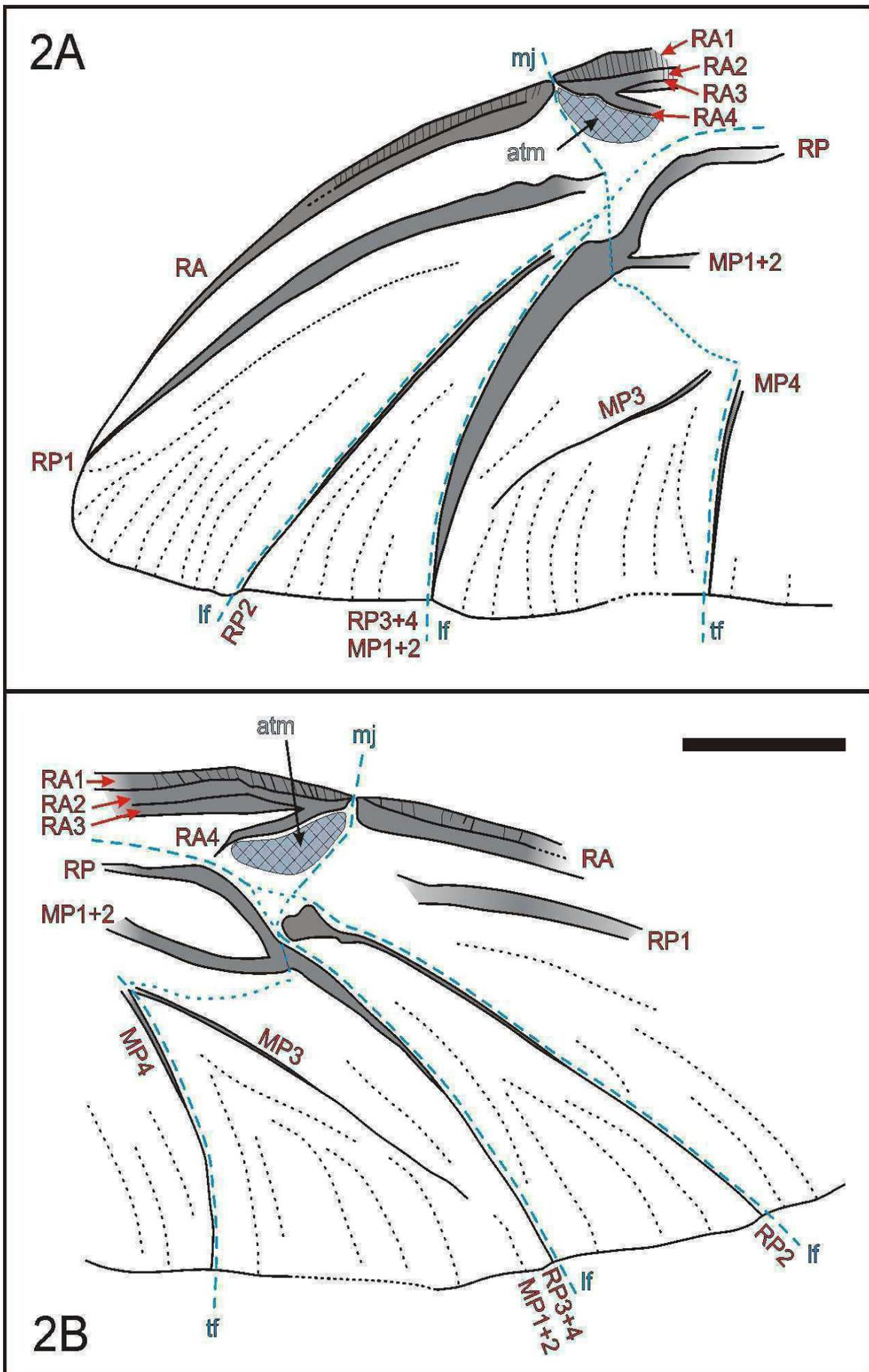
v 2000 *Oryctes nasicornis*. – KRELL: 894.

v 2004 *Oryctes nasicornis*. – KRELL: 35.

v 2006 *Oryctes nasicornis*. – KRELL: 132.

Material: Only the “Clausthal specimen”, no. TUCP In 192a–b (positive and negative plate, labelled “614” and “613”, respectively), deposited in the Riechers collection, Institute of Geology and Palaeontology, Clausthal University of Technology. Late Pliocene; Willershausen am Harz, Lower Saxony, Germany.

Preservation: The large and rather complete beetle is preserved as positive and negative part in ventral view, showing head, thorax, elytra and hind wings as well as parts of the antennae and legs (femora and tibiae, the posterior ones distinctly spread off). Head, thorax and elytra are still vaulted, but strongly distorted. The head is bent down, disguising the exact morphology, but at least the base of a horn-like prolongation is visible, indicating that it is rather probable a male. Likewise the exact morphology of the thorax and the elytra cannot be traced. The latter are strongly vaulted. If the visible margin is the natural one, a narrow separated epipleura is present. The abdomen is lacking, the antennae are only slightly indicated and incomplete, the preserved parts of the legs are slightly flattened. Both hind wings are rather completely preserved and display very well the venation. In the left wing (Fig. 2A) the base is destroyed, and in the right one (Fig. 2B) only the apical area is damaged. The right wing is more outspread than the left one, which is slightly in a more hinged position.



**Fig. 2:** Interpretative drawings of the hind wings. Scale bar: 5 mm; mj = marginal joint, lf = longitudinal fold, tf = transverse fold, atm = area of very thin wing membrane. – 2A: Left hind wing. – 2B: Right hind wing

For the systematic assignment of the beetle, in particular the venation of the hind wings and the morphology of the posterior tibiae are important.

Measurements (in mm): Original total length of body (estimated) = about 40; preserved length of head + thorax = 27; width of thorax = 33; maximum length of right wing = 28; maximum width of right wing = 16; length of posterior tibiae = 7,8.

**Description:**

(i) Exact morphology of head, thorax and elytra not traceable.

(ii) Hind wings of Scarabaeiformia type, with the following special characters: Shape rather plump, short and broad, anterior margin distinctly convex, strong, with distinct serrate radial bending zones proximal and distal of radial hinge (= marginal joint), behind radial hinge (= marginal joint) composed of RA1+RA2+RA3; RA4 free, joining complex RA1+RA2+RA3 shortly proximally of radial hinge (= marginal joint) at area of very thin membrane; apex narrowly rounded, slightly shifted backwards; posterior margin soft, slightly indented at longitudinal and transversal folds. Area of very thin membrane behind radial hinge (= marginal joint), small, crescent. RA distally not fused with RP, not forming closed cell. Stem of RP free, strongly convex; RP1 and RP2 separated from stem of RP at transversal fold; RP1 strong, convex, reaching anterior margin shortly before apex; RP2 weak, convex, parallel to distal longitudinal fold; stem of RP fused with MP1+2 at transversal fold, then forming complex RP3+4+MP1+2, the latter very strong, convex, parallel to proximal longitudinal fold; course of RP and complex RP3+4+MP1+2 strongly concave at transversal fold; MP3 weak, very slightly sigmoidal, oblique, fading away before complex RP3+4+MP1+2; MP4 weak, slightly convex, parallel to transversal fold. No further veins preserved. Areas between main veins densely and irregularly pleated.

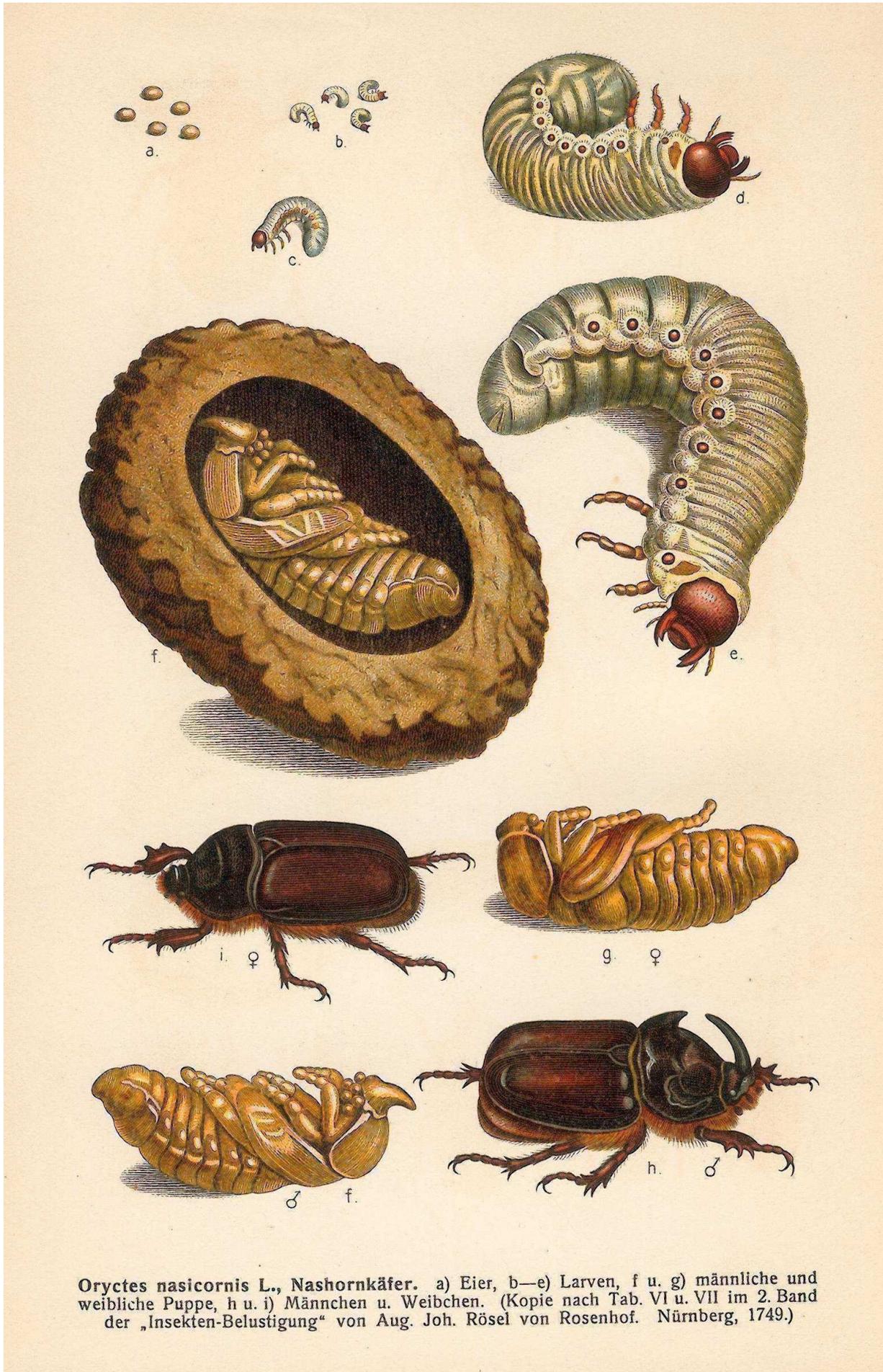
(iii) Tibiae of posterior legs moderately long and narrow, laterally concave, with long and pointed lateral spine, distal end with indentation. First tarsal segment broader than the following one, with lateral angle.

**Discussion:** The assignment of the Willershausen specimen to the Oryctini of the Dynastinae is largely supported by the morphology of the hind wings, in particular by the course of RP and the complex RP3+4+MP1+2, which is strongly concave at the transversal fold, and by the morphology of the posterior tibiae. As already pointed out by GERSDORF (1971), it resembles very much the Recent *Oryctes nasicornis* in size and most preserved external characters, in particular in the morphology of the posterior tibiae and the venation of the hind-wings. Judging from its geographical distribution, the fossil is most probably conspecific with the living species. But without the knowledge of the colour and other typical external characters (as for example the exact morphology of the head and pronotum), which are usually not preserved in more or less flattened fossil specimens, the Willershausen specimen of a Rhinoceros Beetle can only be determined as *Oryctes?* sp.

The similar Melolonthinae differ in the distal fusion of RA and RP, which thus form a closed cell as well as in the course of RP and the complex RP3+4+MP1+2 (not distinctly concave at the transversal fold).

### **5 Distribution and Biology of Recent *Oryctes nasicornis* (LINNAEUS, 1758) (Fig. 3)**

The Recent *Oryctes nasicornis* is distributed in Central Europe, Asia Minor, Near East, parts of Central Asia and northern Africa, but it is lacking in the British Isles and north of the Arctic Circle. It was originally a species, which lived in forests where the larvae developed in rotten



**Fig. 3:** *Oryctes nasicornis* (LINNAEUS, 1758), Recent. Historical drawing (from REITTER 1909).

wood, favouring trunks of oak trees. In Central Europe it evidently changed its mode of life several times during the last centuries, becoming more and more adapted to human civilization where the animals at first developed in the oak-tan of tanneries. Later they invaded compost including refuse of tanneries, finally also heaps of dung and sawdust as well as in the refuse of timber in saw-mills. Today the species is most common in such localities, but it poorly endures admixtures of lime.

As usual for the Dynastinae, the imagines are nocturnal, flying in warm summer evenings and nights.

The larvae reach a total length of about 12 cm. They change into a chrysalis deep in the soil in a large cocoon prepared by sawdust or loam which is similar to a hen's egg in size and shape. The complete development needs a time span of about 3-5 years. The body-length of imagines varies between 20 and 40 mm. Like in several Dynastinae, small males have only short horns; the weakest males can be poorly distinguished from females in their external morphology.

In the area of distribution several geographic races can be distinguished which are mainly based upon different morphology of the clypeus and of the furrows of the elytra.

## 6 Acknowledgements

The authors wish to express their sincerest thanks to the following persons: Alexander Gehler (Geoscience Centre, University of Göttingen) for drawing our attention to the Willershausen Rhinoceros Beetle; Dr Jarmila Kukalová-Peck (Ottawa) for introducing us into the current knowledge on homologization and terminology of the hind wing venation of the Coleoptera and for her help in the present manuscript; Prof Dr Thomas Schlüter (University of Swaziland) for inviting us to contribute an article to the memorial issue for Rolf Kohring.

## 7 References

- BRAUCKMANN, C. & GRÖNING, E. (2002): Neue Funde von Singzikaden (Hemiptera: Cicadidae) aus dem Jung-Tertiär (Pliozän) von Willershausen am Harz. – Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Goslar, **7**: 83-92, figs. 1-2; Goslar.
- BRAUCKMANN, C., BRAUCKMANN, B. & GRÖNING, E. (2001): Anmerkungen zu den bisher beschriebenen Lepidopteren aus dem Jung-Tertiär (Pliozän) von Willershausen am Harz. – Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal e. V., **54**: 31-41, figs. 1-3; Wuppertal.
- CARPENTER, F.M. (1992): Superclass Hexapoda. – In: KAESLER, R.L. (ed.): Treatise on invertebrate paleontology, Part R, Arthropoda 4 (3-4): I-XXII, 1-655, figs. 1-265, tabs. 1-2; Boulder/Colorado (The Geological Society of America, Inc., and The University of Kansas Press).
- DLUSSKY, G.M., KARL, H.-V., BRAUCKMANN, C., GRÖNING, E. & REICH, M. (2011): Two ants (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Formicinae) from the Late Pliocene of Willershausen, Germany, with a nomenclatural note on the genus *Camponotites*. – Paläontologische Zeitschrift, **85** (4): 449-455, figs. 1-4; Berlin, Heidelberg.

- FERGUSON, D.K. & KNOBLOCH, E. (1998): A fresh look at the rich assemblage from the Pliocene sink-hole of Willershausen, Germany. – *Review of Palaeobotany and Palynology*, **101**: 271-286, pls. 1-5; Amsterdam.
- FLANNERY, M.B., STOTT, A.W., BRIGGS, D.E.G., EVERSLED, R.P. (2001): Chitin in the fossil record: identification and quantification of d-glucosamine. – *Organic Geochemistry*, **32**: 745-754, figs. 1-6, tabs. 1-3; Amsterdam.
- GASCA ALVAREZ, H.J., VASCONCELOS DE FONSECA, C.L. & RATCLIFFE, B.C. (2008): Synopsis of the Oryctini (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) from the Brazilian Amazon. – *Insecta Mundi. A Journal of World Insect Systematics*, **0061**: 1-62, figs. 1-106, tab. 1-2; Gainesville, FL (Center for Systematic Entomology).
- GERSDORF, E. (1969): Käfer (Coleoptera) aus dem Jungtertiär Norddeutschlands. – *Geologisches Jahrbuch*, **87**: 295-332, pls. 1-2, pls. 16-17; Hannover.
- GERSDORF, E. (1971): Weitere Käfer (Coleoptera) aus dem Jungtertiär Norddeutschlands. – *Geologisches Jahrbuch*, **88**: 629-670, tabs. 1-2, pls. 1-2; Hannover.
- GERSDORF, E. (1976): Dritter Beitrag über Käfer (Coleoptera) aus dem Jungtertiär von Willershausen, Bl. Northeim 4226. – *Geologisches Jahrbuch*, **A 36**: 103-145, pls. 1-2; Hannover.
- HAYWOOD, A.M., SELLWOOD, B.W. & VALDES, P.J. (2000): Regional warming: Pliocene (3 Ma) paleoclimate of Europe and the Mediterranean. – *Geology*, **28** (12): 1063-1066, figs. 1-4; London.
- KEELY, B.J., HARRIS, P.G., POPP, B.N., HAYES, J.M., MEISCHNER, D. & MAXWELL, J.R. (1994): Porphyrin and chlorin distributions in a Late Pliocene lacustrine sediment. – *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **58** (17): 3691-3701, figs. 1-5, tabs. 1-2; Washington.
- KOHRING, R. & SCHLÜTER, T. (1993): Sciariden (Insecta: Diptera: Nematocera) aus dem Oberpliozän von Willershausen. – *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen (E)*, **9**: 191-199, figs. 1-4, pls. 1-2; Berlin.
- KORGE, H. (1967): Ein fossiler Staphylinide aus dem pliozänen Ton von Willershausen im westlichen Harzvorland. – *Bericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover*, **111**: 109-111, fig. 1; Hannover.
- KRELL, F.T. (2000): The fossil record of Mesozoic and Tertiary Scarabaeoidea (Coleoptera: Polyphaga). – *Invertebrate Taxonomy*, **14**: 871-905, fig. 1; Collingwood, Vic. (Australia).
- KRELL, F.T. (2004): Catalogue of fossil Scarabaeoidea (Coleoptera: Polyphaga) of the Mesozoic and Tertiary. – *The Natural History Museum*: 1-61; London.
- KRELL, F.T. (2006): Fossil record and evolution of Scarabaeoidea (Coleoptera: Polyphaga). – *The Coleopterists Society Monograph*, **5**: 120-143, figs. 1-4, tab. 1, appendix 1; London.
- KRÜGER, F.J. (1979a): Vor allem Blätter und Insekten. Fossilien aus Willershausen. – *Mineralien Magazin*, **1979** (7): 358-362, 11 unnumbered figs.; Stuttgart.
- KRÜGER, F.J. (1979b): Tongrube Willershausen, ein geologisches Naturdenkmal. – *Aufschluss*, **30**: 389-408, figs. 1-5, pls. 1-4; Heidelberg.

- KUKALOVÁ-PECK, J. & LAWRENCE, J.F. (2004): Relationships among coleopteran suborders and major endoneopteran lineages: Evidence from hind wing characters. – *European Journal of Entomology*, **101**: 95-144, Abb. 1-36, Appendix 1; České Budějovice.
- LAWRENCE, J.F. & BRITTON, E.B. (1991): Coleoptera (Beetles). – In: CSIRO & NAUMANN, I.D. (eds.): *The insects of Australia. A textbook for students and research workers*. [2. edition]. – 543-683, figs. 35.1-35.62; Melbourne (Melbourne University Press).
- MEISCHNER, D. (2000): Der pliozäne Teich von Willershausen am Harz. – In: PINNA, G. (coordinator), & MEISCHNER, D. (ed. of German edition): *Europäische Fossilagerstätten: 223-228 a. 261*, figs. 1-90; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- MENNING, M. (2010): Quartär bewährt – Tertiär aufgegeben? – *GMIT. Geowissenschaftliche Mitteilungen*, **39**: 16-17, tab. 1; Hannover.
- MOHR, B.A.R. (1986): Die Mikroflora der oberpliozänen Tone von Willershausen (Kreis Northeim, Niedersachsen). – *Palaeontographica, Abteilung B.*, **198**: 133-156, figs. 1-3, tab. 1, pls. 1-5; Stuttgart.
- POPOV, Y.A. (2007): A new notion on the heteropterofauna (Insecta: Hemiptera, Heteroptera) from the Pliocene of Willershausen (N Germany). – *Paläontologische Zeitschrift*, **81** (4): 429-439, figs. 1-4, tab. 1; Stuttgart.
- RASNITSYN, A.P. & QUICKE, D.L.J. [eds.] (2002): *History of insects*. – : I-XII a. 1-517, figs. 1-503; Dordrecht, Boston, London (Kluwer Academic Publishers).
- RATCLIFFE, B.C., SMITH, D.M. & ERWIN, D. (2005): *Oryctoantiquus borealis*, new genus and species from the Eocene of Oregon, U.S.A., the world's oldest fossil dynastine and largest fossil scarabaeid (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). – *The Coleopterists Bulletin*, **59**: 127-135; London.
- REITTER, E. (1909): *Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches*, **2**: 1-329, figs. 1-70, pls. 41-80; Stuttgart (K.G. Lutz' Verlag).
- RIECHERS, A. (1951): Die Wunder von Willershausen. – *Allgemeiner Harz-Berg-Kalender*, **1952**: 49-51, 3 unnumbered figs.; Clausthal-Zellerfeld.
- SCHMIDT, G. (1967): Die Bockkäfer (Cerambycidae) von Willershausen. – *Bericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover*, **111**: 113-120, figs. 1-4; Hannover.
- SCHWEIGERT, G. (2003): Alpenbock und Hirschkäfer im Pliozän von Willershausen. – *Fossilien*, **20** (3): 178-182, figs. 1-6; Korb.
- STRAUS, Adolf (1952): Beiträge zur Kenntnis der Pliocänflora von Willershausen III. Die niederen Pflanzengruppen bis zu den Gymnospermen. – *Palaeontographica, Abteilung B*, **93** (1-3): 1-44, pls. 1-21; Stuttgart.
- VINKEN, R. (1967): Kurzer Überblick über die Geologie der Umgebung von Willershausen. *Ber. naturhist. Ges. Hannover*, **111**: 5-14, 1 Abb.; Hannover.
- WEGELE, H. (1914): *Stratigraphie und Tektonik der tertiären Ablagerungen von Oldenrode-Düderode-Willershausen*. Diss., 38 S.; Göttingen.

## Die Kihansi-Gischtkröte (*Bufo*: *Nectophrynoides asperginis*) – Beinahe-Opfer eines Staudammbaus

Thomas Schlüter und Christa Werner

**Zusammenfassung:** Die Errichtung eines Staudamms an den Wasserfällen der Kihansi-Schlucht bei Iringa im zentralen Tansania führte dort aufgrund der dabei zerstörten Umwelt zum Aussterben der erst 1998 entdeckten Kihansi-Gischtkröte (*Nectophrynoides asperginis*) in ihrem nur wenige Hektar großen Habitat. In die zoologischen Gärten von Toledo (Ohio) und Bronx (New York) frühzeitig überführte Exemplare dieser Kröte vermehrten sich jedoch zahlreich, sodass wenige Jahre später ihre Repatriierung durchgeführt werden konnte, nachdem die ursprünglichen Umweltbedingungen des Mikro-Habitats der Kihansi-Spühkröte in der Schlucht wiederhergestellt werden konnten. Dies ist der erste Fall der erfolgreichen Repatriierung einer Amphibienart an ihrem ursprünglichen Standort, nachdem sie dort schon als ausgestorben galt.

**Schlüsselwörter:** Hydroelektrischer Staudamm, Kihansi-Gischtkröte, Umweltbedingungen, Mikro-Habitat, Repatriierung, Tansania, Zoo von Toledo (Ohio), Zoo von Bronx (New York)

**Abstract:** The installation of a hydroelectric power plant at the Kihansi Gorge near Iringa in central Tanzania destroyed the micro-habitat of the Kihansi Spray Toad (*Nectophrynoides asperginis*), which was discovered as a new species only in 1998. This species became according to the nomenclature of IUCN extinct in the wild (EW), but survived in the zoological gardens of Toledo (Ohio) and Bronx (New York). After restoration of the former misty environmental conditions at the Kihansi Gorge, some hundred specimens of the Kihansi Spray Toad were reintroduced at their former habitat. The development of this population will be monitored by Tanzanian biologists. This is the first case that the near extinction of an amphibian species has been reversed.

**Key words:** Hydroelectric dam, Kihansi Spray Toad, environmental stress, microhabitat, repatriation, Tanzania, Zoo of Toledo (Ohio), Zoo of Bronx (New York)

**Adresse der Autoren:** Prof. Thomas Schlüter, Department of Geography, Environmental Science and Planning, University of Swaziland, P.B. 4, Kwaluseni, Swaziland. Email: thomas.schlueeter2008@googlemail.com

Dr. Christa Werner, International Association for Promoting Geosciences (IAPG) e.V., Nazarethkirchstraße 45, D-13347 Berlin. Email: zils.werner@arcor.de

### Einleitung

Der Kihansi-Staudamm befindet sich in der Iringa-Region ungefähr 450 km südwestlich von Dar es Salaam, dem kommerziellen Zentrum Tansanias, und wird seit dem Jahr 2000 nach etwa fünfjähriger Bautätigkeit für die Erzeugung hydroelektrisch gewonnenen Stroms genutzt.

Insgesamt werden gegenwärtig etwa 13 % (nach anderen Angaben fast  $\frac{1}{4}$ ) allen Stroms in Tansania (etwa 180 MW) durch den Kihansi-Damm erzeugt (Matondo et al. 2013).

Während der vorbereitenden Arbeiten zur Installation des Damms wurde 1996 in den umliegenden Udzungwe-Bergen eine kleine Kröte entdeckt, die 1998 als neue Art unter dem Namen *Nectophrynoides asperginis* von Poynton et al. beschrieben wurde (Abb. 1). Es stellte sich heraus, dass die Kihansi-Gischtkröte (englisch: Kihansi Spray Toad) zu den Wirbeltierarten mit dem kleinsten bekannten Areal gehört, insgesamt nur ungefähr zwei Hektar (etwa 20000 m<sup>2</sup>) wurden von ihr dauerhaft in unmittelbarer Nähe unterhalb der Wasserfälle des Kihansi-Flusses bewohnt (Abb. 2). Hier lebte sie ausschließlich im Bereich der Gischtkzone der Wasserfälle auf steinigem, aber permanent feuchtem und nebelverhangenem Untergrund. Die Vegetation war vor allem durch Moose (*Selaginella kraussiana*), Farne (*Tectaria gemmifera*) und niederwüchsige Gräser (*Panicum* spp.) ausgezeichnet (Poynton et al. 1998). Die Gesamtpopulation der Kihansi-Gischtkröte wurde 1998 auf etwa 17000 Individuen geschätzt, die neue Art wurde aber laut den CITES-Kriterien schon damals als „Critically Endangered“ bewertet



**Abb. 1:** Die Kihansi-Gischtkröte (*Nectophrynoides asperginis*) mit Jungtier (Quelle: Internet)



**Abb. 2:** Die Kihansi-Fälle vor der Errichtung des Staudamms (Quelle: Internet)

### Artcharakteristik

Die Kihansi-Gischtkröte (Abb. 1) ist ein winziger Vertreter der Froschfamilie Bufonidae und erreicht im erwachsenen Zustand nur eine Gesamtlänge von höchstens 25 mm. Generell ist sie goldgelb gefärbt, mit vereinzelt dunkelgelben und braunen Flecken auf dem Rücken. Manchmal treten seitlich dunklere Bänder auf, die sich mit helleren Tupfern vom Rücken absetzen. Die Haut der Unterseite ist nahezu durchsichtig oder durchscheinend weißlich von der Kehle abwärts, wobei die Leber, Fettkörper und andere Innereien von außen sichtbar werden können. Die Weibchen sind lebendgebärend, was bei Trächtigkeit zu einer bläulich-grünen Verfärbung im Bauchbereich führt, da sich im Innern die heranwachsenden Larven gegen die Haut stemmen.

Die Weibchen sind ausgewachsen geringfügig größer als die Männchen, ansonsten aber außer bei Trächtigkeit kaum von diesen zu unterscheiden, wenn die Weibchen etwas rundlicher werden. Bisweilen entwickeln die Männchen etwas dunklere Flecken im Bereich des Kopfes und der Schultern (Channing et al. 2006, Channing & Howell 2006).

Da die Kihansi-Gischtkröte lebendgebärend ist, gibt es keine freilebenden Kaulquappen. Im allgemeinen werden bei der Geburt zwischen 12 und 30 Junge zur Welt gebracht, die dann knapp 5 mm lang, in der Farbe aber erheblich dunkler als ihre Eltern sind, ihnen aber ansonsten schon sehr gleichen. Erst etwa 6 bis 8 Wochen nach der Geburt entwickelt sich schließlich die gelbliche Grundtönung der erwachsenen Kröten. Sie erreichen in Gefangenschaft eine Lebensdauer von bis zu 5 Jahren. Die Art ernährt sich vor allem von verschiedenen Dipteren, Milben und Springschwänzen (Lee et al. 2006).

### **Der Gau für die Kihansi-Gischtkröte**

Im Jahr 1999 waren die Arbeiten am Staudamm (Abb. 3) soweit vorangeschritten, dass die von den 800 m hohen Wasserfällen herabstürzende Wassermenge nur noch etwa 10 % derjenigen vor dem Bau betrug und die Gischtzonen auszutrocknen begann. Der Bau des Staudamms hatte aus dem Kihansi-Fluss ein Rinnsal gemacht. Das Mikrohabitat der Kihansi-Gischtkröte war damit zerstört worden und in der Konsequenz verringerte sich die Anzahl ihrer Individuen dramatisch. Während im Oktober 2000 vermutlich noch etwa 11400 Kröten vorhanden waren (Lee et al. 2006) und ihre Anzahl zwischen Dezember 2002 und Juni 2003 sogar noch auf 8000 bis 17000 geschätzt wurde, konnten in der Woche nach den letzten hohen Wasserdurchflüssen im Juni 2003 nur noch 43 Exemplare gesichtet werden (Lee et al. 2006). Im Januar 2004 wurden noch 3 Kihansi-Gischtkröten gefunden und das auffällige Quaken zweier Männchen vernommen. Nach unbestätigten Berichten soll auch im Jahr 2005 noch einmal das Quaken gehört worden sein, aber danach blieb es still und die Kihansi-Gischtkröte wurde 2009 von CITES (Convention on Trade of Endangered Species) als „Extinct in the Wild“ (EW) erklärt (Channing et al. 2009).

Allerdings war Umweltschützern die Problematik des Habitatverlustes für die Kihansi-Gischtkröte schon vorher recht gut bewusst geworden und als flankierende Maßnahme wurde eine künstliche Sprinkler-Anlage in einem Viertel des gesamten Bereichs des ursprünglichen Lebensraums eingerichtet. Leider war diese Anlage zur Einweihung des Staudamms aber noch nicht fertig und konnte erst 9 Monate später in Betrieb genommen werden. Zu diesem Zeitpunkt war die Gischtzonen jedoch schon weitgehend ausgetrocknet (Krajick 2006) und etliche Arten der ursprünglichen Marsch-Pflanzenvergesellschaftung waren abgewandert und durch andere, eher trocken liebende Arten ersetzt worden (Quinn et al. 2005).

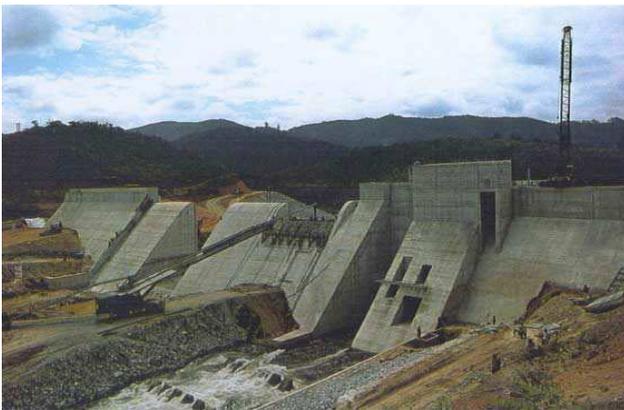
Den Rest gaben der bedrohten Kihansi-Gischtkröte die folgenden Ereignisse:

- Während der trockenen Jahreszeit im Jahr 2003 versagte plötzlich die Sprinkler-Anlage aus technischen Gründen für eine Zeitlang.
- Etwa zur selben Zeit konnte in etlichen toten Exemplaren der Kihansi-Gischtkröte eine Pilzerkrankung (Chytridiomykose) (*Batrachochytrium dendrobatidis*) nachgewiesen werden, die vielleicht sogar von den Umweltschützern mit ihren Stiefeln eingeschleppt worden war. Es wird angenommen, dass die infolge der Trockenheit stressgeplagten Tiere für diese Erkrankung nun besonders empfindlich und aufnahmebereit waren.
- Ebenfalls wurden in diesem Zeitraum die Wassersperrvorrichtungen des Staudamms geöffnet, um Sedimente aus dem Stausee herauszuspülen. Das tiefer gelegene Gelände wurde dementsprechend kurzfristig geflutet. Nachfolgende Untersuchungen ergaben einen stark erhöhten Pestizidgehalt in den sedimentierten Schwebstoffen des Wassers, das im Oberlauf des Kihansi in der Landwirtschaft beim Maisanbau verwendet wird. Nach Krajick (2006) können die Pestizide ausgereicht haben, um die Restpopulation der Kihansi-Gischtkröte auszurotten.

## Nachzucht in Gefangenschaft

Da schon zur Zeit der Einweihung des Staudamms Zweifel an der Effektivität der flankierenden Maßnahmen bestanden hatten, waren nach Konsultation mit der tansanischen Regierung schon im Jahr 2000 Mitarbeiter der Wildlife Conservation Society und tansanische Regierungsbeamte zur Kihansi-Schlucht aufgebrochen, um dort Exemplare der Kihansi-Gischtkröte für ein Nachzuchtprogramm einzusammeln. Insgesamt 499 Individuen von zwei Lokalitäten in der Schlucht wurden eingefangen und nach Transport in Thermoboxen an die zoologischen Gärten von Toledo in Ohio und Bronx in New York übersiedelt.

Anfangs gestaltete sich das Nachzuchtprogramm als schwierig, schließlich blieben nur noch etwa 70 lebende Exemplare übrig, aber nachdem mehr oder weniger simultane Bedingungen wie im Freiland erstellt worden waren, vermehrten sich die Kröten auch wieder und eine erste öffentliche Ausstellung der Kihansi-Gischtkröte wurde vom Toledo-Zoo schon im November 2005 durchgeführt. Mittlerweile beherbergt der Toledo-Zoo mehrere Tausend lebende Exemplare der Kihansi-Gischtkröte und auch im Bronx-Zoo gibt es inzwischen einige tausend davon.



**Abb. 3:** Der Kihansi-Staudamm zur Zeit der Erbauung (Quelle Internet)



**Abb. 4:** Das neue Habitat mit der künstlich erzeugten Gischt im Bereich der Kihansi-Schlucht (Quelle Internet)

## Wiedereinführung ins Freiland

Seit Ende 2009 wurde die Rückkehr von 2000 Gischtkröten, die achte Generation in den USA, vorbereitet. Die ersten 100 Exemplare wurden schon 2010 nach Dar es Salaam geflogen, wo sie zuerst als sogenannte Sicherheitspopulation auf dem Gelände der University of Dar es Salaam in einem eigens für sie eingerichteten Quartier untergebracht wurden. Es folgte bald darauf der Rest. Einige Dutzend von diesen Gischtkröten wurden dann wenig später im selben Jahres zur Kihansi-Schlucht gebracht und dort unter der Maßgabe genauer Beobachtung freigelassen. Schließlich war es ja nicht voraussehbar, ob die nachgezüchteten Gischtkröten sich erneut an ihr ehemaliges Habitat anpassen würden, da sich die Rahmenbedingungen ja teilweise verändert hatten und vor allem nicht bekannt war, ob die Gischtkröten mittlerweile genügend Widerstandskräfte gegen die Chytridiomykose entwickelt hatten.

Die Weltbank hatte mittlerweile die Installation einer Art künstlichen Nebelsystems in der Kihansi-Schlucht finanziert, um die früheren Bedingungen in möglichst ähnlicher Weise wiederherzustellen (Abb. 4). Die Tanzania Electricity Supply Company Ltd. (TANESCO), die auch für die Erzeugung des Stroms am Kihansi-Staudamm verantwortlich ist, wird darauf achten, dass zukünftig auch immer genügend Wasser für die Erstellung des Nebels vorhanden ist. Zwar wurde verlautbart, dass die tansanische Regierung niemals auf das Wasserkraftwerk verzichten werde, aber weiterhin Maßnahmen zum Erhalt des Ökosystems der Kihansi-Schlucht und des Wassereinzugsgebietes oberhalb der Schlucht durchführen werde.

Auch für die Behandlung der Chytridiomykose war man vorbereitet. Die Krankheit wurde an der Sokoine University of Agriculture in Morogoro gründlich untersucht (Saiboko 2012).

Die ersten Versuche mit den Gischtkröten in der Kihansi-Schlucht waren jedenfalls vielversprechend und dementsprechend wurden am 11. Dezember 2010 die übrigen Exemplare dorthin gebracht und nahezu feierlich an ausgewählten Standorten zurückgelassen. Anwesend waren bei dieser Zeremonie Vertreter der World Conservation Society, der Zoologischen Gärten von Toledo und Bronx, der World Bank, der International Union for Conservation of Nature (IUCN), vom Tanzania Wildlife Research Institute, der University of Dar es Salaam, der Sokoine University of Agriculture in Morogoro, Tansania, und nicht zuletzt auch einige lokale Dorfbewohner aus der Umgebung.

In einer Pressemitteilung ließ WCS-Präsident Cristián Samper verlauten, dass die Wiedereinführung der Kihansi-Gischtkröte an ihrem früheren Standort ein bislang einmaliger Erfolg sei und aufzeige, welche wichtige Rolle zoologische Gärten in der Arterhaltung spielen können. Immerhin handelt es sich bei dieser Repatriierung um den ersten Fall einer Amphibienart, die als ausgestorben in freier Wildbahn deklariert worden war und jetzt in ihr altes Habitat zurückgeführt wurde, nachdem die ursprünglichen Bedingungen wiederhergestellt worden sind (Platt 2012).

Drei tansanische Biologen wurden in den USA geschult, um die Entwicklung der neuen Population der Gischtkröten in der Kihansi-Schlucht zu beobachten und überwachen. Unterdessen vermehren sich die Populationen im Toledo- und im Bronx-Zoo gut weiter, und auch die Sicherheitspopulation an der University of Dar es Salaam kann für mögliche erneute Repatriierungen weiterhin genutzt werden (Platt 2012).

## Literatur

- Channing, A., Finlow-Bates, K.S., Haarklau, S.E. & Hawkes, P.G. (2006): The biology and recent history of the Critically Endangered Kihansi Spray Toad *Nectophrynoides asperginis* in Tanzania.- *Journal of East African Natural History*, 96: 117-138; Dar es Salaam.
- Channing, A. & Howell, K.M. (2006): *Amphibians of East Africa*.- 106-107, ISBN 3-930612-53-54.
- Channing, A., Howell, K.M., Loader, S., Menegon, M. & Poynton, J. (2009): *Nectophrynoides asperginis*. In: IUCN 2009. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2009: 2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Krajcik, K. (2006): The lost world of the Kihansi Toad: *NewsFocus*.- *Science*, 311: 1230-1232; New York.

- Lee, S., Zippel, K., Ramos, L. & Searle, J. (2006): Captive-breeding programme for the Kihansi spray toad *Nectophrynoides asperginis* at the Wildlife Conservation Society, Bronx, New York.- *International Zoo Yearbook*, 40: 241-253; New York.
- Matondo, I.J., Rutashobya, D. & Schlüter, T. (2013): Water Management for Hydroelectric Generation at Mtera and Kidatu in Tanzania – Experiences in the 1990s.- *Documenta naturae*, 192: 112-119 (dieser Band hier); München.
- Platt, J.R. (2012): Once Extinct in the Wild, Kihansi Spray Toad Returns to Tanzania (by Way of the Bronx and Toledo).- *Scientific American* (online edition), [www.blogs.scientificamerican.com/extinction-countdown/2012/12/21](http://www.blogs.scientificamerican.com/extinction-countdown/2012/12/21) , 1-3 (retrieved 14/03/2013)
- Poynton, J.C., Howell, K.M., Clarke, B.T. & Lovett, J.C. (1998): A critically endangered new species of *Nectophrynoides* (Anura: Bufonidae) from the Kihansi Gorge (Udzungwe Mountains, Tanzania).- *African Journal of Herpetology*, 47: 59-67.
- Quinn, C.H., Ndangalasi, H.J., Gerstle, J. & Lovett, J.C. (2005): Effect of the Lower Kihansi Hydropower Project and post-project mitigation measures on wetland vegetation in Kihansi Gorge, Tanzania.- *Biodiversity and Conservation*, 14: 297-308.
- Saiboko, A. (2012): Kihansi Toads Pass Anti-Fungal „Test“.- *Tanzania Daily News*, 14 August 2012; [www.allafricacom/stories/20120814163.html](http://www.allafricacom/stories/20120814163.html) , Dar es Salaam.

Documenta naturae	192.1	S. 57-73	München	2013
-------------------	-------	----------	---------	------

## Rezente Foraminiferen (Protozoa) aus dem Küstenbereich der Insel Sokotra im Golf von Aden (Jemen) – ein Überblick

M. HESEMANN & H.-J. GREGOR

**Zusammenfassung:** Es werden drei rezente Foraminiferenfaunen von der Küste Sokotras (Jemen) dargestellt. Der Strand von Arher liegt an der Ostspitze, der von Aumag am Südende der Insel. Proben vom Meeresgrund stammen von einer Fahrt entlang der Nordküste aus 70 m Tiefe.

**Schlüsselwörter:** Foraminifera, Sokotra, Holozän

**Abstract:** Three small faunulae of Recent Foraminifera from coastal Socotra (Yemen) are studied and compared. One is from the eastern part of the island (Arher beach), the second from its southern coast (Aumag beach), whereas the third was gathered along the northern coast from the seabed in 70 m depth.

**Key words:** Foraminifera, Socotra, Holocene

**Adressen der Autoren:** Michael Hesemann\*, Waterloostr. 24, 22769 Hamburg, Germany. Email: michael@foraminifera.eu

Dr. Hans-Joachim Gregor\*\*, Daxerstr.21, 82140 Olching, Germany. Email: h.-j.gregor@t-online.de

\*M. Hesemann leitet das Foraminifera.eu Projekt [www.foraminifera.eu](http://www.foraminifera.eu)

\*\*Dr. H.-J. Gregor ist Mitglied der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe im Museum Günzburg

### 1 Einleitung

Ein Besuch auf der größten Insel im Golf von Aden – Sokotra – ist der Anlass, hier aus ihren marinen Sanden eine kleine Foraminiferenfauna vorzustellen. Die Reise zu dieser geographisch und geologisch eher Afrika zugehörigen Insel des Jemen fand vom 4. 2. - 19. 2. 2008 statt, noch bevor es in der Arabischen Welt politisch zum „neuen Frühling“ kam. Ein erster Exkursionsbericht wurde für die Teilnehmer der Exkursion publiziert (GREGOR 2008). Sandproben wurden von den Fundstellen Aumag im Süden und Arher im Osten der Insel genommen (vgl. Abb. 1 und 2).

Nachdem die Verfasser schon mehrfach sehr produktiv zusammengearbeitet hatten (Griechenland: GREGOR & HESEMANN 2013; Spitzbergen-Foraminiferen, vgl. GREGOR & MOOSBURGER 2010: 31, Abb. 169-171 und GREGOR & HESEMANN 2013), kann das hier im Hinblick auf den vorliegenden Bericht von Sokotra ausgeweitet werden.



Wir sagen Dank der Kollegin aus dem Jemen, Frau Wafa'a Mugahed Ahmed Al-Qadassi, (University of Sana'a, Yemen, Earth and Environmental Sciences Department, Petroleum and Stratigraphy Branch) für die von ihr erfolgte Probennahme und Übersendung des Materials an das Foraminifera.eu Projekt zu Händen des Erstverfassers.

## 2 Die Insel Sokotra

### 2.1 Allgemeines

Im Reisebericht wurde bereits über Geologie und Besonderheiten berichtet, wobei auch speziell Botanik und Archäologie auf Sokotra zu den Themen zählten. Da an mehreren sandigen Küstenbereichen Funde auch von Mollusken (Landschnecken) oder Korallen getätigt wurden, die z.T. auf einer beiliegenden CD zu finden sind (GREGOR 2008), sollten auch noch die Mikrobefunde mitgeteilt werden, um das Bild der Untersuchungen abzurunden. Leider kann auf Sokotra nicht so frei geforscht werden, wie man sich das wünschen würde. Die Behörden sind unflexibel und die wissenschaftliche Ausrüstung war leider unzureichend.

Zur Geologie vergleiche man KOSSMAT (1907), BEYDOUN & BICHAN (1970), FEDIUK (2005), zur Fauna und Flora WRANIK (Hrsg.) (1982), zu Allgemeinem CHEUNG & DeVANTIER (2006), DOE (1992) und SIMPER & BRIXEL (2006).

KOSSMAT hat 1907 als erster die Geologie der Insel umfassend studiert, auf Kamelen reitend, ohne Weg und Steg, und eine ausgesprochen präzise Arbeit geliefert – leider ohne die rezenten Foraminiferen zu berücksichtigen. Das soll nun nachgeholt werden. Allerdings erwähnte er bereits *Orbitolina plana* aus dem Cenoman der Inseln Sokotra und Semha und Alveolinenkalke (ibid. 44, 54).

Foraminiferen sind bei BEYDOUN & BICHAN (1979: 428, 431, 432) kurz erwähnt, so z.B. Orbitolinen aus der Kreide, Nummuliten und Alveolinen aus dem Paläozän/Eozän und Globigerinen aus dem Bereich Oligo-Miozän.

### 2.2 Die Fundstellen

Zur Problematik der Namen, die z.T. arabisch, englisch, russisch oder österreichisch-deutsch in verschiedener Weise geschrieben werden sowie zu den Fundstellen Arher und Aumag vergleiche man GREGOR 2008: 23, 15, 17.

Aumag im Gebiet Nogutt ist eine weiße Sandfläche größeren Ausmaßes, ein weiter tropischer Sandstrand, der fast den gesamten Bereich der Südküste einschließt. Die utopisch-romantisch anmutende Küste wird von einer Oase, Aumag, unterbrochen. Idyllische Palmenhaine, Tamarisken, Chamäleons und Brunnen aus Korallenwänden geben einen ersten Eindruck. Der Sand ist strahlend weiß und hat eine kleine Foraminiferenfauna geliefert. (Exk. Nr. GREGOR E 1000/24), die sicher als im Sand umgelagert zu betrachten ist.

Arher am östlichen Ende von Sokotra ist eine markante Erscheinung auf der Insel – ein mesozoisches Restgebirge (Kreide-Eozän) wird von marinen Dünen fast zugedeckt, bis in eine Höhe von ca. 200 m. In diesem Areal konnten feine Sande beprobt werden, die ebenfalls Foraminiferen geliefert haben. (Exk. Nr. GREGOR E 1000/37) – diese sind ebenfalls umgelagert.

**Tabelle 1:** Artenlisten der drei Fundstellen

<b><u>Arher - Faunenliste 1:</u></b>	<i>Loxostomina limbata</i>
<b>Rotaliana</b>	<i>Pseudobrizalina lobata</i>
<i>Amphistegina lessonii</i>	<i>Sigmavirgulina tortuosa</i>
<i>Elphidium crispum</i>	<b>Rotaliana</b>
<i>Neorotalia calcar</i>	<i>Amphistegina lessonii</i>
<b>miliolide Foraminiferen</b>	<i>Discorbinooides minogasiformis</i>
<i>Alveolinella quoyi</i>	<i>Elphidium crispum</i>
<i>Borelis schlumbergeri</i>	<i>Elphidium gerthi</i>
<i>Sorites orbiculus</i>	<i>Elphidium jenseni</i>
	<i>Neorotalia calcar</i>
<b><u>Aumag - Faunenliste 2:</u></b>	<i>Nonion fabum</i>
<b>Rotaliana</b>	<i>Planorbulina mediterranensis</i>
<i>Amphistegina lessonii</i>	<i>Rosalina bradyi</i>
<i>Elphidium crispum</i>	<b>agglutinierende Foraminiferen</b>
<i>Neorotalia calcar</i>	<i>Martinottiella communis</i>
<b>agglutinierende Foraminiferen</b>	<i>Sahulina conica</i>
<i>Textularia agglutinans</i>	<i>Textularia agglutinans</i>
<b>miliolide Foraminiferen</b>	<b>miliolide Foraminiferen</b>
<i>Alveolinella quoyi</i>	<i>Spiroloculina</i> sp.
<i>Borelis schlumbergeri</i>	<i>Triloculina bertheliana</i>
<i>Peneroplis planatus</i>	<i>Vertebralina striata</i>
<i>Peneroplis pertusus</i>	<i>Articulina carinata</i>
<i>Pyrgo</i> sp.	<i>Peneroplis planatus</i>
<i>Sorites orbiculus</i>	<i>Peneroplis pertusus</i>
<i>Triloculina</i> sp.	<i>Sorites orbiculus</i>
	<b>Foraminiferen mit besonderem Gehäuseaufbau</b>
<b><u>Nordküste - Faunenliste 3:</u></b>	<i>Planorbulina mediterranensis</i>
<b>Nodosariata</b>	<i>Pavonina flabelliformis</i>
<i>Fissurina lacunata</i>	<i>Siphoninoides echinatus</i>
<i>Palliolatella bradii</i>	<i>Sejunctella</i> sp.
<i>Amphicoryna scalaris</i>	<b>Planktische Foraminiferen</b>
<i>Lagena strumosa</i>	<i>Globigerinoides sacculifer</i>
<b>Bolivinitida und Buliminida</b>	<i>Globorotalia menardii</i>
<i>Abditodentrix rhomboidalis</i>	
<i>Chrysalidinella dimorpha</i>	

**Tabelle 2:** Artenlisten der Foraminiferen von Sokotra im Vergleich

<b>Taxa/Fundstellen</b>	<b>Arher</b>	<b>Aumag</b>	<b>N-Küste</b>
<b>Nodosariata</b>			
<i>Fissurina lacunata</i>			+
<i>Palliolatella bradii</i>			+
<i>Amphicoryna scalaris</i>			+
<i>Lagena strumosa</i>			+
<b>Bolivinitida und Buliminida</b>			
<i>Abditodentrix rhomboidalis</i>			+
<i>Chrysalidinella dimorpha</i>			+
<i>Loxostomina limbata</i>			+
<i>Pseudobrizalina lobata</i>			+
<i>Sigmavirgulina tortuosa</i>			+
<b>Rotaliana mit spiral aufgebauten Gehäusen</b>			
<i>Amphistegina lessonii</i>	+	+	+
<i>Elphidium crispum</i>	+	+	+
<i>Elphidium gerthi</i>			+
<i>Elphidium jenseni</i>			+
<i>Neorotalia calcar</i>	+	+	+
<i>Discorbinoides minogasiformis</i>			+
<i>Nonion fabum</i>			+
<i>Planorbulina mediterranensis</i>			+
<i>Rosalina bradyi</i>			+
<i>Rosalina</i> sp.			+
<b>agglutinierende Foraminiferen</b>			
<i>Martinottiella communis</i>			+
<i>Sahulina conica</i>			+
<i>Textularia agglutinans</i>		+	+
<b>miliolide Foraminiferen</b>			
<i>Spiroloculina</i> sp.			+
<i>Triloculina bertheliana</i>		+	+
<i>Vertebralina striata</i>			+
<i>Articulina carinata</i>			+
<i>Peneroplis planatus</i>		+	+
<i>Peneroplis pertusus</i>		+	+
<i>Pyrgo</i> sp.	+		
<i>Sorites orbiculus</i>	+	+	+
<i>Alveolinella quoyi</i>		+	
<i>Borelis schlumbergeri</i>	+	+	
<b>Foraminiferen mit besonderem Gehäuseaufbau</b>			
<i>Planorbulina mediterranensis</i>			+
<i>Pavonina flabelliformis</i>			+
<i>Siphoninoides echinatus</i>			+
<i>Sejunctella</i> sp.			+
<b>Planktische Foraminiferen</b>			
<i>Globigerinoides sacculifer</i>			+
<i>Globorotalia menardii</i>			+

Der Großteil der Foraminiferen stammt aus Sedimentproben, die bei Forschungsfahrten entlang der Nordküste Sokotras aus bis zu 70 m Wassertiefe genommen wurden. Frau WAFÄ'A MUGÄHED AHMED AL-QADASSI von der Universität von Sana'a (Yemen) isolierte die einzelnen Individuen. Im Gegensatz zu den Strandproben sind diese Proben deutlich artenreicher und besser erhalten.

### 2.3 Die Foraminiferenfaunen

Die Bestimmungen wurden mit der betreffenden systematischen Fachliteratur vorgenommen, z.B. von LOEBLICH & TAPPAN (1987 und 1994), Jones (1994) und HOTTINGER et al. (1993). Foraminiferen waren bisher nirgends erwähnt (vgl. auch WRANIK 1982).

Die Artenlisten der drei Biotope lassen sich darstellen, wie in Tab. 1 gezeigt. Leider sind Vergleiche mit ähnlichen Foraminiferenfaunen kaum sinnvoll, da z.B. beim Material aus dem Roten Meer (vgl. HOTTINGER et al. 1993) weitaus mehr Taxa vorliegen und so das Bild einer vorläufigen Probennahme in unserer Arbeit hier nicht gewährleistet wird.

### 3 Auswertung

In den beiden ersten Faunen kommen keine planktonischen Formen vor, diese sind also landnah und in geringer Tiefe lebend anzusehen – im Gegensatz zu letzterer mit planktonischen Formen wie Globorotalia und Globigerinoides (vgl. <http://www.foraminifera.eu/socotra.html>).

Zusätzlich wird eine Tabelle vorgelegt, die alle drei Fundplätze im Vergleich der Formen zeigt und eine Verarmung der Strandfaunen sehen läßt (Tab. 2).

Bei den beiden Strandfundstellen kommen praktisch nur Rotaliana, kaum agglutinierende und miliolide Formen vor – im Gegensatz zur differenzierten Fauna der Nordküste. Das Ergebnis zeigt auch somit klar einen Unterschied in den faziellen Bedingungen:

Bei Aumag und Arher handelt es sich um Thanatozönosen (Auslese und Totengemeinschaften am Strand), bei den Formen von der Nordküste um eine Taphozönose (Lebendgemeinschaft, submarin im Sediment).

Zusätzlich soll noch eine Bemerkung zur „vorläufigen Klassifikation der sublittoralen Biotope“ auf Sokotra gebracht werden (ZANDRI 2003): Aumag an der Südküste ist als „SS2 shallow clean sand in coastal lagoon (wet)“ anzusprechen, Arher im Osten ebenfalls, aber als „dry“, und die Proben von der Nordküste als „SR7 sparse mixed corals on limestone platform“ bzw. „SR3-6 Macroalgae, shallow infrolittoral rock etc.“ und auch „SC1-12 corals, Acropora thickets, sands and seagrass“.

## Literatur

- BEYDOUN, Z.R. & BICHAN, H.R. (1970): The geology of Socotra Island, Gulf of Aden.- Quart. J. Geol. Soc. London, 125: 413-446, 2 figs., pls. 21-29, North Ireland
- CHEUNG, C. & DeVANTIER, L. (2006): Socotra – a natural history of the islands and their people.-393 pp., many fotos and maps, Odyssey Books, HongKong
- DOE, B. (1992): Socotra – Island of tranquility.- 237 pp., 81 pls., 60 figs., Immel Publ. Lim., London
- FEDIUK, F. (2005): Riebek, Sauer und Sokotra.- Gmitt. Geowissenschaftliche Mitteilungen, 19: 20-23; Bonn.
- GREGOR, H.-J. (2008): Die Insel Sokotra im Golf von Aden – Ein naturwissenschaftlicher Reisebericht.- Documenta naturae, SB 53: 1-27, 14 Abb., 1 CD mit Fotos, München
- GREGOR, H.-J. & HESEMANN, M. (2013): Kap Malea und die Höhle der Nymphe – ein Paradies am Ende der Welt (Geologie, Fossiler Wald, Foraminiferensand, Archäologie).- Documenta naturae, 192: 1-27, 4 Abb., 1 Tab., 9 Taf., München
- GREGOR, H.-J. & HESEMANN, M. (2013): Foraminiferen aus dem Quartär von Spitzbergen in der Sammlung des Naturhistorischen Museums an der Akademie zu Dillingen - gesammelt von Prof. Paul Zenetti auf der Expedition des 11. Internationalen Geologischen Kongresses 1010.- Documenta naturae, SB 64: 1-11, 2 Abb., 1 Tab., 2 Taf., München
- GREGOR, H.-J. & MOOSBURGER, G. (2010): 100 Jahre Prof. Dr. Paul ZENETTI – Lehrer am Kgl. Lyzeum in Dillingen - sein Leben, sein wissenschaftliches Werk und seine Spitzbergen-Fahrt 1910.- Documenta naturae, SB 57, Teil I: 1-71, 17 Abb., 3 App., München
- HOTTINGER, L., HALICZ, E. & REISS, Z. (1993). Recent Foraminiferida from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Slovenske Akademija, 185 S., 2800 Abb. auf 230 Tafeln, Ljubljana
- JONES, R.W. (1994). The Challenger Foraminifera.-149 pp., 117 pls., Oxford University Press
- KOSSMAT, F. (1907): Geologie der Inseln Sokotra, Semha und Abd el Kuri.- Denkschr. Kais. Akad. Wiss. Wien, Mathem.-naturw. Cl. LXXI: 1-62, 5 Taf., 13 Textfig., Wien
- LOEBLICH, A. R. & TAPPAN, H. (1987). Foraminiferal genera and their classification.- 2047 pp., 847 pls., Van Nostrand Reinhold, New York
- LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. (1994). Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea, Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication 31, 661 pp., 392 pls., Washington
- QUENSTEDT, F.A. (1885): Petrefaktenkunde, Text II. - S. 499-1239, viele Abb., Tübingen
- SIMPER, G. & BRIXEL, P. (2006): Jemen.- Reise Know-how, 515 S., viele s/w-Abb., Reise Know-how-Verl. P. Rump, Bielefeld

WRANIK, W. (Hrg.) (1982): Socotra Island – University of Aden-Expedition. Contributions to the Flora and Fauna of Peoples' Democratic Republic of Yemen: I Zoology of Socotra (W. WRANIK), II. Plants of Socotra (K.B.REDDY), III Geography of Socotra (arabic).- 108 pp., 42 pp.(arabic), 29 pls., many b/w figs., Edit. Oriental S.A., Madrid

ZANDRI, E. (ed.) ( 2003): Savong Socotra – the treasure island of Yemen.-50 pp., many col. figs., Ministry of Tourism and Environment of Yemen

**Tafeln**

Geeignete Foraminiferen wurden vom Verfasser HESEMANN auf REM-Tellern platziert und die REM-Aufnahmen gemeinsam mit Dr. Rosenfeldt, Mikrobiologische Vereinigung Hamburg ([www.mikrohamburg.de](http://www.mikrohamburg.de)) am REM des Zentrum für Schulbiologie und Umwelterziehung (ZSU), Hamburg gefertigt.

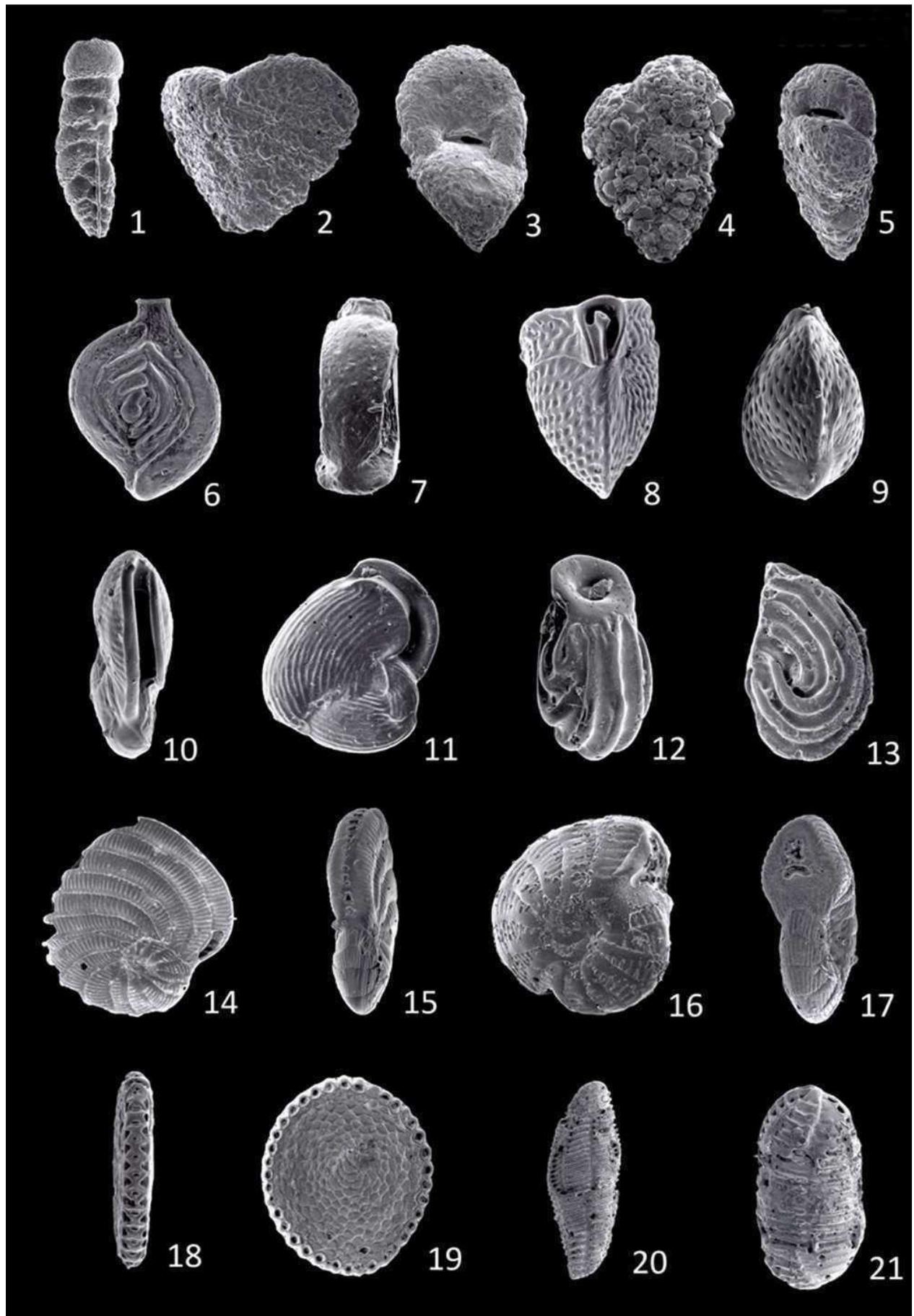
## Tafel 1

### Sandschaler (agglutinierende Foraminiferen)

- Fig. 1: *Martinottiella communis* (d'Orbigny, 1826), Höhe 640µm, Seitenansicht  
 Fig. 2: *Sahulia conica* (d'Orbigny, 1839), Höhe 320µm, Seitenansicht  
 Fig. 3: *Sahulia conica* (d'Orbigny, 1839), Höhe 440µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 4: *Textularia agglutinans* d'Orbigny 1839, Höhe 790µm, Seitenansicht  
 Fig. 5: *Textularia agglutinans* d'Orbigny 1839, Höhe 970µm, Öffnungsansicht

### Porzellanschaler (miliolide Foraminiferen)

- Fig. 6: *Spiroloculina* sp., Höhe 380µm, Ansicht der Breitseite  
 Fig. 7: *Spiroloculina* sp., Höhe 370µm, Ansicht der Längsseite  
 Fig. 8: *Triloculina bertheliana* (Brady, 1884), Höhe 410µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 9: *Triloculina bertheliana* (Brady, 1884), Höhe 460µm, Seitenansicht  
 Fig. 10: *Vertebralina striata* d'Orbigny, 1826, Höhe 345µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 11: *Vertebralina striata* d'Orbigny, 1826, Höhe 330µm, Seitenansicht  
 Fig. 12: *Articulina carinata* Wiesner, 1923, Höhe 340µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 13: *Articulina carinata* Wiesner, 1923, Höhe 320µm, Seitenansicht  
 Fig. 14: *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll, 1798), Höhe 910µm, Seitenansicht,  
 Rand beschädigt  
 Fig. 15: *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll, 1798), Höhe 860µm,  
 Öffnungsansicht  
 Fig. 16: *Peneroplis pertusus* (Forskål, 1775), Höhe 650µm, Seitenansicht  
 Fig. 17: *Peneroplis pertusus* (Forskål, 1775), Höhe 680µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 18: *Sorites orbiculus* (Forskål, 1775), Höhe 560µm, Seitenansicht  
 Fig. 19: *Sorites orbiculus* (Forskål, 1775), Höhe 520µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 20: *Alveolinella quoyi* (d'Orbigny, 1826), Höhe 610µm, Seitenansicht  
 Fig. 21: *Borelis schlumbergeri* (Reichel, 1937), Höhe 520µm, Seitenansicht



## Tafel 2

### Transparentschaler (*Rotaliana*)

#### Nodosariata (einkammerige und einreihige Foraminiferen)

- Fig. 1: *Fissurina lacunata* (Burrows and Holland, 1895), Höhe 290µm, Ansicht breite Seite  
 Fig. 2: *Fissurina lacunata* (Burrows and Holland, 1895), Höhe 310µm, Ansicht schmale Seite  
 Fig. 3: *Palliolatella bradii* (Silvestri, 1902), Höhe 360µm, Seitenansicht  
 Fig. 4: *Amphicoryna scalaris* (Batsch, 1791), Höhe 310µm, Seitenansicht  
 Fig. 5: *Lagena strumosa* Reuss 1858, Höhe 290µm, Seitenansicht

#### Bolivinitida und Buliminida (zweireihige Foraminiferen)

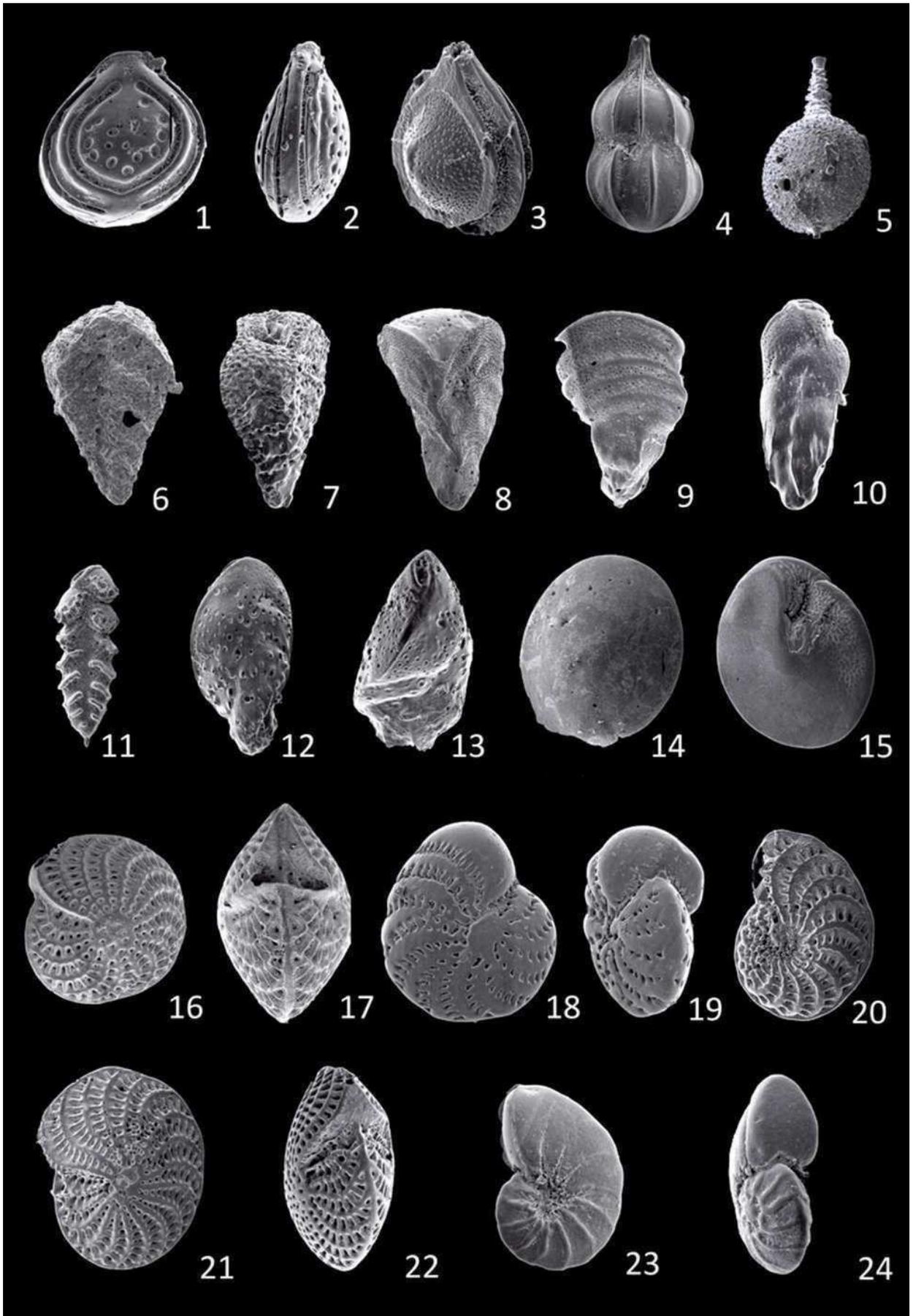
- Fig. 6: *Abditodentrix rhomboidalis* (Millett, 1899), Höhe 260µm, Ansicht breite Breitseite  
 Fig. 7: *Abditodentrix rhomboidalis* (Millett, 1899), Höhe 240µm, Ansicht schmale Seite mit  
 Öffnung  
 Fig. 8: *Chrysalidinella dimorpha* (Brady, 1881), Höhe 710µm, Seitenansicht  
 Fig. 9: *Chrysalidinella dimorpha* (Brady, 1881), Höhe 510µm, Seitenansicht  
 Fig. 10: *Loxostomina limbata* (Cushman, 1922), Höhe 430µm, Seitenansicht  
 Fig. 11: *Pseudobrizalina lobata* (Brady, 1881), Höhe 325µm, Seitenansicht  
 Fig. 12: *Sigmavirgulina tortuosa* (Brady, 1881), Höhe 330µm, Seitenansicht  
 Fig. 13: *Sigmavirgulina tortuosa* (Brady, 1881), Höhe 290µm, Öffnungsansicht

#### *Rotaliana* mit trochospiral aufgebauten Gehäusen (weiter Tafel 3)

- Fig. 14: *Amphistegina lessonii* d'Orbigny, 1826, Höhe 910µm, Spiralseite  
 Fig. 15: *Amphistegina lessonii* d'Orbigny, 1826, Höhe 1240µm, Nabelseite

#### *Rotaliana* mit planspiral aufgebauten Gehäusen

- Fig. 16: *Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758), Höhe 580µm, Seitenansicht  
 Fig. 17: *Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758), Höhe 605µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 18: *Elphidium gerthi* van Voorthuysen, 1957, Höhe 600µm, Seitenansicht  
 Fig. 19: *Elphidium gerthi* van Voorthuysen, 1957, Höhe 610µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 20: *Elphidium jenseni* (Cushman, 1924), Höhe 570µm, Seitenansicht  
 Fig. 21: *Elphidium macellum* (Fichtel and Moll, 1798), Höhe 610µm, Seitenansicht  
 Fig. 22: *Elphidium macellum* (Fichtel and Moll, 1798), Höhe 560µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 23: *Nonion fabum* (Fichtel and Moll, 1798), Höhe 440µm, Seitenansicht  
 Fig. 24: *Nonion fabum* (Fichtel and Moll, 1798), Höhe 410µm, Öffnungsansicht



### Tafel 3

#### Transparentschaler (Rotaliana) und Planktische Foraminiferen

##### Rotaliana mit trochospiral aufgebauten Gehäusen

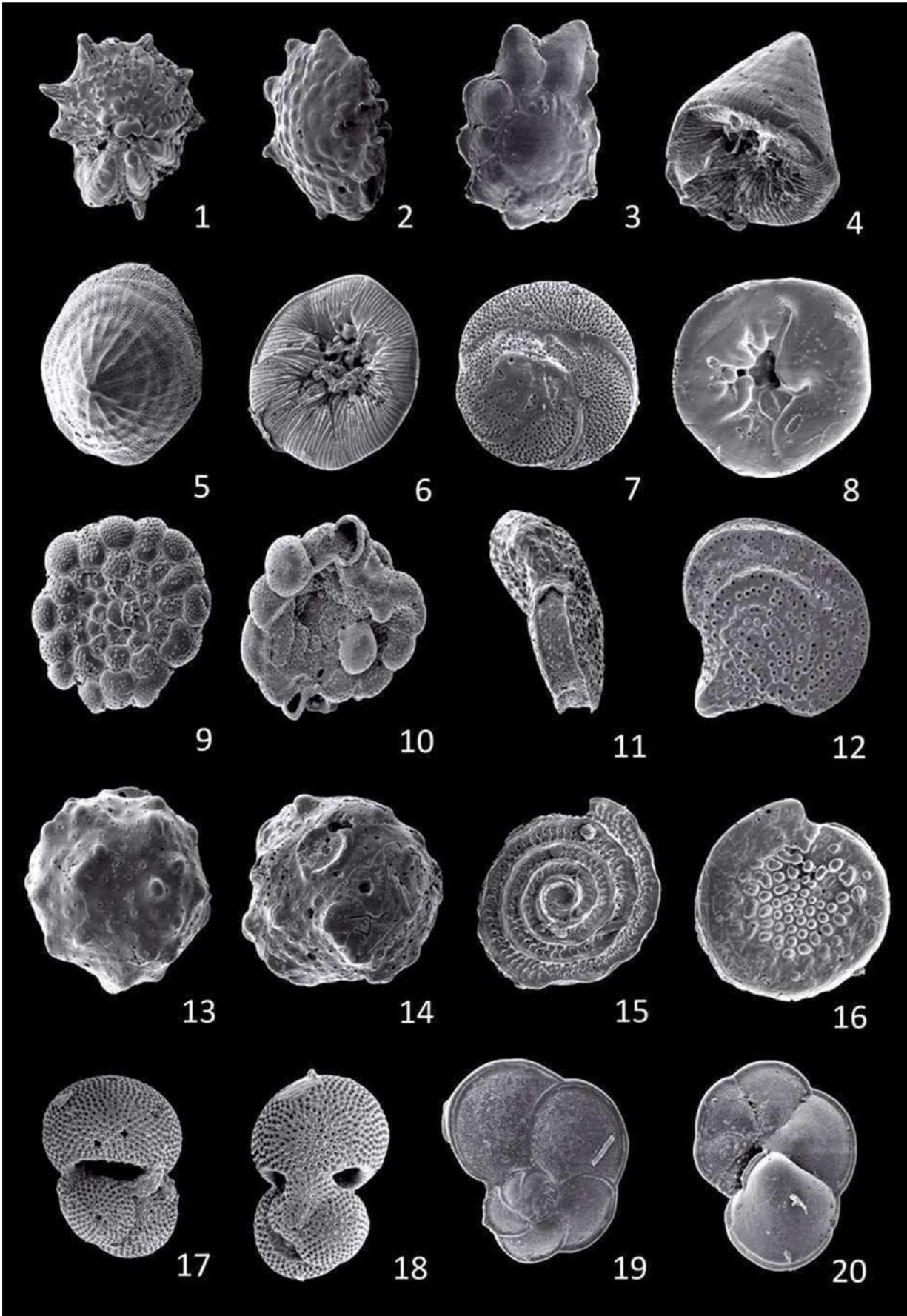
- Fig. 1: *Neorotalia calcar* (d'Orbigny, 1839), Höhe 530µm, Nabelansicht  
 Fig. 2: *Neorotalia calcar* (d'Orbigny, 1839), Höhe 470µm, Ansicht Schmalseite  
 Fig. 3: *Neorotalia calcar* (d'Orbigny, 1839), Höhe 680µm, Spiralansicht  
 Fig. 4: *Discorbinooides minogasiformis* Ujiié, 1992, Höhe 320µm, Seitenansicht  
 Fig. 5: *Discorbinooides minogasiformis* Ujiié, 1992, Höhe 290µm, Spiralansicht  
 Fig. 6: *Discorbinooides minogasiformis* Ujiié, 1992, Höhe 280µm, Nabealansicht  
 Fig. 7: *Rosalina bradyi* (Cushman, 1915), Höhe 260µm, Spiralansicht  
 Fig. 8: *Rosalina bradyi* (Cushman, 1915), Höhe 270µm, Nabelansicht

##### Foraminiferen mit besonderem Gehäuseaufbau

- Fig. 9: *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, 1826, Höhe 870µm, Ansicht Breitseite  
 Fig. 10: *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, 1826, Höhe 760µm, Schrägansicht  
 Fig. 11: *Pavonina flabelliformis* d'Orbigny, 1826, Höhe 450µm, Ansicht Breitseite  
 Fig. 12: *Pavonina flabelliformis* d'Orbigny, 1826, Höhe 420µm, Ansicht schmale Seite  
 Fig. 13: *Siphoninooides echinatus* (Brady, 1879), Höhe 320µm  
 Fig. 14: *Siphoninooides echinatus* (Brady, 1879), Höhe 245µm  
 Fig. 15: *Sejunctella* sp., Höhe 460µm, Oberseite  
 Fig. 16: *Sejunctella* sp., Höhe 510µm, Unterseite

##### Planktische Foraminiferen

- Fig. 17: *Globigerinoides sacculifer* (Brady, 1884), Höhe 580µm, Öffnungsansicht  
 Fig. 18: *Globigerinoides sacculifer* (Brady, 1884), Höhe 550µm, Spiralansicht  
 Fig. 19: *Globorotalia menardii* (d'Orbigny, 1826), Höhe 580µm, Spiralansicht  
 Fig. 20: *Globorotalia menardii* (d'Orbigny, 1826), Höhe 530µm, Nabelansicht



**Tafel 4****Die Fundstellen**

Fig. 1: Ebene Nogutt mit der „Oase“ Aumag, im Hintergrund das Gebirge, Südküste

Fig. 2: Fundstelle Ras Momi bei Arher, Ostküste

Fig. 3: Blick auf das Meer an der Nordküste, von Hadibou aus

Tafel 4



Documenta naturae	192.1	S. 75-103	München	2013
-------------------	-------	-----------	---------	------

## Kap Malea und die Höhle der Nymphe –

### ein Paradies am Ende der Welt

(Geologie, Fossiler Wald, Foraminiferensand, Archäologie)

H.-J. GREGOR & M. HESEMANN

**Zusammenfassung:** Vom SE des Peloponnes nahe Neapolis am Kap Malea und Kap Zovolla wird eine romantische Landschaft mit diversen wissenschaftlichen Gegebenheiten beschrieben:

- eine archäologische Nymphenhöhle, die Spelαιο Nymphaio, mit Quelle und Fossil-Fauna
- ebendort ein weisser Sand aus rezenten Foraminiferen
- eine Diolkos-Fahrrinne für Boote, wohl aus archäologischer Zeit
- ein sog. fossiler Wald (Palmen!), der aber eher aus Röhren von „cold or hot seeps“ besteht und vermutlich auf vulkanische Ursachen zurückzuführen ist.

**Schlüsselworte:** Kap Malea, Peloponnes, Neogen, Geologie, „Fossiler Wald“, Foraminiferen, Archäologie, vulkanische Gasröhren

**Abstract:** From the SE of peninsula Peloponnesos (Greece) near Neapolis at Cape Malea and Cape Zovolla a romantic landscape is described and presented, which is also characterized by various scientific curiosities:

- An archeologically significant cave, the Spelaios Nymphaio, associated with a fountain and a fossil fauna
- A whitish beach sand consisting largely of Recent foraminifers
- A so-called “Diolkos” traverse for boats, probably of archaeological origin
- A supposed “petrified forest”, which however is made of pipes originating from either cold or hot seeps and is therefore probably of volcanic origin

**Key words:** Cape Malea, Peloponnesos, Neogene, geology, “fossil forest”, foraminifera, archaeology, volcanic gas pipes

#### Adressen der Autoren:

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, 82140 Olching, Germany. Email: h.-j.gregor@t-online.de

Michael Hesemann, Waterloostr.24, 22769 Hamburg, Germany. Email: mhese@gmx.de

## 1 Einleitung

### 1.1 Allgemeines

Kap Malea ist ein sagenumwobenes, sturmtostes, aber paradiesisch anmutendes Kleinod in Lakonien, (KARPODINI-DIMITRIADI 1981: 113-126) am Ende des östlichen Fingers des Peloponnes (Griechenland). Kommt man zur rechten Zeit, ist es ein idyllisches Plätzchen mit verschiedenen Besonderheiten, die hier kurz gestreift werden sollen. Odysseus hat hier Schiffbruch erlitten, ebenso die deutsche Wehrmacht mit einer militärischen Anlage (Taf.1, Fig. 2, Taf. 2, Fig. 1) im Karst (Taf. 8, Fig. 3, 4).

Die Höhle der Nymphe (Taf. 4, Fig. 1, 2, Taf. 5) steht seit Jahrtausenden nahe des „fossilen Waldes“ mit seinen Röhren (Taf. 1, Taf. 2, Fig. 2-5) – für Geologen und Archäologen ein verwünschter Ort aus verschiedenen Gründen.

Das unglaubliche blaue Wasser (Taf. 4, Fig.1, 2), farblich wohl verstärkt durch kalkreichen Zufluß, ist durch seichte Seegraswiesen aufgelockert, durch Seeigelrasen und durch einen weißen Sand, dessen „Körner“ fast ausschließlich Foraminiferen sind (Taf. 6, Fig. 3, 4, Taf. 7). Die Quelle im Fels ist versiegt, für einen Geologen aber gut sichtbar durch feine Versinterungen und Travertinbildungen auf den Schichtflächen und im Hangenden (Taf. 5, Fig. 1). Heute ist ein Pumpschwengel am Steigrohr vorhanden (Taf. 5, Fig. 2) und man muss langsam das heiße Oberflächenwasser wegpumpen, um an das kühle zu kommen – damit ist die Übernachtung im Freien kein Problem mehr.

Das eigentliche Kap Malea (Taf. 2, Fig. 1) ist nur über einen üblen Feldweg im Osten des Gebietes zu erreichen, die besprochene Zone liegt zwischen Kap Makria Pounda, Profitis Ilias und Kap Zovolla (vgl. Abb. 1, 2 und 3). Der mesozoische Gebirgszug „Krithina“ (Taf. 8, Fig. 2, 3) läuft NW-SE und bildet am Kap den Abschluß der Insel.

Dieser Beitrag soll, wie weitere des Autors (GREGOR 2008a, b, GREGOR & SCHOCH 2009, SCHOCH & GREGOR 2009) einen Eindruck von interessanten Fahrten, Bodenfunden und Interpretationen geben, wie es früher zu Humboldts Zeiten üblich war. Natürlich stolpert man im Mediterran ununterbrochen über vorgeschichtliche Befunde, die so zur Kenntnis gebracht werden, ohne sie zu zerstören.

Die Daten wurden auf mehrfachen Exkursionen gesammelt, wobei ich den Herren Uli LIEVEN (Bedburg) und Günter HORNING (Bergheim) für kollegiale Zusammenarbeit danke.

Die besprochenen Objekte sind auf drei großen Exkursionen untersucht worden, die in den Feldbüchern von Autor GREGOR unter den Nummern E 875-45 (2002), E 1008-10 (2008) und E 1028-60, 61 (2009) zu finden sind. Alle Fotos beziehen sich auf diese Notizen.

## 1.2 Der Peloponnes

STRABO (VIII. Buch, 2. Kap., in FORBIGER, 2005, S. 335, 485) vergleicht den Peloponnes mit einem Ahornblatt, und gibt die Entfernungen vom Vorgebirge Malea durch Arkadien bis Aegium mit 1400 Stadien an. Er erwähnt ältere Autoren wie POLYBIUS und ERATOSTHENES, und benennt die Völker, die diese Regionen bewohnen (ibid. S. 108). Wir haben im hellenischen Altertum etwa um 1000 v.Chr. im Norden Achaia mit den Achäern (Nord-Dorer), in der Mitte Arkadia mit den Arkadiern und im Süden Lakonia mit den eigentlichen Dorern. Im SW finden wir Messenia, im SE Argolis, beide zu Lakonia mit Sparta gehörig (BARRACLOUGH 1997: 18, LEISERING 2004: 10/11).

Malea war also bereits damals ein Begriff, was auch PLINIUS (I. Bd., IV. Buch, S.296, in MÖLLER & VOGEL 2007, S. 258) bestätigt, nur spricht er beim Peloponnes von einem Platanenblatt! Die Insel Zakynthos ist dem östlichen Finger vorgelagert. Er spricht von der Stadt Porphyris (früher Cythera), 5000 Schritte ebenfalls vom Vorgebirge Malea (ibid. S.300, in MÖLLER & VOGEL 2007, S. 261) mit „engen Stellen, für die Schiffe gefährlich“ (ibid. S. 318, bei PLINIUS I. Band, IV. Buch, in MÖLLER & VOGEL 2007, S. 275).

„Akrotirio Maleas“, das Kap Malea, ist einer der südlichsten Punkte in Griechenland – gegenüber der Insel Kythera. In der Antike war Kap Malea durch eine vielbefahrene Schifffahrtsroute gekennzeichnet, trotz seiner wechselhaften Wetterlagen. Der noch existierende Leuchtturm war schon im Altertum Seezeichen und verlor seine Bedeutung erst durch den Kanal von Korinth bzw. den dortigen Diolkos (Schiffskarrenweg zwischen Korinthischem und Saronischem Golf). Schon bei THUKYDIDES (460–395 v. Chr.) finden wir die Erwähnung des Schiffsweges und so dürfte er schon aus dem 7. oder 6. Jh v.Chr. stammen. Wie wichtig Kap Malea früher war, zeigt die Ionische Kolonisation von Chalkis-Eritrea aus, die nach S und SW über Kap Malea lief, z.T. die Achäische Kolonisation Richtung Kypros (Zypern) bis zu den Perserkriegen um 500 v.Chr. Im Gegensatz dazu lief die Dorische Kolonisation über den Korinthischen Golf, die Spartanische über die Westküste (LEISERING 2004: 7).

## 1.3 Odysseus Fahrten

Im neunten Gesang von HOMERs Odyssee heißt es (VOSS 1960: 61-81):

*„Aber nun sandte den Schiffen der Herrscher im Donnergewölk Zeus  
Heulenden Nordsturm.....  
Schnell mit geneigten Masten entflohen wir....  
Zwei grauenvolle Nächte....lagen wir mutlos dort..  
Und nun wär‘ ich gewiß doch heil nach Hause gekommen,  
Aber als wir schon um Maleia lenkten, da warf uns  
Plötzlich die Flut und der Strom und der Nordwind fern von Kythere.“*

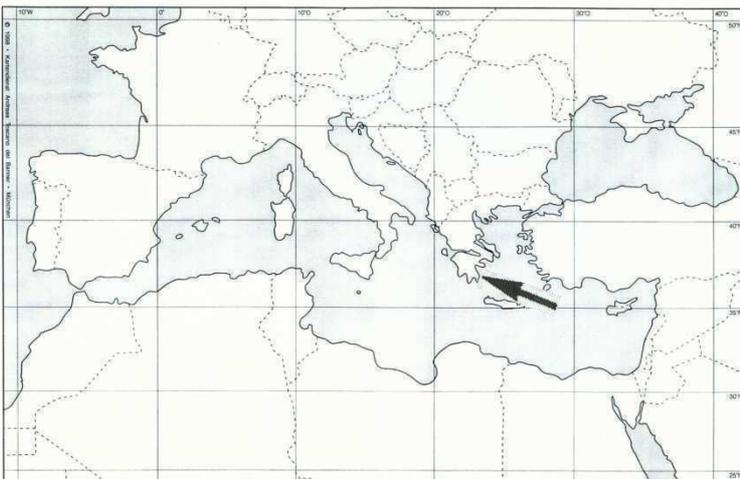
Als Erklärung für schnelle Wetterwechsel kann der sog. Meltemi (auch Etesien-Jahreszeitenwind) gelten, geboren durch eine kalte Front aus dem Norden über aufgeheizte Luftmassen des südlichen Mittelmeeres. Erst wolkenloser tiefblauer Himmel, mit glasklarer Luft – dann Orkan mit niedrigen Wolken und Regenschauern, eiskalt. Und dazwischen die Seefahrer in der Ägäis – bei bis zu 8 Bft. (Windgeschwindigkeiten auf der Beaufort-Skala)!

## 2 Naturwissenschaftliche Bereiche

### 2.1 Geologie und Umgebung

Der östliche Finger des Peloponnes besteht aus neogenen Sedimenten, Kalken, Areniten und kieseligen Kalksandsteinen. Inmitten drin liegt ein Berg aus massivem Kalk (Taf. 2, Fig. 1), wohl mesozoischen Alters – der Krithina. Schon auf dem Weg von Neapolis an die Küste bemerkt man metamorphe Sedimente alter Serien, überlagert vom Neogen. Überall in der Gegend findet man tonnen- und säulenförmige Gebilde unklarer Herkunft. Erst durch in situ-Funde kam Autor GREGOR auf die Idee, dass es sich um Kalkbildungen aufgrund vulkanischer submariner Aktivitäten handeln müsse – ein interessantes Phänomen, das hier noch nichtstudiert wurde.

Nahe Neapolis, Richtung Süd (ca. 5 km), kommt ein einsamer Strand mit massenhafter Anreicherung von Balanidenkompositionen im Spülsaum der Vorzeit, gemischt mit Ostreen und Seeigeln (Echinolampas-Typ). Des Weiteren wurden gefunden Pectiniden, Bryozoen, sowie „gas pipe-ähnliche“ Ausgasungen im Sediment.



**Abb. 1:** Die mediterrane Region mit Angabe des SE-Fingers des Peloponnes

### 2.2 Fossiler Wald

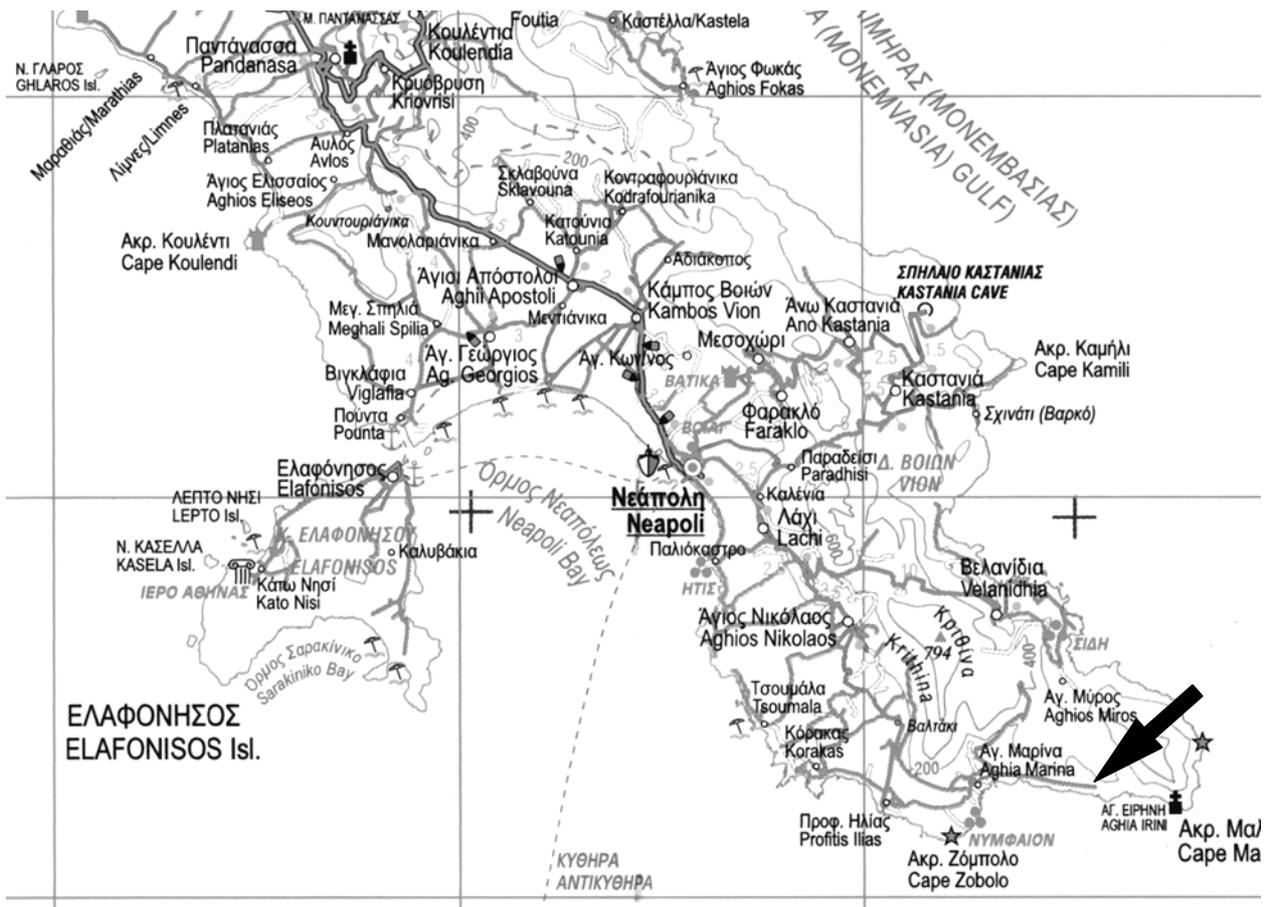
Nördlich der Höhle, direkt auf der Brandungsplattform, ist ein kalkig felsiger Strand aufgeschlossen, der geologisch einiges Kopfzerbrechen bereitet (Taf. 1, Fig. 1-6). Der dort ausgewiesene „Fossile Wald“ – es soll sich um Palmen handeln, ist sicher ein untermeerisch-

vulkanisches Problem, das noch nicht geklärt ist. Die Röhren haben meist rote Ränder (Hitzeinwirkung) mit Algenkompositionen (Taf. 1, Fig. 4, Taf. 2, Fig. 4), Grabbauten im Inneren (Taf. 1, Fig. 3) - und sind von Seeiegeln und marinen Mollusken (Taf. 2, Fig. 5) im grauen Sediment umgeben (Taf. 5, Fig. 3, 4). Hier fehlt noch eingehende Feldforschung. Man



**Abb. 2:** Geographische Karte von Griechenland mit Angabe des Untersuchungsgebietes am Akropolis Zompolo am Kap Malea (Lakonien, Pfeil)

muss auch an „cold seeps“ oder „hot springs“ denken – auf jeden Fall ein sehenswertes Naturphänomen (Taf. 1, Fig. 5). Auch die begleitenden Schichtpakete und einzelnen Schollen sind unglaublich variabel und geben der Landschaft einen skurrilen Reiz (Taf. 6, Fig. 6 und Taf. 2, Fig. 2).



**Abb. 3:** Topografische Karte von Kap Malea mit dem Untersuchungsgebiet (Pfeil) SE Neapoli am Ormos Aghia Marinas

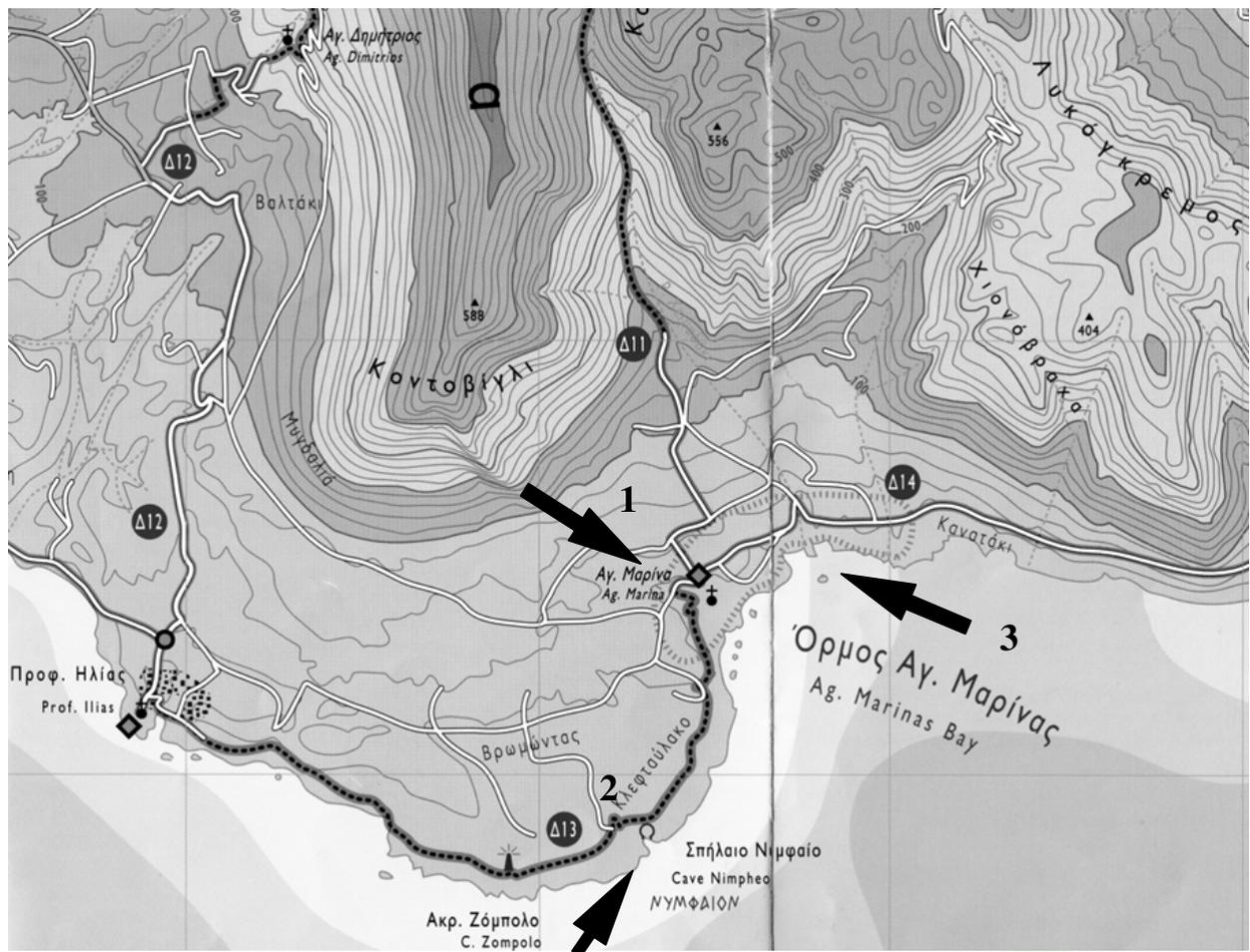
Die Wurmgrabgänge wurden übrigens unkorrekterweise als Luftwurzeln der Palmen bezeichnet – eine dilettantische Bearbeitung eines bulgarischen Kollegen (Prof. DRAGASTAN). Info-Tafeln erläutern die ganze Angelegenheit (Taf. 1, Fig. 3).

Geologisch-stratigraphisch ist i.M. keine Einordnung möglich, aber es dürfte sich um eine pliozäne Plattform handeln (Taf. 1, Fig. 1), wobei aber Miozän keineswegs auszuschließen ist. Die geologische Karte von Griechenland zeigt im Gebiet Kap Malea nur pliozäne Sedimente (vgl. Taf. 9, Fig. 1).

## 2.3 Foraminiferensand

Die Begrenzung der Bucht wird durch ein strahlend weisses Sediment bewirkt (Taf. 6, Fig. 1), manchmal mit Seegrass zugeeckt. Es sind kaum Sandkörnchen vorhanden, sondern nur größere Foraminiferen, die man schon mit bloßem Auge sehen kann (Taf. 6, Fig. 3, 4).

Eine Auflistung der Taxa ergibt typische mediterrane Formen, die auch aus anderen Teilen Griechenlands bekannt sind, so von Rhodos, Kroatien und Kreta (vgl. dazu auch (<http://www.foraminifera.eu/nymphaio.html>)).



**Abb. 4:** SW-Teil von Kap Malea mit Kapelle Ag. Marina (1), Cave Nympho (Spelαιο Nymphaio bzw. Kameni Spilia, 2) und der „Orgel“-Fundstelle („fossiler Wald“ 3) am Cap Zompolo westlich Cap Malea

Tafel 7 zeigt die Schönheit der kleinen Schalenkörper dieser Protisten.

Altersmäßig sind die Foraminiferen rezent, wobei die im pliozänen Sediment liegenden Fauna noch nicht näher bearbeitet ist.

**Tab. 1: Die im Sand der Spelaio Nymphaio vorkommenden Taxa der Foraminiferen.****Porzellanschaler (miliolide Foraminiferen)***Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll, 1798)*Peneroplis pertusus* (Forskål, 1775)**Transparentschaler***Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758)*Lobatula lobatula* (Walker & Jacob, 1798)*Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, 1826**Planktische Foraminiferen***Globigerinoides* sp.

Im Material waren an Gattungen weiterhin zu finden: *Amphistegina*, *Quinqueloculina* und *Sorites*. Zu erwarten wären allerdings noch weitere Formen, wie beispielsweise die unter folgender Adresse: <http://www.foraminifera.eu/querydb.php?country=Greece&aktion=suche>

Man kann die Fauna als Seegraswiesenfauna charakterisieren (speziell mit *Lobatula*), das Material selbst als am Strand angespült, damit selektiert und schon etwas abgerieben, aber immer noch eine Seegraswiese anzeigend.

Die Verfasser haben schon mehrfach zusammen Foraminiferenfaunen aus unterschiedlichen Biotopen publiziert (vgl. GREGOR & HESEMANN 2013 und HESEMANN & GREGOR 2013).

**2.4 Archäologie**

Schon auf dem Weg zur Küste und zur Höhle, von Aghios Nikolaos aus gesehen, begegnet man einem antiken Steinbruch mit Bearbeitungsnischen, z.T. liegen noch Säulen in der Umgebung herum (Taf. 8, Fig. 1) die allerdings keine sind! (vgl. Kap. 2.2). Archäologisch ist die Bucht der Nymphaio Spelaio, der Höhle der Nymphe, seit dem Altertum bekannt (heute Kameni Spilia genannt). Ein antikes Nymphaion wird von Profitis Ilias (Pausanias III.23.2) genannt – sicher unsere Bucht mit Höhle und Quelle:

„[3.23.2] On the voyage from Boeae towards the point of Malea is a harbor called Nymphaeum, with a statue of Poseidon standing, and a cave close to the sea; in it is a spring of sweet water. There is a large population in the district. After doubling the point of Malea and proceeding a hundred stades, you reach a place on the coast within the frontier of the Boeatae, which is sacred to Apollo and called Epidelium.”

Da eine Süßwasserquelle vorhanden war und ist (Taf. 5, Fig. 1, 2), lässt sich leicht vorstellen, dass sie seit alter Zeit genutzt wurde. Die Fischer hatten Trinkwasser, die Gläubigen „Weihwasser“ und die Höhle passte zum „Ambiente“, – man sucht auch heute unwillkürlich eine Nymphe im dunklen Hintergrund der Höhle. Gleich nebenan steht die kleine Kapelle Aghia Marina (vgl. zu allem BERNDT 1991: 203).

Die Quelle war wohl links am Fels gewesen, wenn man den kleinen betonierten Weg zum Strand hinuntergeht, etwa in Hüfthöhe aus dem Schichtenverband kommend und ein kleines Abri bildend (Taf. 5, Fig. 1, 3). Irgendwelche archäologischen Güter wie Scherben oder Knochen sind nirgends sichtbar, nur beim Tauchen in der Bucht findet man undefinierbare Scherben am Boden (Taf. 6, Fig. 1).

Dass archäologisch irgendeine Nutzung des Gebietes stattfand, zeigen Fahrspuren, die nach Meinung des Autors GREGOR alt sind. Sie überkreuzen sich z.T. und dürften Reste eines Diolkos sein (Taf. 3, Fig. 1-4), einer Fahrstrasse für kleinere Schiffe bzw. Boote, wie sie z.B. aus dem Gebiet von Korinth bekannt sind. Auch die Strecke zwischen Kenchrai südlich Isthmia und Lechaion bei Korinth, z.B. bei Schoinus (heute Kalamaki) zeigt solche deutlichen Fahrspuren,

„Diolkos“ genannt (beide Stellen konnten besucht und archäologisch studiert werden). Heute sind viele Spuren durch Verlandungsvorgänge und Dünenbildung verschwunden, speziell im Gebiet der Brücke bei Korinth.

Kap Malea bzw. die Ortschaft Profitis Ilias soll im Altertum einen großen Leuchtturm besessen haben (Felsen mit Poseidon-Statue?), von dem heute jede Spur fehlt. Das würde gut zu einer Vorstellung von einem kleinen Hafen mit einem Heiligtum zusammenpassen.

### **3 Ausblick**

Die hier beschriebene Landschaft gehört zum reizvollsten, was Autor GREGOR in Griechenland kennt: Geologie und weitere naturwissenschaftlichen Aspekte, Archäologie und Historie, moderne Fischerdörfchen (ohne Cafe!) und ältere Kapellen geben der Landzunge am südöstlichen Ende des Peloponnes ihren Reiz. Der „Palmenstrand“ dürfte in Zukunft noch für Überraschungen sorgen und könnte zu den vielen Naturwundern Griechenlands zählen, wenn die falschen Bestimmungen erst einmal eliminiert worden sind. Die Autoren hoffen, dass diese Bucht noch lange „unentdeckt“ bleiben möge und nur von naturbewussten Besuchern angefahren wird – wenn das Auto mitmacht.

Die Wanderwege der Gegend werden sehr schön dargestellt und beschrieben im DuMont-Führer von C.A. BERNDT 1991 (S. 201-212).

Kap Malea – wenn man nicht auf die Schifffahrt angewiesen ist, kann sehr reizvoll sein – besuchen Sie es!

## Literatur

- BARRACLOUGH, G. (Hrsg.)(1997): Atlas der Eltgeschichte.- 184 S., viele farb. Ktn., Bechtermünz Verl. Im Weltbild Verl., Augsburg
- BERNDT, C.A. (1991): Peloponnes – Richtig Wandern.- 245 S., viele s/w-Abb., 16 farb. Taf., DuMont Buchverl., Köln
- FORBIGER, A. (Hrsg.) (2005): Strabo – Geographica.-1341 S., Marix Verl., Wiesbaden
- GREGOR, H.-J. (2008): Notizen zum „Trojanischen Pferd“ aus der Sicht eines Naturwissenschaftlers – zu Ehren HOMERs und des „hippos“.- Documenta historiae, 7: 1-26, 6 Taf., App., München
- GREGOR, H.-J. (2008): Römische Funde aus holozänen Brackwasser-Ablagerungen von Olbia in NE-Sardinien (Keramik, Holz, Knochen, Mollusken).- Documenta historiae, 6: 1-15, 2 Abb., 4 Taf., München
- GREGOR, H.-J. & HESEMANN, M. (2013): Foraminiferen aus dem Quartär von Spitzbergen in der Sammlung des Naturhistorischen Museums an der Akademie zu Dillingen - gesammelt von Prof. Paul Zenetti auf der Expedition des 11. Internationalen Geologischen Kongresses 1010.- Documenta naturae, SB 64: 1-11, 2 Abb., 1 Tab., 2 Taf., München
- GREGOR, H.-J. & SCHOCH, M. (2009): Notizen zu den archäologischen Fundstätten Paläantissa und Saratsina nahe Sigri auf der Insel Lesbos (Griechenland/Ägäis).- Documenta historiae,9: 1-17, 5 Abb., 4 Taf., München
- HABICHT, CH. (1985): Pausanias und seine „Beschreibung Griechenlands.- Beck Verl., München
- HESEMANN, M. & GREGOR, H.-J. (2013): Rezente Foraminiferen (Protozoa) aus dem Küstenbereich der Insel Sokotra im Golf von Aden (Yemen) – ein Überblick.- Documenta naturae, 192: 1-15, 2 Abb., 2 Tab., 4 Taf., München
- HOTTINGER, L., HALICZ, E. & REISS, Z. (1993). Recent Foraminiferida from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Slovenske Akademija, 185 S., 2800 Abb. auf 230 Tafeln, Ljubljana.
- KAPODINI-DIMITRIADI, E. (1981): Der Peloponnes.- 208 S., 173 Abb., 1 Kt., Ekdotike Athenon S.A., Athen
- LEISERING, W. (Hrsg.)(2004): Historischer Eltatlas.- 223 S., viele farb. Ktn., Marix Verl., Wiesbaden
- LOEBLICH, A. R. & TAPPAN, H. (1987). Foraminiferal genera and their classification.- 2047 pp., 847 pls., Van Nostrand Reinhold, New York
- LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. (1994). Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea, Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication 31, 661 pp.,392 pls., Washington.

- MÖLLER, L. & VOGEL, M. (Hrsg.)(2007): Die Naturgeschichte des Caius Plinius Secundus.- I, Band 1-3, Buch 1-19: 767 S., II, Band 4-6, Buch 20-37, Marix Verl., Wiesbaden
- MEYER, E. (1972): PAUSANIAS: Beschreibung Griechenlands. III - Lakonien .- Ausgabe in zwei Bänden, übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Ernst Meyer, Reihe Meisterwerke der Antike, Ex Libris, Zürich
- PAUSANIAS: Description of Greece, Volume II, Books 3-5 (Laconia, Messenia, Elis 1).-W. H. S. JONES & H. A. ORMEROD (Translators) (1926), Loeb Classical Library No. 188
- SCHOCH, M. & GREGOR, H.-J. (2009): Bemerkungen zur Geologie und Archäologie, Archäozoologie und Archäobotanik der Sedimente am Acheloos (Akarnanien) und bei Nikopolis (Epiros).- Documenta historiae, 8: 1-21, 5 Abb., 5 Taf., München
- VOSS, J.H. (1960): HOMERs Odyssee (o.J.): 347 S., E.Schwartz (griech. Text - Orig.Übersetz von J.H. Voss, bearb. von E.R.Weiß, rev. von M. Bertheau 1960), Graph. Großbetr. Pustet, Regensburg

## **Tafeln**

**Alle Gelände-Aufnahmen von Autor GREGOR**

**Foraminiferen-Katalog und -Tafel von Autor HESEMANN**

**Tafel 1**

Die Bucht der „Versteinerten Baumstämme“ am Kap Malea (Peloponnes) mit neogenen Sedimenten und röhrenartigen „Schloten“ (Fotos von E 1008/45 und E 1028/60)

**Fig. 1:** Blick auf eine Landzunge, mit einer Reihe Röhren

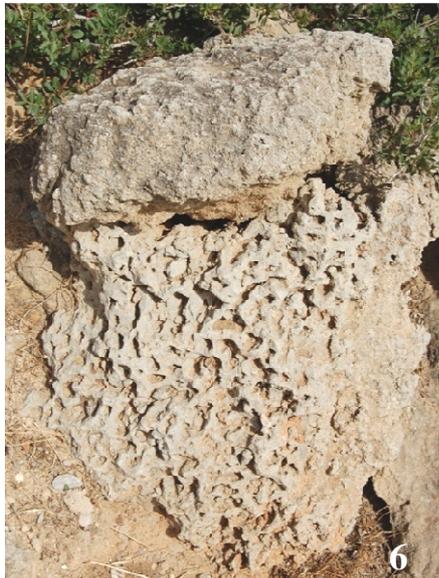
**Fig. 2:** Röhrenkomposition

**Fig. 3:** Grabbauten im Bereich der Röhrenwand

**Fig. 4:** Neogene Kalkwand mit einzelnen Röhren

**Fig. 5:** Salzverwitterung im Sediment

**Tafel 1**



## **Tafel 2**

Die Bucht der „Versteinerten Baumstämme“ am Kap Malea (Peloponnes)  
(Fotos von E 1008/45 und E 1028/60)

**Fig. 1:** Blick auf das Kap

**Fig. 2:** Rest einer Röhre mit Durchbruch zum Meeresspiegel

**Fig. 3:** Grabbauten im Sediment

**Fig. 4:** Zwei einzelne Röhren

**Fig. 5:** Seeigel (Spatangide) im Sediment



**Tafel 3**

Diolkos: Antike Spuren eines Fahrzeugs, vermutlich einer Karre für Boote  
(Fotos von E 1028/60)

**Fig. 1:** Zwei Rinnen parallel

**Fig. 2:** Kreuzungsrillen

**Fig. 3:** Rillenhäufung

**Fig. 4:** Einzelrillen

**Tafel 3**



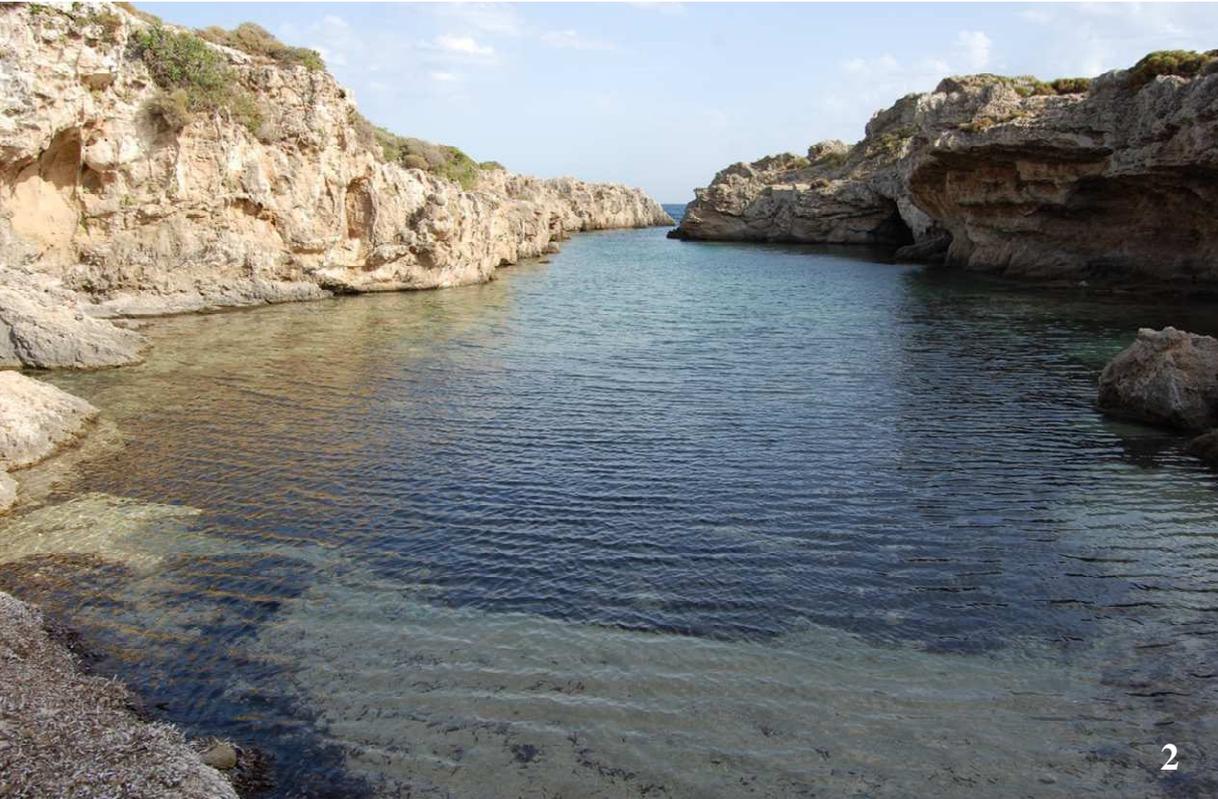
**Tafel 4:**

Die Bucht der Spelaio Nymphaio, der Höhle der Nymphe am Kap Malea (Peloponnes) mit neogenen Sedimenten und kristallklarem Wasser (Fotos von E 1008/10)

**Fig. 1:** Blick vom Meer landeinwärts mit weißem Foraminiferenstrand und Höhle (Pfeil)

**Fig. 2:** Blick meerwärts, im Vordergrund der weiße Foraminiferensand

**Tafel 4**



**Tafel 5**

Die Bucht der Spelaio Nymphaio, der Höhle der Nymphe am Kap Malea (Peloponnes) mit neogenen Sedimenten (Fotos von E 1008/10 und E 1028/61)

**Fig. 1:** Ehemaliger Durchtritt des Quellwassers im Hintergrund eines Abri in der Bucht; man beachte Travertinbildung

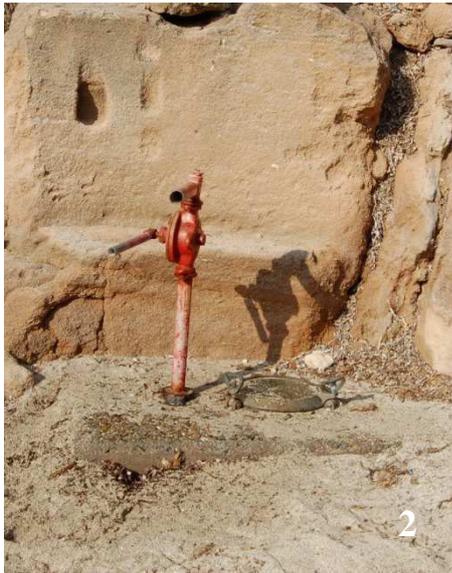
**Fig. 2:** Heutige Pumpe für Grundwasser (kein Meerwasser)

**Fig. 3:** Neogenes silifiziertes Lumachelle-Sediment mit Pectiniden und Mollusken

**Fig. 4:** Einzelne Pectinide im Kalk

**Fig. 5:** Neogene Felsen am Ende der Bucht mit silifizierten Klüften

**Tafel 5**



## **Tafel 6**

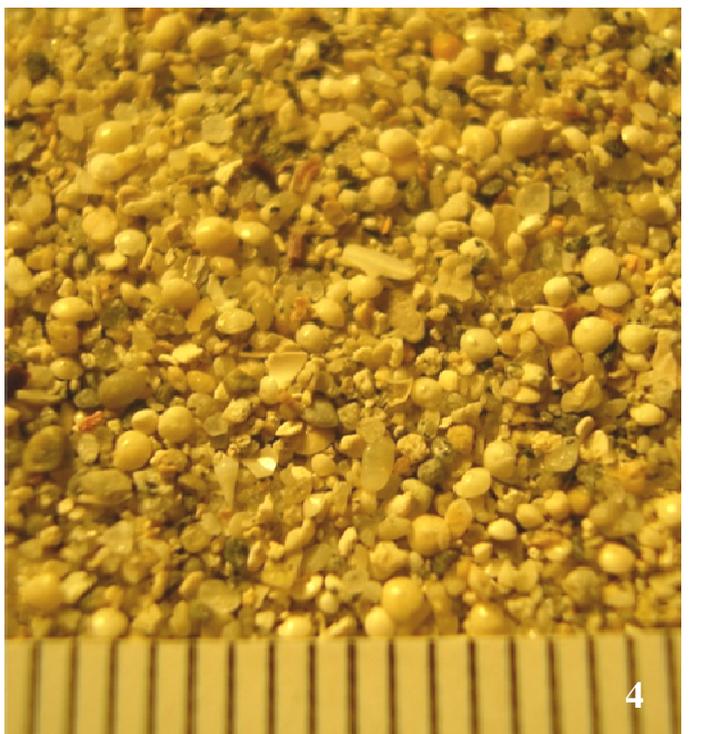
In die Bucht der Spelαιο Nymphaio, der Höhle der Nymphe am Kap Malea (Peloponnes)  
(Fotos von E 1008/10 und E 1028/61)

**Fig. 1:** Tauchgang mit Henkelscherbenfund aus alter Zeit

**Fig. 2:** Foraminiferensand unter Wasser mit Seegras und Algen

**Fig. 3:** Schill-Sand mit reicher Foraminiferenführung original

**Fig. 4:** Foraminiferensand vergrößert mit deutlichen rundlichen Körpern (Foraminiferen)  
dominant



## Tafel 7

Foraminiferen aus der Bucht von Nymphaio Spelaio auf der Peloponnes bei Kap Malea nahe Neapolis (Griechenland)

### Porzellanschaler (miliolide Foraminiferen)

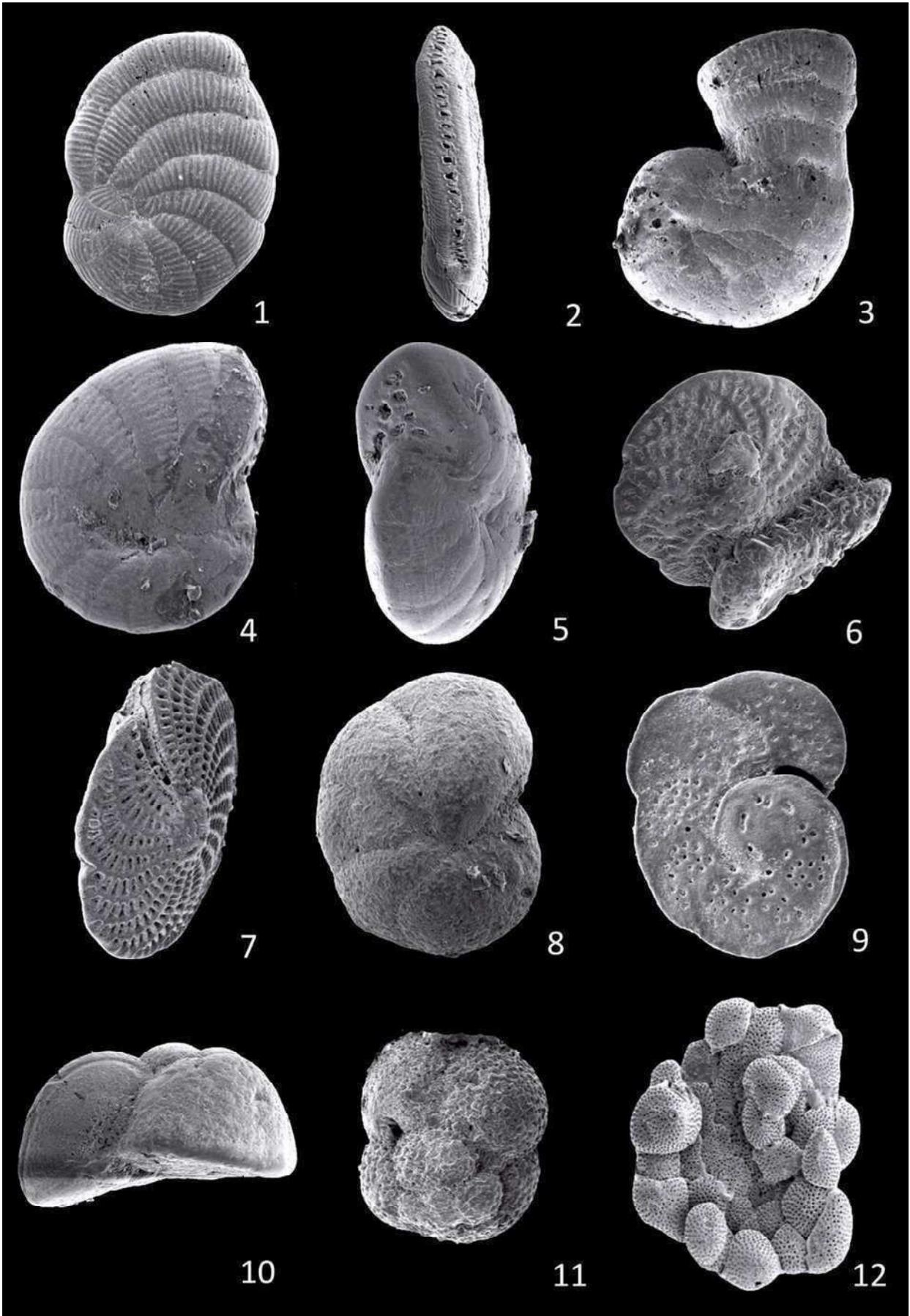
- Fig. 1:** *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll, 1798), Höhe 780µm, Ansicht der Breitseite
- Fig. 2:** *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll, 1798), Breite 200µm, Öffnungsansicht, Strand von Lindos, Rhodos
- Fig. 3:** *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll, 1798) Variation, Höhe 640µm, Seitenansicht, Oberfläche teils abgerieben
- Fig. 4:** *Peneroplis pertusus* (Forskål, 1775), Höhe 640µm, Seitenansicht
- Fig. 5:** *Peneroplis pertusus* (Forskål, 1775), Höhe 690µm, Öffnungsansicht

### Transparentschaler

- Fig. 6:** *Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758), Breite 705µm, Seitenansicht (mit Rest eines verbundenen Exemplares ?)
- Fig. 7:** *Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758), Höhe 1110µm, Seiten – und Öffnungsansicht, Vruja, Kroatien
- Fig. 8:** *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob, 1798), Höhe 470µm, Ansicht Spiralseite
- Fig. 9:** *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob, 1798), Höhe 265µm, Ansicht Nabelseite mit Teilansicht des Öffnungsschlitzes, Vruja, Kroatien
- Fig. 10:** *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob, 1798), Höhe 550µm, Seitenansicht
- Fig. 12:** *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, 1826, Ansicht der Spiralseite, Höhe 910µm, Strand Malia, Kreta

### Planktische Foraminiferen

- Fig. 11:** *Globigerinoides* sp. , Höhe 420µm, Ansicht der Spiralseite, Exemplar beschädigt



## Tafel 8

Fig. 1, 2: Fotos von E 875/45; Fig. 3, 4: Fotos von E 1008/7C

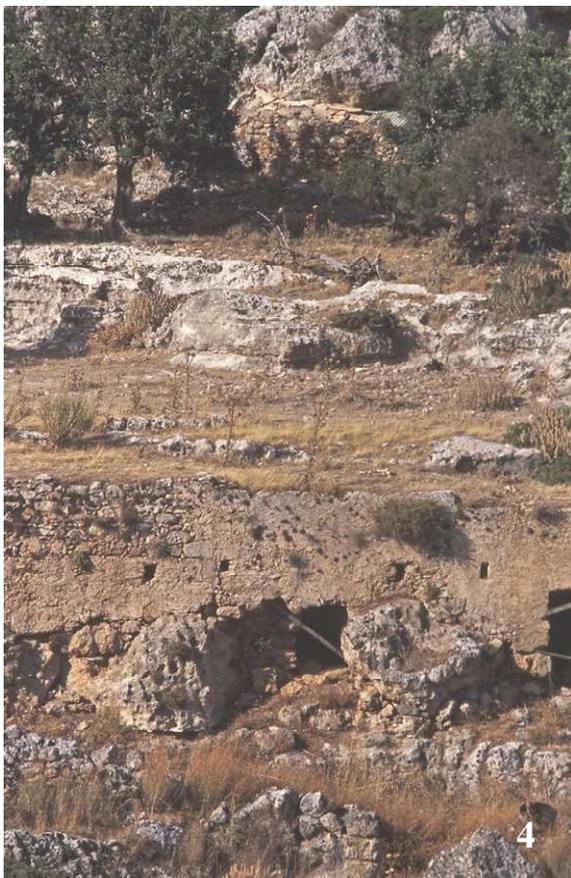
**Fig. 1:** Baumstammähnliches Gebilde aus Kalk, wohl Rest eines mit Sediment ausgefüllten untermeerischen Gaskanals (?) am Krithina-Gebirgszug

**Fig. 2:** Gebirgszug mesozoischer Kalke (Krithina) am Kap Malea, welches rechtsseitig als Kap vorstößt; Ortschaft Aghios Nikolaos im Hintergrund

**Fig. 3:** Pagoden-Karst am Vorgebirge Krithina

**Fig. 4:** Alte Einbauten in Karsthöhlen (aus deutscher Zeit im 2. Weltkrieg)

**Tafel 8**



**Tafel 9**

**Fig. 1:** Geologische Karte des südöstlichen Fingers des Peloponnes am Kap Malea

Abkürzungen:

ph: Permotrias, Phyllitserie Peloponnes-Kreta;

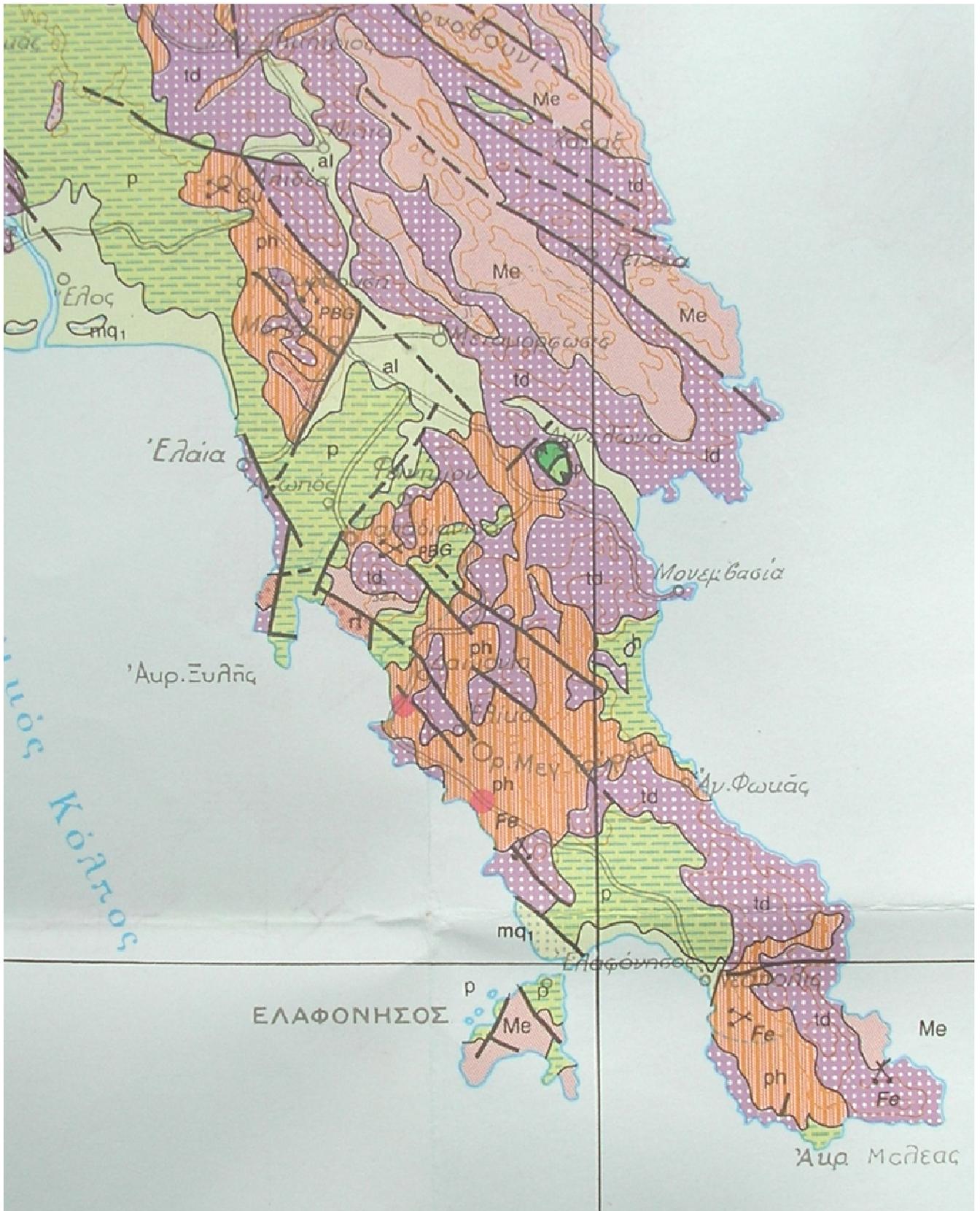
td: Dolomite, Mittel- bis Ober-Trias;

Me: Mesozoikum-Eozän, Kalke, Dolomite;

p: Pliozän, lakustrine, marine und brackische Ablagerungen, Gipse, Mergel, Sande, Tone, Konglomerate, Tone, Braunkohlen;

Fe: Eisenvorkommen

Tafel 9



## **Water Management for Hydroelectric Power Generation at Mtera and Kidatu in Tanzania – Experiences in the 1990s**

**Jonathan I. Matondo, Datus G. Rutashobya and Thomas Schlüter**

**Abstract:** The major sources of power in Tanzania are hydropower and thermo power. Most of the hydroelectric power was in the 1990s generated in the Great Ruaha river system (280 MW) and in the Pangani river system (46 MW). However, the generated power (hydro and thermo) did in the early 1990s not meet the power demand and as a result, an acute power shortage occurred in Tanzania during August 1992. This paper explores the hydropower generation mechanisms at Mtera and Kidatu hydroelectric power plants. It also looks into what measures could have been taken in order to avoid the massive power shedding which officially lasted for about six months, although unofficially, power shedding was continued well beyond that period. Strategies for future water management in the Great Ruaha river system and other places for efficient generation of power are also presented.

**Key words:** Hydropower, power shedding, water management, Tanzania, Ruaha River, Mtera Dam, Kidatu Dam

**Zusammenfassung:** Elektrizität wurde in den neunziger Jahren in Tansania weitgehend aus Wasserkraft gewonnen. Der Große Ruaha-Fluss und das Pangani Fluss-System haben ein Potenzial von 280 MW bzw. 46 MW, aber die gewonnene Elektrizität reichte in den frühen neunziger Jahren nicht aus, um den Bedarf vollständig zu decken, und dementsprechend musste die Elektrizität in Dar es Salaam seit August 1992 stark rationiert werden. Die vorliegende Arbeit untersucht das hydroelektrische Potenzial der Dämme von Mtera und Kidatu, und versucht Möglichkeiten aufzuzeigen, wie in Zukunft solche Rationierungen vermieden werden können, die nach offiziellen Angaben 6 Monate, tatsächlich aber erheblich länger andauert haben. Des weiteren werden Strategien zum nachhaltigen Management des hydroelektrischen Potenzials im Ruaha Fluss-System und anderen Lokalitäten in Tansania vorgelegt.

**Schlüsselwörter:** Hydroelektrizität, Stromrationierung, Wasserversorgung, Wassermanagement, Ruaha-Fluß, Mtera-Staudamm, Kidatu-Staudamm

**Addresses of the Authors:** Prof. Jonathan Matondo, Department of Geography, Environmental Science and Planning, University of Swaziland, P.B. 4, Swaziland, Email: matondo@uniswacc.uniswa.sz

Datus G. Rutashobya, Senior Programme Manager, World Meteorological Organization, 7 bis, avenue de la Paix, case postale 2300, CH 1211, Geneva, Suisse, Email: d.rutashobya@wmo.int  
Prof. Thomas Schlüter, Department of Geography, Environmental Science and Planning, P.O. Box 4, Kwaluseni, Swaziland, Email: thomas.schlueter2008@googlemail.com

## Introduction

Tanzania has an area of 937062 km<sup>2</sup> and lies between latitude 1° and 11° south and between longitude 29° 30' and 40° 30' east. The mean temperature varies from 20° C to 25° C along the east coast and from 14° C to 20° C in the highlands. The mean annual rainfall varies from 500 mm in the central part of the country to over 2400 mm in the southern highlands (Bogard et al. 1988; CCKK 1982). The surface runoff for the major river systems of Pangani, Wami, Ruvu, Rufiji, Ruvuma, Mbwemkuru and Matandu, which constitutes 50 % of the surface runoff of the country, flows into the Indian Ocean. Surface runoff draining into Lake Victoria, Lake Tanganyika, Lake Nyasa and into the internal drainage systems constitute the remaining 50 % of surface runoff of the country.

The major sources of power in Tanzania are hydropower and thermo power. The generated power from the two sources is fed into the national grid system for subsequent distribution to the demand locations in the country. Table 1 presents the existing power generation facilities on the interconnected system as of January 1993 (Katyega 1993). Table 2 presents the projected power load and the actual generated power from 1985 to 1995. It can be seen from Table 2 that the actual generated power is less than the projected power demand in the country.

**Table 1: Existing power generating facilities on the interconnected system, January 1993 (Katyega, 1993)**

<b>Hydropower Plants</b>	<b>Commission Year</b>	<b>Installed Capacity (MW)</b>	<b>Available Capacity (MW) a</b>
Kikuletwa	1935	1.16	0
Nyumba ya Mungu	1969	8.00	8.00
Hale	1964	21.00	18.00
Pangani Falls	1934	17.00	12.00
Mtera	1988	80.00	80.00
Kidatu	1975	200.00	204.00
Tosamaganga	1951	1.22	1.22
Mbalizi	1958	0.34	0
<b>Sub-total</b>		<b>329.22</b>	<b>323.72</b>
<b>Diesel Powered Plants</b>			
Arusha	1956	3.70	1.80
Dodoma Zuzu		7.42	2.20
Mbeya	1982	17.80	8.40
Musoma	1979/85	7.85	2.86
Mwanza South		6.00	2.50
Mwanza Nyakato	1978	18.00	8.00
Ubungo	1963/73	34.36	12.00
Tabora	1983	10.27	6.25
<b>Sub-total</b>		<b>105.40</b>	<b>44.01</b>
<b>Total power generation</b>		<b>438.62</b>	<b>367.73</b>

a: Subject to hydrological conditions in a year. During dry seasons this capacity cannot be met

0: Plant is not operating

**Table 2: Load growth and power generation in Tanzania**

Year	Load Projected	(MW) Actual	Power Generation	
			Projected	Actual
1985	303	176.35	332	
1986	324	183.14	404	
1987	343	200.30	464	
1988	364	218.98	464	340
1989	386	255.68	521	420
1990	404	263.65	507	420
1991	433	266.75	566	420
1992	459	302.9	565	420
1993	487		606	
1994	516		646	
1995	547		679	

Tanzania has a large hydropower potential, which has not yet been fully developed. The largest of them all is at Stiegler's Gorge on the Rufiji river, which has a mean annual runoff of  $22250 \times 10^3$ . Other rivers with hydroelectric power potential are: Kagera, Wami, Ruhuhu, Rufirio and Ruvu. According to Ngowi, (1993) and Katyega, (1993) the estimated hydropower potential in Tanzania is approximately 4,500 MW. The existing hydropower generation is along the Great Ruaha and Pangani river systems. The installed capacity in the Great Ruaha river system is 280 MW while in the Pangani river system it is 46 MW.

In 1992 Tanzania experienced an acute power shortage and to quote Katyega, (1993), "1992 year peak power demand was 308 MW. To conserve our reservoir water until next rains, (water year of 1992/93), Kidatu had to produce 95 MW instead of 200 MW, Mtera 25 MW instead of 80 MW, Pangani hydropower plants 25 instead of 35 MW available. Another 30 MW were supplemented by diesel plants in the grid. Therefore, Tanzania Electric Supply Company (TANESCO) was not able to meet both capacity and energy needs of its consumers and load shedding was inevitable".

Power shedding forced power consumers to look for their own means of power generation. This is the year when many power generators were imported into the country. In Dar es Salaam alone most industries and shops were generating their own power during the periods that there was power outage in that location. Thus Dar es Salaam city experienced an increase in noise and air pollution. The loss to the country's economy due to power outage for the period of more than six months was over US \$250 million (Ngowi 1993).

This paper explores the hydropower generation mechanisms (water management) at Mtera and Kidatu hydropower plants.

It also explores what could have been done in order to avoid the massive power shedding, which officially lasted for more than six months. In fact load shedding continued beyond that period unofficially. The paper also presents strategies for future water management in the Great Ruaha river system for efficient generation of hydroelectric power.

## **Hydropower Generation in the Great Ruaha River System**

The first hydropower plant in the Great Ruaha river basin involved the construction of a dam and an underground power plant at Kidatu. The reservoir at Kidatu dam has a storage capacity of  $125 \times 10^3$ . The first phase was completed in 1975, when two power generating units were installed each with a capacity of 50 MW. The second phase, which was completed in 1981, involved the installation of two generating units each with a capacity of 50 MW. However, since the storage capacity at Kidatu is too small, to ensure that sufficient water is available all year round to operate the four power generating units at Kidatu, a storage dam was constructed at Mtera 170 km upstream of Kidatu, during the second phase. The Mtera dam, which has a storage capacity of  $3,200 \times 10^6 \text{m}^3$  was completed in December 1980 and the filling of the reservoir started at the same time. The Mtera reservoir was completely filled up in December 1984.

The Mtera reservoir was thus meant to be a water regulation for the Kidatu hydropower plant. However, to increase the water use efficiency, a hydropower plant was constructed at Mtera. This was phase III of the hydropower project in the Great Ruaha river basin and was completed in 1988. It involved the installation of two power generating units each with a capacity of 40 MW. The total installed capacity in the Great Ruaha river system became 280 MW.

### **Hydropower Generation at Mtera**

The generation of hydropower at Mtera started in 1988. However, power generation is restricted by the amount of water requested at Kidatu. The amount of water required at Kidatu is a function of the number of power generating units in operation. Kidatu is 170 km downstream of Mtera. Thus there is a time lag for water released at Mtera to reach Kidatu. A reservoir water release rule was prepared by a consulting company, SWECO, as a function of water required at Kidatu as well as the reservoir level at Mtera.

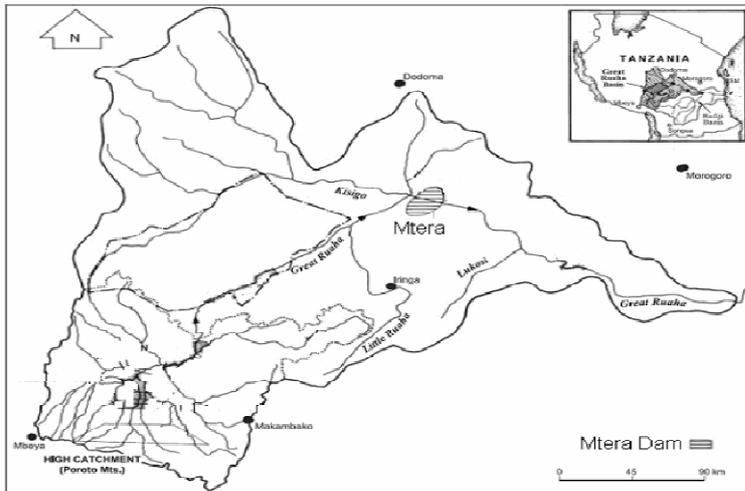
It should be borne in mind that, what happened at Mtera for the years of 1991 and 1992 is an aftermath of what was happening at Kidatu. Unfortunately, information from Kidatu for the corresponding years is not available. However, Ngowi, (1993) reports of machine outages at Kidatu as follows: 1987: 675 hours, 1988: 442 hours, 1989: 1730 hours, etc.

TANESCO contends that the reduced inflows into the reservoir was due to the rice irrigation activities upstream of the Mtera reservoir and due to the drought in 1992 (Katyega 1993).

A multi-disciplinary committee was formed to look into what led to water reduction in the Mtera reservoir and subsequent power shedding. The committee found that the amount of water, which is used for irrigation purposes ranges from 3.6 % to 7.0 % of the total yield of the catchment above the Mtera reservoir and concluded that during this time irrigation activities did not contribute to reduced inflows into the Mtera reservoir and thus reduced reservoir levels at Mtera.

Power demand has grown from 8 to 10 percent per annum during the years 1985 to 1987 and to 10 to 12 percent per annum in the following years. Table 2 also tells us that the generated power did not meet the projected power demand. The Pangani hydropower expansion was supposed to come into operation in 1992, but it did not. Table 1 further tells us that diesel powered generators are also not generating at installed capacity. Thus, the reservoir operation at Mtera and Kidatu in 1991 was geared to achieve now the requested power demand with anticipation that inflows would be higher in 1992. However, inflows were below average in 1992, (12 year average is  $2181.95 \times 10^6 \text{m}^3$ ), but again the reservoir was operated to meet the demand till when the reservoir levels were too low and thus power shedding was implemented. In summary, it is

obvious that due to high power demand, and lack of adequate alternative sources of power, Kidatu and Mtera power plants were operated without due regard to the operating rules that were meant to ensure sufficient water levels in the Mtera reservoir.



**Fig. 1:** Catchment area of Mtera hydroelectric power plant

### What Could Have Been Done

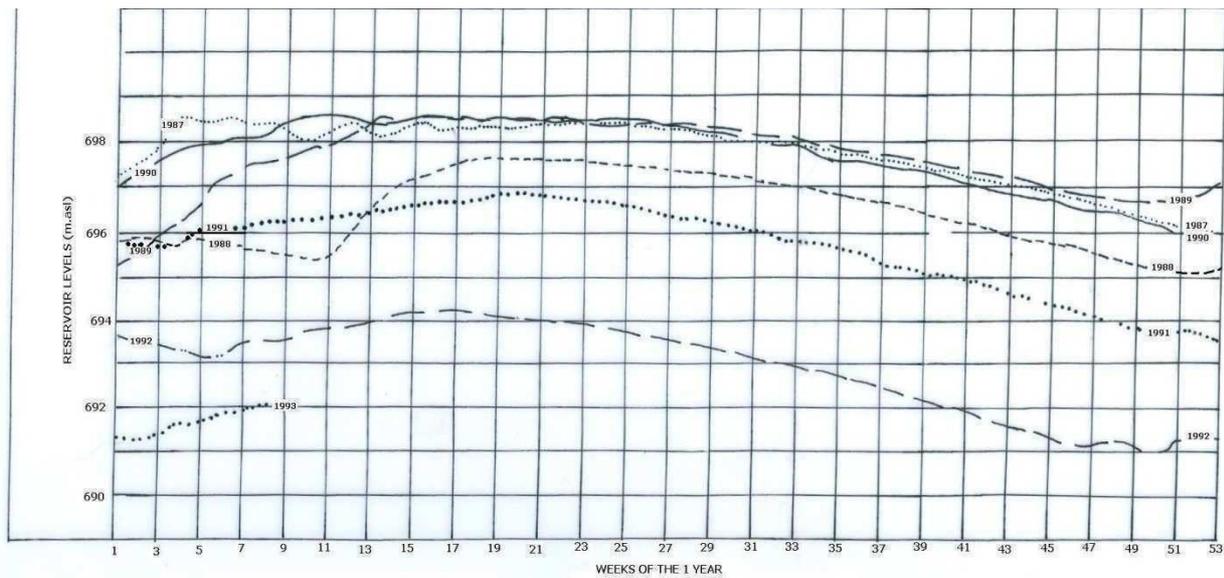
Figure 1 shows that reservoir levels at Mtera started falling late in 1990. Owing to machine outage at Kidatu a rational water release at Mtera could have been instituted by releasing only enough water required to generate power at Kidatu. This implies that small power shortage could have occurred as early as 1991. Thus power shortages could have been smoothed out or distributed in the years 1991 and 1992. The rehabilitation of the diesel generators could have been carried out during the last half of 1990, thus making additional power available in early 1991. The above strategies could have helped to avoid the massive power shedding that was then instituted



**Fig. 2:** Mtera dam in central Tanzania, the biggest hydroelectric facility of the country

### Future Strategies for Water Management at Mtera and Kidatu

As mentioned earlier, there is a time delay for the water released at Mtera to reach Kidatu. A stream flow forecasting scheme should be incorporated in the development of the water release rule from Mtera. In addition to this, all rivers that flow into the Mtera reservoir, particularly Great Ruaha, Little Ruaha and Kisingo should be continuously gauged. The irrigation activities



**Fig. 3:** Reservoir levels at Mtera dam from 1987 to 1992. Reservoir levels started falling steadily from 1990 to 1992. The lowest levels were recorded in December 1992 (i.e. 691.37 m) during the power shedding period.

**Table 3:** Hydrological data for Mtera dam. The annual water release in 1991 and 1992 was higher than the inflow into the reservoir

YEAR	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Dam Level 1st Jan.	685.22	693.14	693.64	694.28	697.48	697.79	696.28	695.91	695.16	696.92	695.91	693.71
Dam Level 31st Dec.	692.25	693.64	696.10	697.47	696.79	697.22	695.92	695.13	696.87	695.89	693.72	691.37
Maximum Dam Level (m)	693.94	693.68	697.51	698.51	698.57	698.54	698.64	697.69	698.50	698.52	696.82	694.14
Minimum Dam Level (m)	685.22	691.12	693.64	696.28	696.75	696.50	695.92	695.08	695.40	695.98	693.70	690.99
Water through Spill	519.00 ( $\times 10^6 \text{m}^3$ )	752.71	503.80	754.26	2156.70	1553.00	6732.26	1001.10	155.42	3205.58	0.00	0.00
Water through Turbine	0.00 ( $\times 10^6 \text{m}^3$ )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	769.23	1266.62	1774.64	2081.87	1757.69
Total Water Inflow	1018.50 ( $\times 10^6 \text{m}^3$ )	1252.71	1468.80	1381.26	2291.20	1764.00	6572.26	1430.33	2227.04	4472.72	1231.87	1072.69
Maximum Water Stored	1600 ( $\times 10^6 \text{m}^3$ )	1500	3190	3750	3800	3750	3750	3272.5	3750	3760	2855	1617.8
Maximum live storage	1037 ( $\times 10^6 \text{m}^3$ )	937	2627	3150	3237.5	3200	3200	2709.5	3187	3198	2292	1114
Minimum Live storage	( $\times 10^6 \text{m}^3$ )	200	900	2400	2750	2100	1775	1457	1487	1809	1525	198.7
Rain fall (mm)				509.6	309.6	309.4	562.50	562.50	672.80	735.90	639.10	319.3

upstream the Mtera dam, which normally take place during the rainy season should be operated in such a way that the return flow goes back to the rivers. Integrated watershed management should be carried out in the Great Ruaha river basin in order to ensure efficient and rational utilization of the water resources and to avoid adverse effects of competing water uses. Future hydroelectric power development strategies in the country were also discussed by Ngowi (1993) and Acres (1992).

### Postscriptum: Development of Kidatu and Mtera Dams after 1993

Kidatu dam plant has undergone two major rehabilitation works. Phase 1 covered repairs to turbines one and two, replacement of excitation equipment and repair of a damaged generator unit. These works were executed from 1993 to 1994. The second rehabilitation commenced in 1999. Major works were computerizing the control and protection system, repair to turbines, replacement of runners on units 1 and 2, generators and water ways. The project was financed by SIDA, NORAD and TANESCO at the estimated cost of about 12 Million US \$. The power station has generated an average of about 0.8 billion units yearly, however, in a good hydrological year the station can generate over 1 billion units.

Mtera dam plant is currently the biggest hydroelectric dam in Tanzania. It covers 660 km<sup>2</sup> at full capacity, which is about 125000000 m<sup>3</sup>. The lake is 56 km long and 15 km wide, and is fed by the Great Ruaha River and the Kisigo River. Originally it was built for the purpose of regulating the water at the downstream Kidatu hydroelectric dam. Its current capacity is about 80 MW.

### Current Hydropower Plants in Tanzania

Comparing Table 1 and 4 indicates that currently 8 major dams in Tanzania are used either for hydropower generation or only for irrigation and/or livestock purposes. The produced energy is apparently not yet sufficient to fulfill the demand for electricity in the country. However, two more dams to be built in near future are projected

**Table 4:** Current (2013) and projected major dams in Tanzania, their lake surface area, installed capacity and opening after completion

Name	Lake surface area	Installed capacity	Opening
Hale Dam	waterfalls	21 MW	1995
Hombolo Dam	14.4 km <sup>2</sup>	for livestock	1957
Kidatu Dam		200 MW	1980
Kihansi Dam	0.26 km <sup>2</sup>	180 - 300 MW	2000
Manchira Dam		14. 2 bill. Liters	2010
Mtera Dam	660 km <sup>2</sup>	80 MW	1979
Nyumba ya Mungu Dam	180 km <sup>2</sup>	8 MW	1965
Pangani Falls Dam		68 MW	1994
Rusumo Falls Dam	?	80 MW	projected 2020
Stieglers Gorge Dam	?	2100 MW	projected 2017

Rusumo Power Station is a proposed 80 MW hydroelectric power station. It is located on the Kagera river, along Rwanda's international border with Tanzania. The project will generate power at the Rusumo Falls and will involve the construction of a dam, with run-off river design. The power generated will be shared equally between the countries of Burundi, Rwanda and Tanzania.

The by far largest planned project is Stiegler's Gorge Dam along the Rufiji River. In September 2010 officials of the Tanzanian government held talks with their Brazilian counterparts in Sao Paulo on the construction of the proposed 2100 MW Stiegler's Gorge hydropower station, which after completion would transform Tanzania's economy into a net exporter of electricity. A MoU

was signed by both sides. However, the planned power station, set right in the heart of the photographic zone of the Selous Game Reserve, would also cause extensive flooding behind the proposed dam and the impact on the game reserves core tourism area is feared to be of such proportions that the expected benefits will be largely outstripped by the negative impact the power station will have on the environment. It is now on the agenda if the recently new appointed minister for energy and minerals, Prof. Sospeter Muhongo, will take a fresh look at the entire complex question of how Tanzania can, and more importantly should stay powered up, by using renewable and sustainable sources of energy, and repairing and upgrading the existing grid and power stations.

## References

- Acres International (1992): Review of short term generation expansion requirements.- Report submitted to TANESCO, August 1992.
- Bogardi, J.J., Duckstein, L., and Rumambo, O.H. (1988): Practical Generation of Synthetic Rainfall - Event Time Series in a Semi-arid Zone.- *Journal of Hydrology*, 103: 357-373
- CCKK (1982): Water Master Plans for Iringa, Ruvuma and Mbeya Regions.- CarlBro-Cowi Consult- Kampsax-Kruger.
- Katyega, M.J.J. and Tesha, L.A. (1993): Electric energy sources and supply systems in Tanzania.- *The Institution of Engineers Tanzania, Annual Seminar Arusha 1993: 23 – 34; Arusha.*
- Katyega, M.J.J. (1993): Mtera reservoir water problems and electricity energy crisis in Tanzania: Causes, crisis management and impacts.- *The institution of Engineers in Tanzania, Annual Seminar Arusha 1993: 87 – 94; Arusha.*
- Ngowi, D. (1993): Tanzania: The cost of electric power outages to the economy. = *The Institution of Engineers in Tanzania, Annual Seminar Arusha 1993: 7; Arusha.*

Documenta naturae	192.1	S. 113-129	München	2013
-------------------	-------	------------	---------	------

## Horizontale und vertikale Schadstoffverteilung in mitteleuropäischen Talsperren

Wolfgang Zils

**Zusammenfassung:** Durch Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass sich künstliche Seen (Talsperren) in Mitteleuropa, bezüglich Zirkulation und Stagnation in Abhängigkeit der Jahreszeiten, wie natürliche, dimiktische Seen verhalten. Im Gegensatz zu natürlichen Seen erfolgt der Wasserabfluss in Talsperren in der Regel jedoch über die Grundabgabe. Bei schadstoffbelasteten Seen wird der Austrag bzw. die Gefährdung von Schutzgütern somit über die Grundabgabe kontrolliert.

Paralleluntersuchungen durch Stichtagsmessungen an der Grund- und Überlaufabgabe der durch sprengstofftypische Verbindungen belasteten Talsperrenkaskaden in Clausthal Zellerfeld (Harz, N-Deutschland) wiesen auf signifikante Unterschiede bezüglich der Schadstoffgehalte und Schadstoffzusammensetzungen der Wasserproben hin.

Zur Beurteilung des Gefährdungspotentials wurde ein horizontales und vertikales Schadstoffprofil mittels Passivsammler über ein hydrologisches Winterhalbjahr im Unteren Pfauenteich aufgenommen. Die Monatsmittelwerte der Passivsammler lagen im Oberflächennahbereich um den Faktor 5 höher als an der Teichsohle. Die parallel zum monatlichen Wechsel der Passivsammler durchgeführten Stichtagsmessungen ergaben eine Schadstoffanreicherung an der Oberflächenabgabe bis zum 20-fachen der Grundabgabe.

Aufgrund der Winter-Stagnation im Epilimnion erfolgt dort eine Schadstoffanreicherung. Diese Schichtung wird durch die Vollzirkulation dimiktischer Seen im Frühjahr zerstört.

Nach starken Niederschlagsereignissen und insbesondere nach Schneeschmelzen kommt es im Winter regelmäßig zu erheblichen Überlaufabgaben mit den entsprechenden Schadstoffausträgen in den Vorflutern. Diese wurden bisher bei Gefahrenbeurteilungen und Schutzgutbetrachtungen nicht hinreichend berücksichtigt.

Eine Überwachung der Schadstoffausträge ausschließlich über Stichtagsmessungen an der Grundabgabe ist daher zur Gefahrenbeurteilung nicht ausreichend geeignet.

**Schlüsselwörter:** Schadstoffverteilung in Talsperren, dimiktische Seen, Pfauenteichkaskade, Clausthal-Zellerfeld, Oberharzer Wasserregal, ökologische Gefahrenbeurteilung, sprengstofftypische Verbindungen

**Abstract:** Dammed lakes exhibit in central Europe similar features like dimictic natural lakes, at least concerning their circulation and stagnation pattern due to the annually changing seasons. However, in contrast to natural lakes, water in dammed lakes is normally released from the lake bed. In case of heavily polluted lakes, the risk-prone downstream area may therefore be controlled over the release point.

Research investigations including sampling were carried out along the water release points at the lake beds and on the surface of the dammed lakes in the cascades at Clausthal-Zellerfeld (Harz-Mountains, N-Germany). These indicated significant differences in the composition of polluted water either taken from the surface or from the ground of the respective lakes.

The risk potential of pollution in the Unterer Pfaunteich was evaluated with passive sampling along a horizontal and a vertical profile over the period of an elongated hydrological winter season (October 2007 to May 2008). The median values of polluted water yielded close to the surface 5 times higher results than at the lake bed, sometimes occasionally even reaching 20 times higher values.

The enrichment of polluted water in the epilimnion is caused due to the winter stagnation, but ends in springtime due to the renewed water circulation.

Due to the winter stagnation of the epilimnion, in this zone therefore often occurs a pollution that is sometimes 20 times bigger than under normal conditions. Following heavy precipitation events and especially after the snow melting during springtime, sometimes enormous amounts of polluted water is forced to be released via the release point. Risk assessment studies have these conditions not yet adequately taken into account.

A monitoring of polluted water samples taken only due to random sampling from sampling points near the ground of the respective lake is therefore not sufficiently suitable for the evaluation of the risk potential in the polluted lake.

**Key words:** Pollution in dammed lakes, dimictic lakes, lake cascades at Clausthal-Zellerfeld, ecological risk potential evaluation, Oberharzer Wasserregal, hazard assessment, blasting explosive compounds

**Adresse des Autors:** Wolfgang Zils, International Association for Promoting Geosciences, IAPG e.V., Nazarethkirchstraße 45, 13347 Berlin; Email: zils.werner@arcor.de

## **Veranlassung**

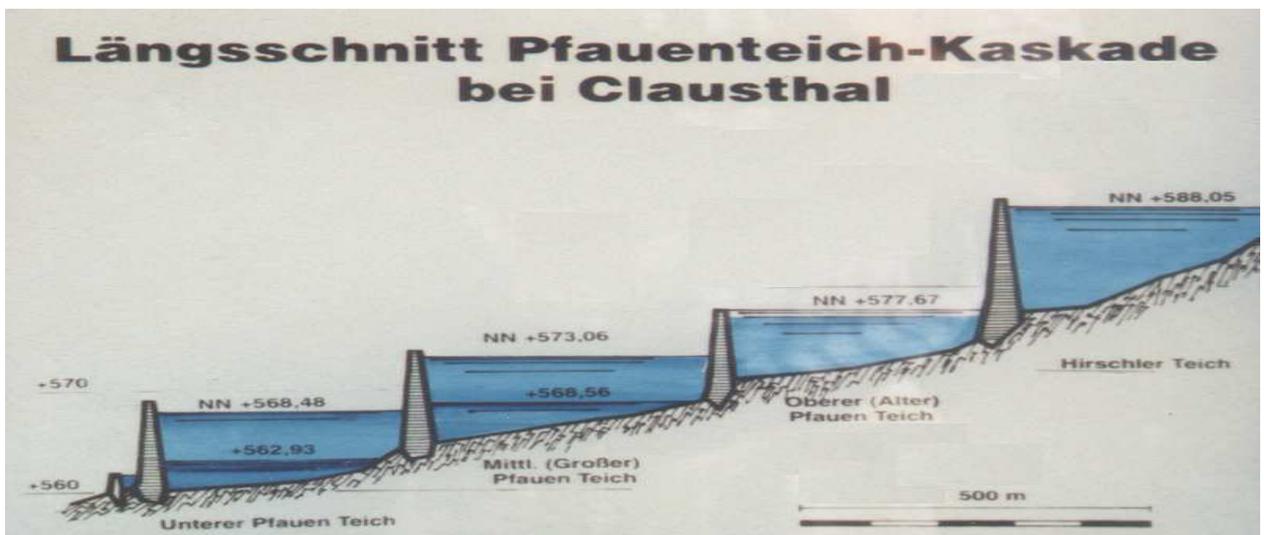
Der Zellbach ist ein Teileinzugsgebiet der Innersten, dessen Quelle südwestlich der Wasserscheide zur Oker am Rande der Clausthaler Kulmhochfläche liegt (Abb. 1).

Der Zellbach wird über die Pfaunteichkaskade (4 kleinere Stauseen), den Hirschler Teich, sowie den Oberen, den Mittleren und den Unteren Pfaunteich, in das heutige Zellbachtal geleitet. Diese „Zellbachtalsperren“ wurden im Zuge des fortschreitenden Bergbaus im Mittelalter angelegt, sind heute ein zentraler Teil des Weltkulturerbes „Oberharzer Wasserregal“ und liegen im Trinkwassereinzugsgebiet der Innersten.

Im Mittleren- und Unteren Pfaunteich wurden während des 2. Weltkrieges Neutralisationsschlämme aus der nördlich gelegenen, ehemaligen TNT-Fabrik „Werk Tanne“ eingeleitet. Diese Schlammfächer sind im Wesentlichen durch MNT und TNT belastet. Gleichzeitig versickert kontaminiertes Wasser aus dem Werksgelände in die Teiche. Diese Wässer sind im wesentlichen durch TNT und dessen Transformationsprodukte belastet. Die



**Abb. 1:** Lageplan des Untersuchungsgebietes bei Clausthal-Zellerfeld

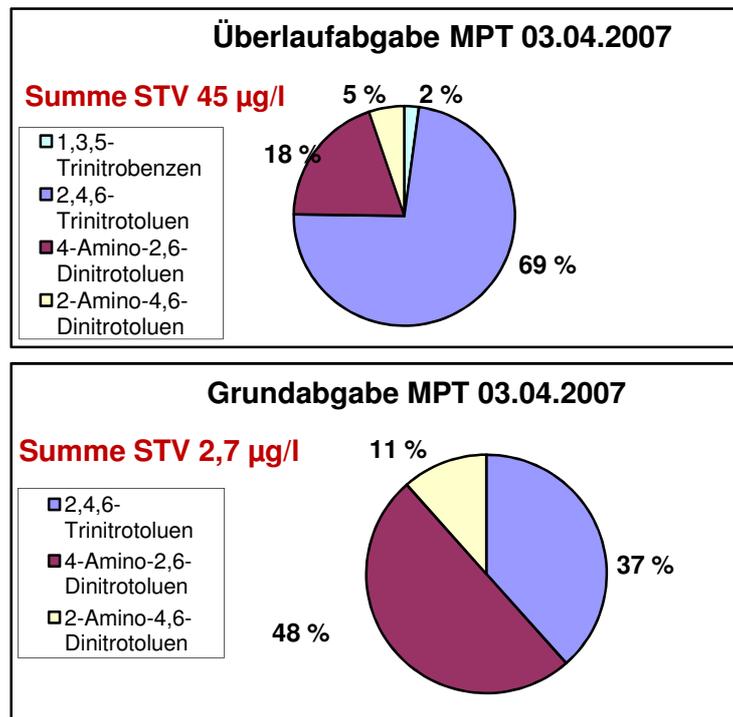


**Abb. 2:** Pfaunteichkaskade in Clausthal Zellerfeld, Schautafel der Harzwasserwerke am Striegelhaus auf der Dammkrone des Unteren Pfaunteiches

Einspeisung in den Zellbach erfolgt in der Regel über den Striegel der Grundabgabe des Unteren Pfaunteiches. Untersuchungen aus Wässern der Grundabgabe ergaben jahreszeitlich bedingte Schwankungen in den Gehalten sprengstofftypischer Verbindungen. Während in den Sommermonaten von Mai bis November durch den photolytischen und mikrobiologischen Abbau der TNT-Derivate nur sehr geringe Gehalte oder keine Schadstoffe nachweisbar waren,

wurden während der Wintermonate deutlich höhere Oberflächenwasserbelastungen festgestellt. MNT-Belastungen oberhalb der GFS-Werte, wurden – im Gegensatz zu TNT-Belastungen in den vergangenen Jahren – nicht festgestellt.

Extremwetterlagen oder Schneeschmelzen führen gelegentlich zu Hochwassersituationen, bei denen das Wasser der Pfauenteichkaskade über Überlaufabgaben dem Zellbach zugeführt wird. Proben der Überlaufabgabe des Mittleren Pfauenteich, während der Schneeschmelze am 03.04.2007, ergaben eine **bis 20-fach** höhere Belastung an STV als die parallel entnommenen Proben der Grundabgabe. Auch die Schadstoffzusammensetzung zeigte sich völlig unterschiedlich. Der TNT-Anteil in den Proben der Überlaufabgabe betrug ca. 70% während in den Proben der Grundabgabe Transformationsprodukte von TNT (4ADNT und 2ADNT) dominierten. Diese Verhältnisse belegen, dass das zufließende, TNT-belastete Wasser aus dem Werksgelände während der Wintermonate im Wesentlichen im Epilimnion stagniert und eine Vermischung mit dem Hypolimnion ausbleibt.



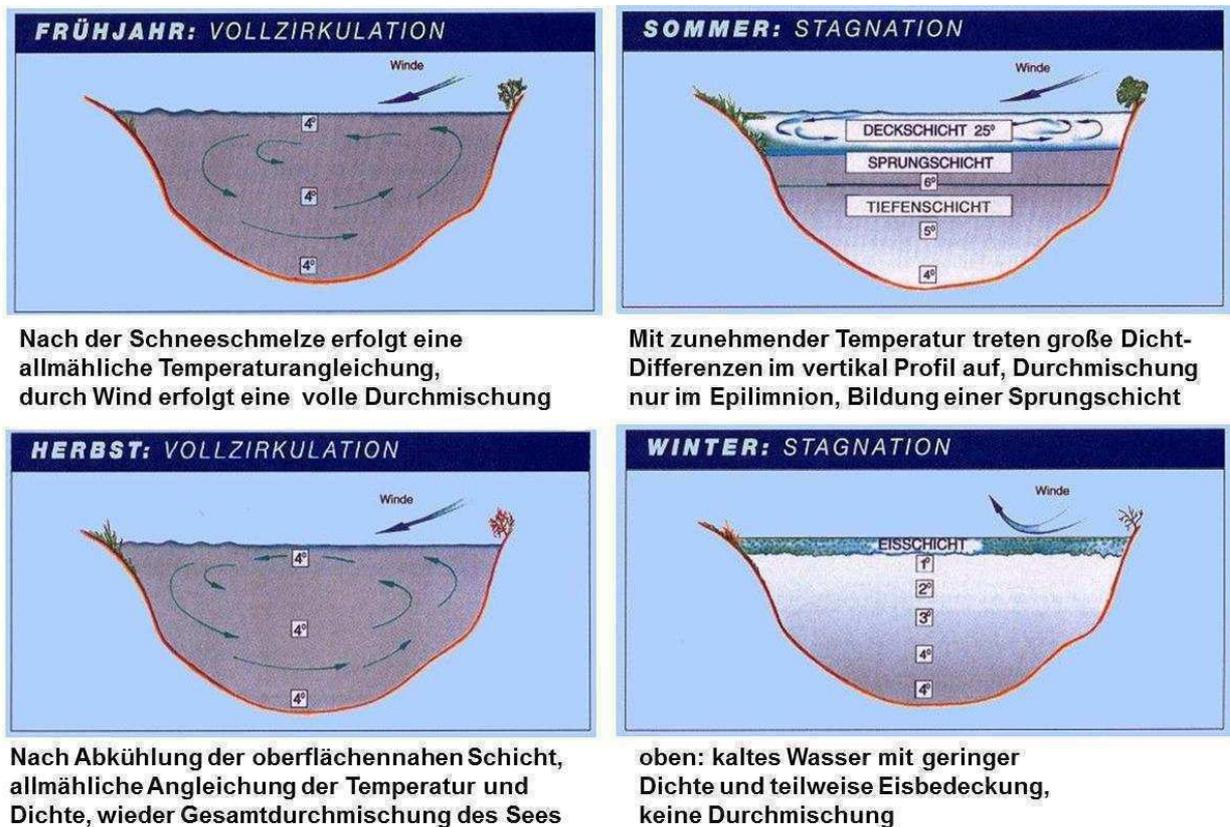
**Abb. 3a und 3b:** Schadstoffgehalte und Verteilung während der Schneeschmelze 2007, (ZILS, W., 2007)

Zur Prüfung einer potentiellen Gefährdung von Schutzgütern bei Überlaufeinspeisungen des Zellbaches wurde von der IABG eine Strategie zur Erfassung eines horizontalen und vertikalen Belastungsprofils im Unteren Pfauenteich vorgelegt. Die Umsetzung des Konzeptes wurde von den Niedersächsischen Landesforsten im Juli 2007 beauftragt.

### Untersuchungsstrategie

Es wurden an 10 Probenahmepunkten im Unteren Pfauenteich insgesamt 20 Passivsammler in unterschiedlichen Tiefen eingebracht. Zusätzlich wurde ein Passivsammler (P11) im Hauptzufluss aus dem Werksgelände, dem Teileinzugsgebiet D1, sowie ein weiterer Passivsammler (P1) im Auslauf zum Zellbach, der Grundabgabe des Unteren Pfauenteiches, installiert.

Die Probenahmen erfolgten über Passivsammler, in der Regel mit einer Kollektionszeit von ca. einem Monat. Eingesetzt wurden Passivsammler der Fa. gaisave, Marburg, die auch von der IABG mit der Durchführung der Analysen beauftragt wurden.



**Abb. 4:** Zirkulation und Stagnation in Abhängigkeit der Jahreszeiten in dimiktischen Seen (nach BICK 1998, verändert)

Der oberflächennahe Passivsammler wurde ca. 30 cm unterhalb des Teichwasserspiegels positioniert und sollte das Epilimnion erfassen. Der untere Passivsammler sollte dagegen das Hypolimnion erfassen und wurde ca. 30 cm oberhalb der Teichsedimente am Anker befestigt. Der mittlere Passivsammler (Ankerbojenposition P2 und P3) sollte den Übergang der genannten Schichten, also in der Sprungschicht (Metalimnion), erfassen und wurde ca. 1 m unterhalb des Teichwasserspiegels befestigt.

Parallel dazu wurden Oberflächenwasserproben als Stichtagsmessungen sowie horizontierte Proben mit Schichtenwasserhebern entnommen.

Die Untersuchungen beschränkten sich auf den erweiterten hydrologischen Winter 2007 (Oktober 2007 bis Mai 2008).

## Ergebnisse

### Phase I: Untersuchungszeitraum 01. 11. 2007 – 23. 01. 2008

Das winterliche Schichtungsphänomen dimiktischer Seen spiegelt sich im Unteren Pfauteich auch in den Schadstoffgehalten wieder. Die Gehalte der oberflächennahen Passivsammler liegen bei winterlichen Normal-Wetterlagen im W-E-Profil bis zum 5-fachen über den Gehalten der Sammler an der Teichbasis (Abb. 7).

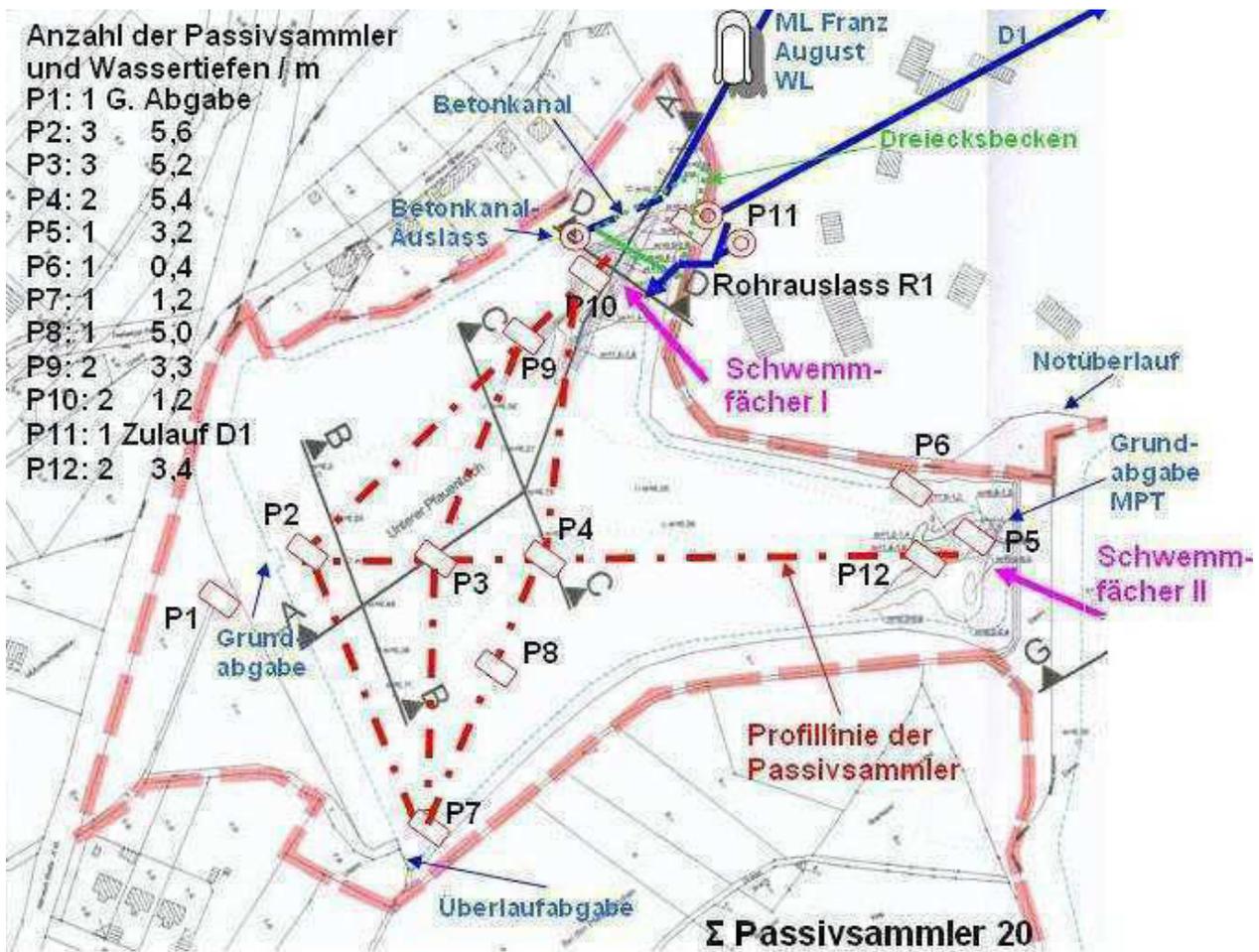


Abb. 5: Anordnung der Probennahmepunkte im Unterer Pfauteich mit Zu- und Ablauf

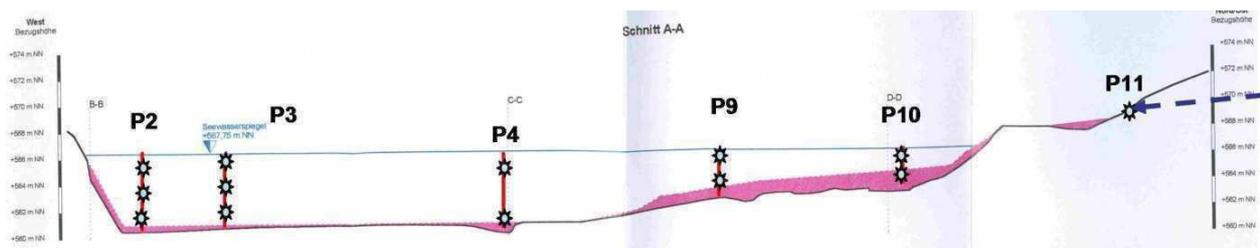


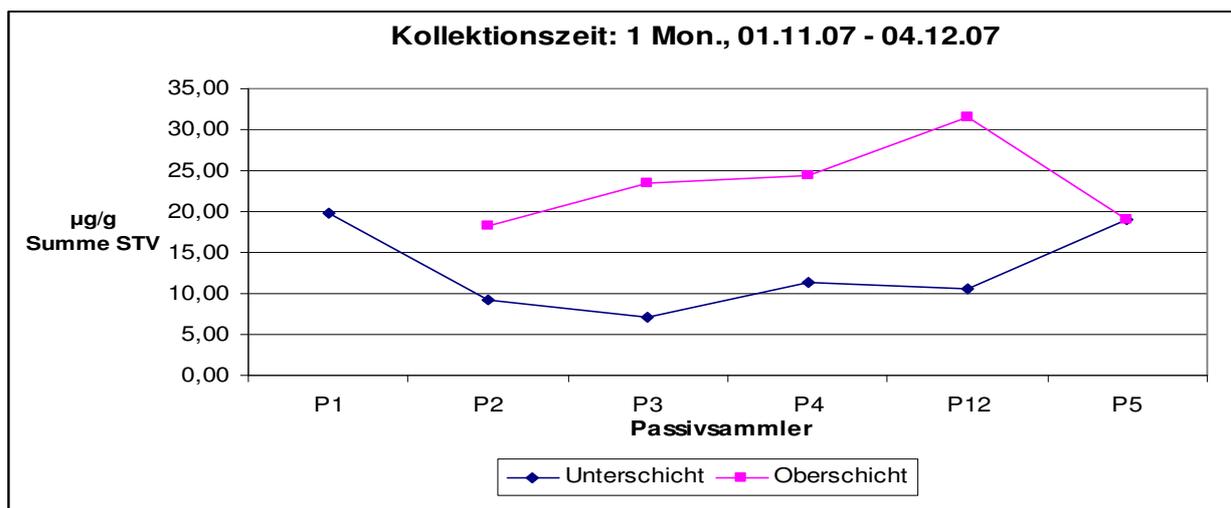
Abb. 6: Lage der Passivsammler im SW – NE Profil im Unterer Pfauteich

Die Untersuchungen beschränkten sich auf den erweiterten hydrologischen Winter 2007 (Oktober 2007 bis Mai 2008).

## Ergebnisse

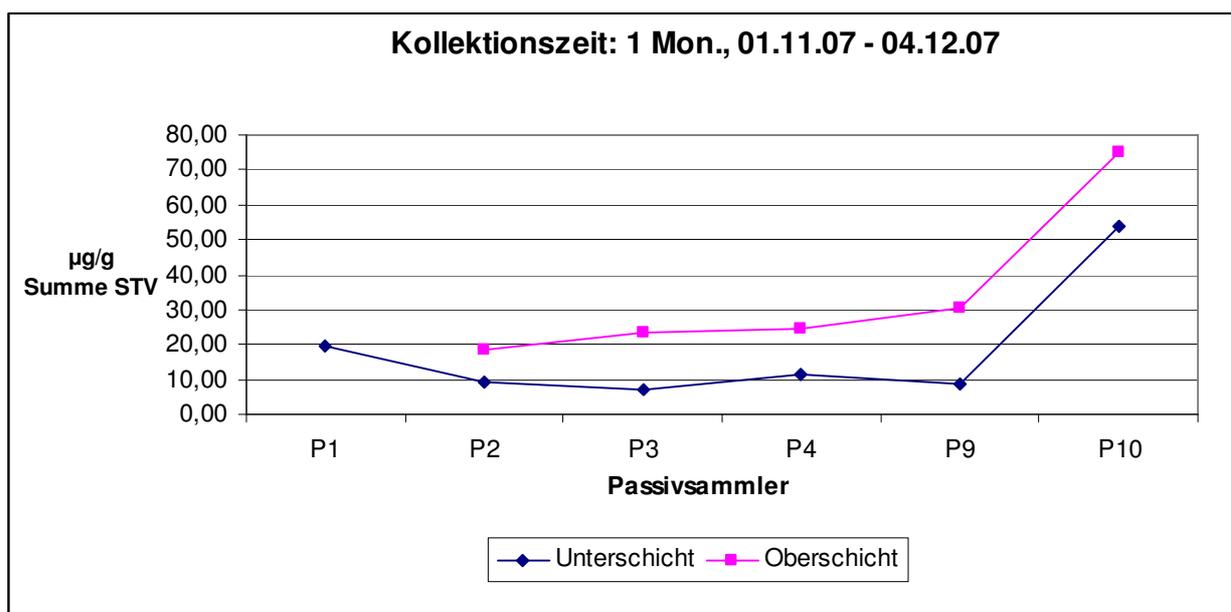
### Phase I: Untersuchungszeitraum 01. 11. 2007 – 23. 01. 2008

Das winterliche Schichtungsphänomen dimiktischer Seen spiegelt sich im Unterer Pfauteich auch in den Schadstoffgehalten wieder. Die Gehalte der oberflächennahen Passivsammler liegen bei winterlichen Normal-Wetterlagen im W-E-Profil bis zum 5-fachen über den Gehalten der Sammler an der Teichbasis (Abb. 7).



**Abb. 7:** West-Ost Profil Zulauf über Grundabgabe MPT (P5)

Im SW – NE Profil ist das Schichtungsphänomen nicht so deutlich ausgeprägt (Faktor ca. 2,5). Dies ist auf geringe Wassertiefen zurückzuführen, die keine so klare Trennung vom Epilimnion zum Hypolimnion zulassen.



**Abb. 8:** Profil SW - NE, Zuläufe über P11 (D1) und Ernst-August-Wasserlauf

Bei den polaren Nitroverbindungen ist die Schichtung nicht so deutlich ausgeprägt. Bei winterlichen Normal-Wetterlagen während der ersten Untersuchungsphase wurden nur in jedem dritten Passivsammler polare Nitroverbindungen akkumuliert, und zwar nur im Bereich der Schwemmfächer bzw. der Zuläufe. Es wurde ausschließlich die Komponente 2A46 Dinitrobenzoesäure nachgewiesen. Im Passivsammler P1 im Auslauf der Grundabgabe sind die Gehalte doppelt so hoch wie in den oben beschriebenen Sammlern. Dies ist vermutlich auf vergleichsweise hohe Strömungen zurückzuführen. Zusätzlich wurde die Komponente 4A26 Dinitrobenzoesäure nachgewiesen.

In der ersten Untersuchungsphase vom November 2007 bis Ende Dezember 2009 wurden in keinem Passivsammler Mononitrotoluole nachgewiesen.

Der Übergang vom Epilimnion zum kalten Tiefenwasser, dem Hypolimnion, konnte nicht klar abgegrenzt werden.

### Phase II: Untersuchungszeitraum 01. 01. 2008 – 28. 02. 2008

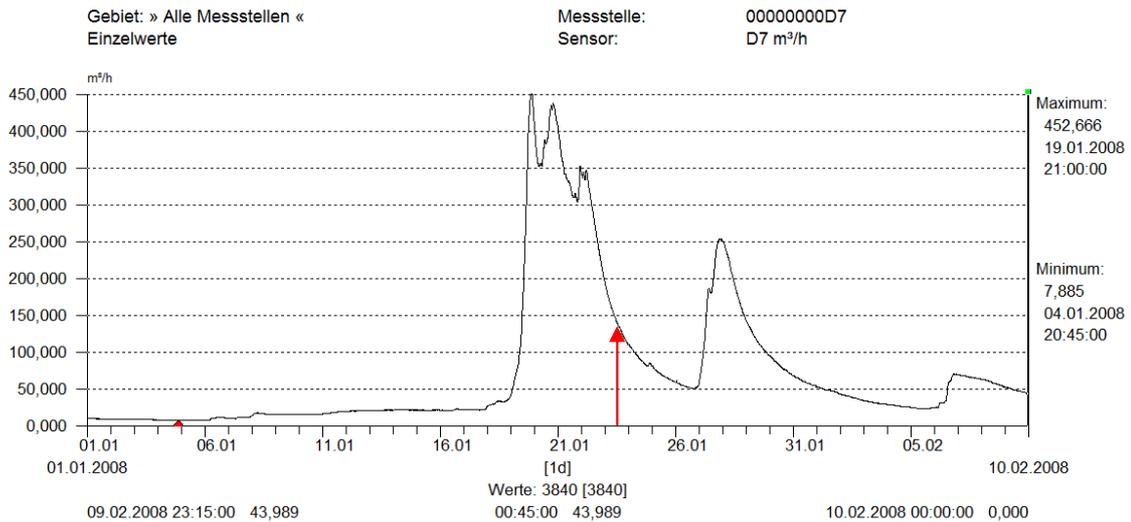
Mit dem Einsetzen der Unwetter Mitte Januar 2008 (Orkan Kyril) und der einhergehenden Überlaufabgabe des Mittleren Pfauenteiches wurde diese Schichtung teilweise zerstört und die Schadstoffverteilung weitgehend homogenisiert (Abb. 14, 15, 20 und 22). Lediglich in den distal der Zuläufe gelegenen Probenahmepunkten, mit vergleichsweise ruhigeren Wasserbereichen (P2 und P3 im Bereich der Grundabgabe) war diese noch ausgeprägt (Abb. 9 und 10).



**Abb. 9:** Überlauf MPT und Einlauf in den UPT während der Probenahme am 23. 01. 2008

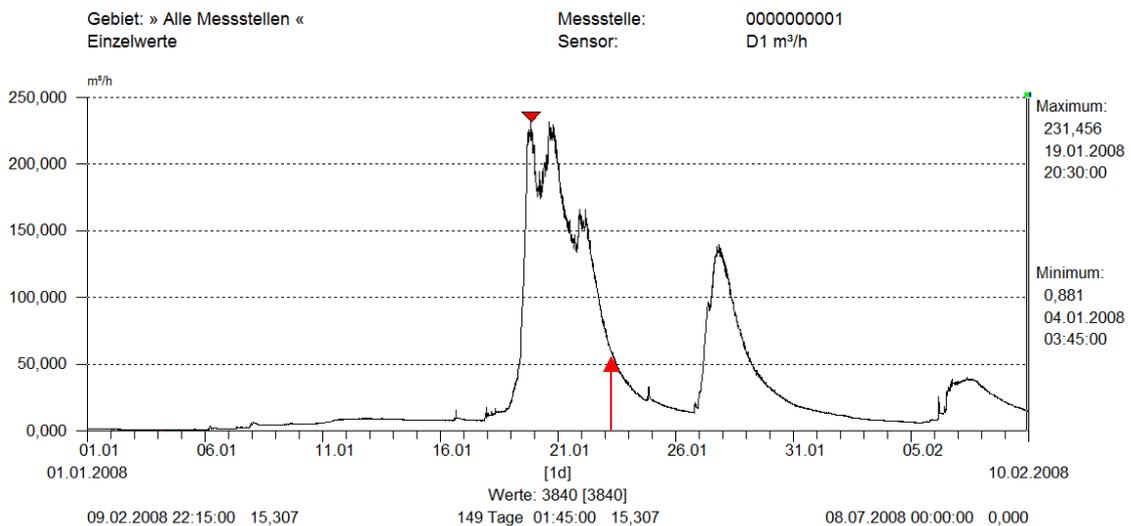
Über die Überlaufabgabe des Mittleren Pfauenteiches wurden erhebliche Schadstofffrachten in den Unteren Pfauenteich eingeleitet, die der Zusammensetzung des Hauptzulaufes (D7) des Mittleren Pfauenteiches entsprachen und keine Mononitroaromate enthielten. Die Überlaufabgabe erstreckte sich über knapp 3 Wochen mit einem Maximum als Tagesmittelwert am 21. Januar in Höhe von 2.500 m<sup>3</sup>/h (Abb. 9 und 10).

Die Stichtagsmessung am 23. 01. 2008 ergab STV-Gehalte in Höhe von 26 µg/l. Bei einem angenommenen durchschnittlichen Überlauf von 750 m<sup>3</sup>/h ergibt sich eine Schadstofffracht von ca. 9,4 kg STV über einen Zeitraum von 3 Wochen



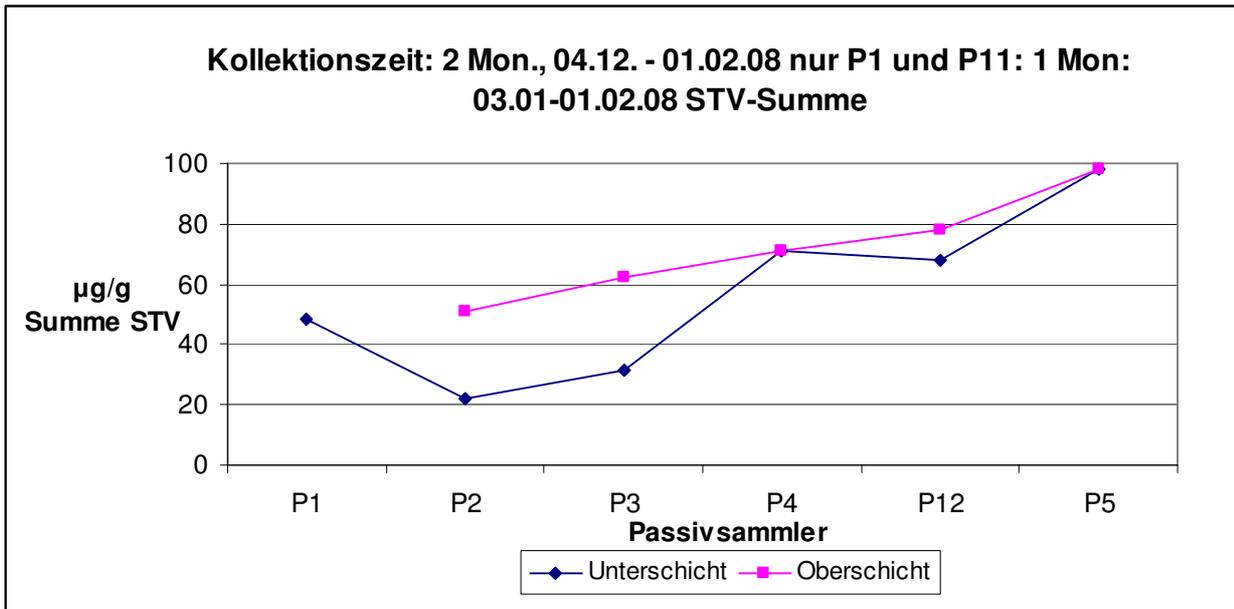
**Abb. 10:** Schadstoffbelasteter Zulauf Mittlerer Pfauenteich über Durchflussmessstelle D7 (23.01.2008 Probenahme, Durchfluss ca. 150 m³/h)

Im Unteren Pfauenteich setzte der Überlauf zeitversetzt am 23. 01. 2008 ein und dauerte knapp zwei Tage. Am 28. 01. 2008 kam es erneut zu einem ca. eintägigen Überlauf (Abb. 17). Über die Überlaufabgabe wurden ca. 54.000 m³, mit Schadstoffgehalten von ca. 11µg/l ( $\Sigma$  STV; Stichtagsmessung am 23. 01. 2008), in den Zellbach geleitet. Die Schadstofffracht dürfte in den insgesamt ca. 2,5 Tagen Überlauf bei ca. 1 kg liegen (inkl. polare Nitroverbindungen). Mononitrotoluole wurden im Rahmen der Stichtagsmessung nicht nachgewiesen.



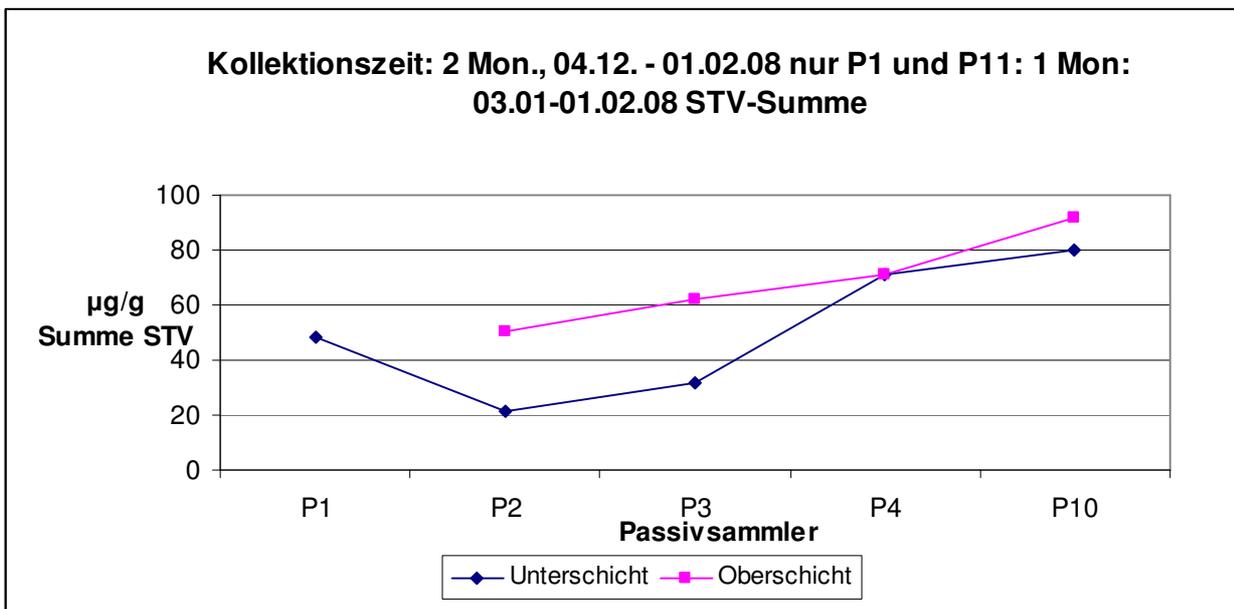
**Abb. 11:** Schadstoffbelasteter Zulauf Unterer Pfauenteich über die Durchflussmessstelle D1 (Probenahme am 23. 01. 2008, Durchfluss ca. 50 m³/h)

Die MNT-Gehalte (nur 2NT) der Passivsammler der Beprobung am 1. Februar lagen im Bereich der Schwemmfächer bei ca. 11 µg/g (Kollektionszeit 4 Wochen), im zentralen Teichbereich sowie der oberflächennahen Proben im Bereich der Grundabgabe P2 und P3 bei ca. 6 µg/g. Die Passivsammler der Punkte P2 und P3 an der Teichbasis im Bereich der Grundabgabe sowie im Auslauf der Grundabgabe (P1) enthielten keine MNT.



**Abb. 12:** West- Ost-Profil, Zulauf über Grundabgabe MPT (P5) und Überlaufabgabe MPT

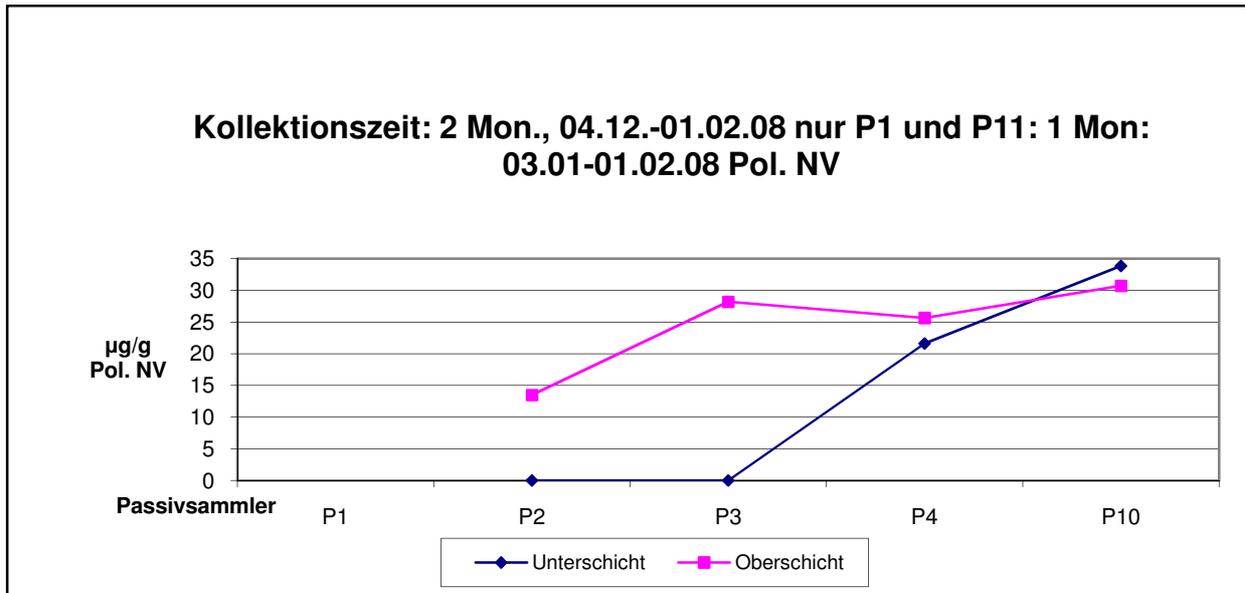
Die Schichtung im Bereich der Zuläufe im östlichen Teil des Teiches ist nicht mehr vorhanden. Dagegen ist sie Bereich der Grundabgabe deutlich ausgeprägt (Abb. 12).



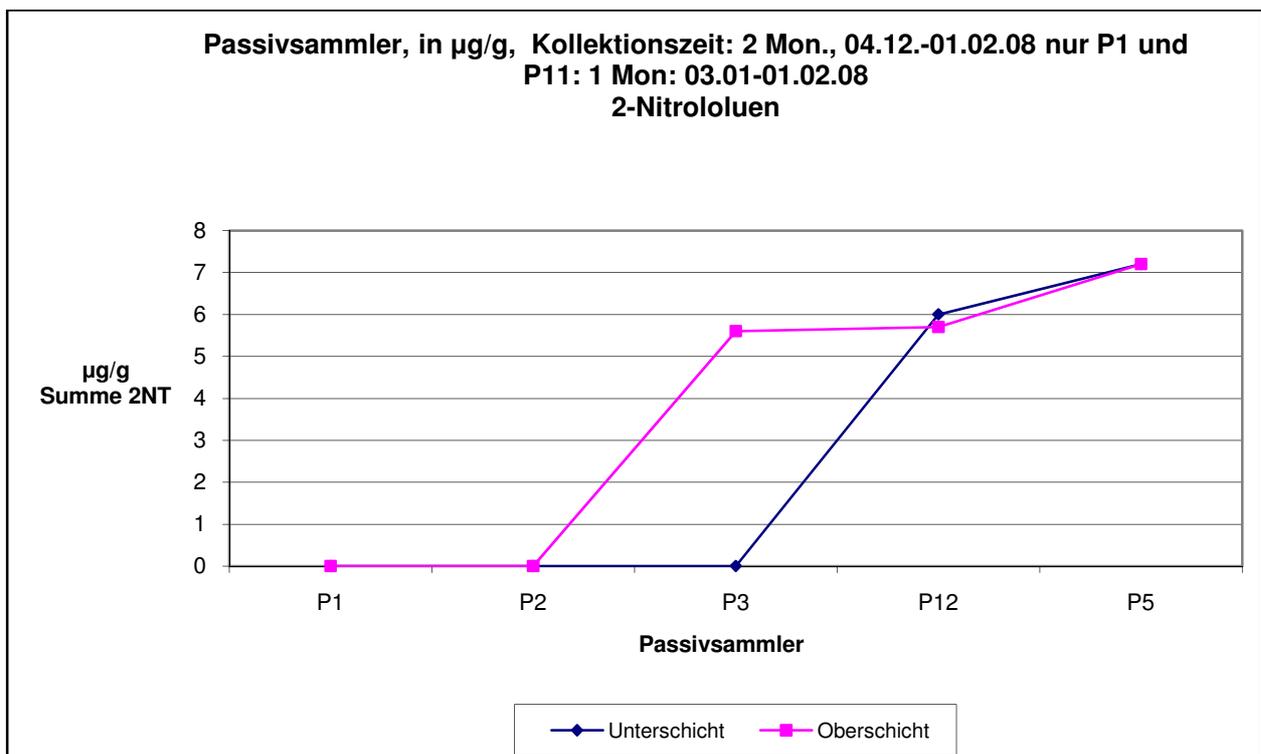
**Abb. 13:** Profil SW – NE, Zuläufe über P11 (D1), Ernst August Wasserlauf und R1 (STV)

Wie im W - E Profil wurde die Schichtung im betrachteten Zeitraum im Umfeld der Zuläufe durch die immensen Wasserzutritte zerstört (Abb. 13).

Von den Mononitrotoluolen ist nur 2NT nachweisbar. Im W - E Profil ist die Schichtung im Bereich der Zuläufe zerstört. Im Sammler P3 ist sie dagegen noch deutlich ausgeprägt. Im Bereich der Grundabgabe (P1 und P2) sind keine MNT mehr nachweisbar (Abb. 14 und 15).

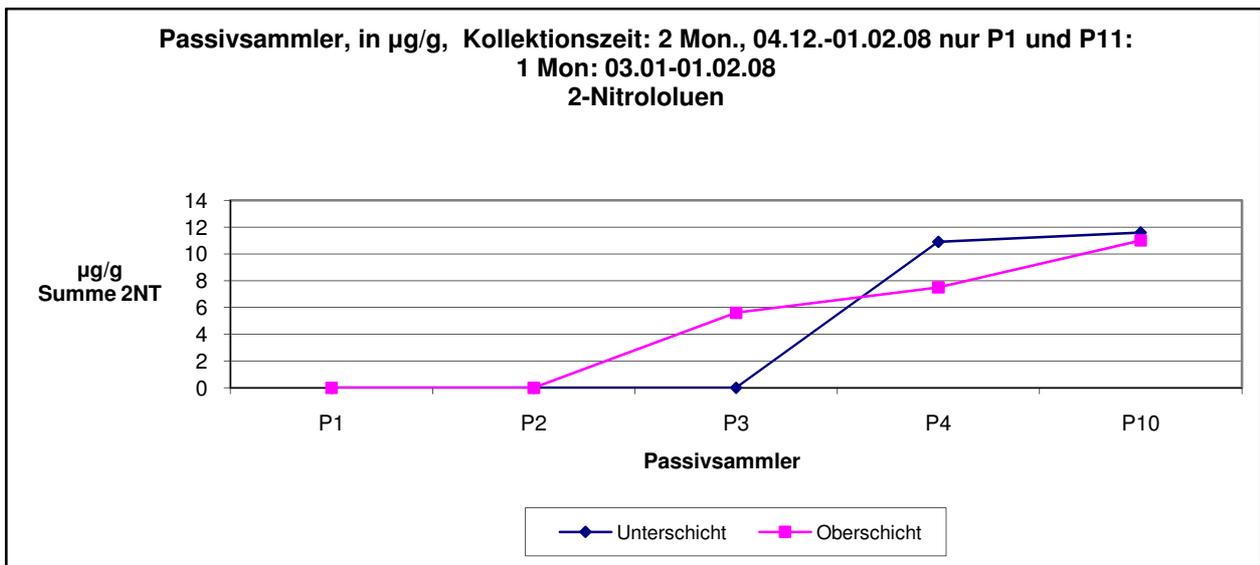


**Abb. 14:** Profil SW – NE, Zuläufe über P11 (D1), Ernst August Wasserlauf und R1



**Abb. 15:** W - E-Profil, Zuläufe über Grundabgabe MPT und Überlaufabgabe MPT

Im SW - NE Profil zeigt sich ein ähnliches Bild wie im E-W-Profil, jedoch mit deutlich höheren 2NT-Gehalten (Abb. 16). Die hydrodynamischen Bedingungen sind im Bereich der Überlaufabgabe des Unteren Pfauenteiches im Osten erheblich stärker ausgeprägt als in den Zuläufen des Schwemmfächers I in der NE-Bucht des Teiches. Dies wird aber durch die hohen 2NT-Gehalte (max. 7.500 mg/kg : 0,46 mg/kg), sowie deutliche Unterschiede in den Ablagerungsmengen kompensiert (2.700m<sup>3</sup> : 600 m<sup>3</sup>).

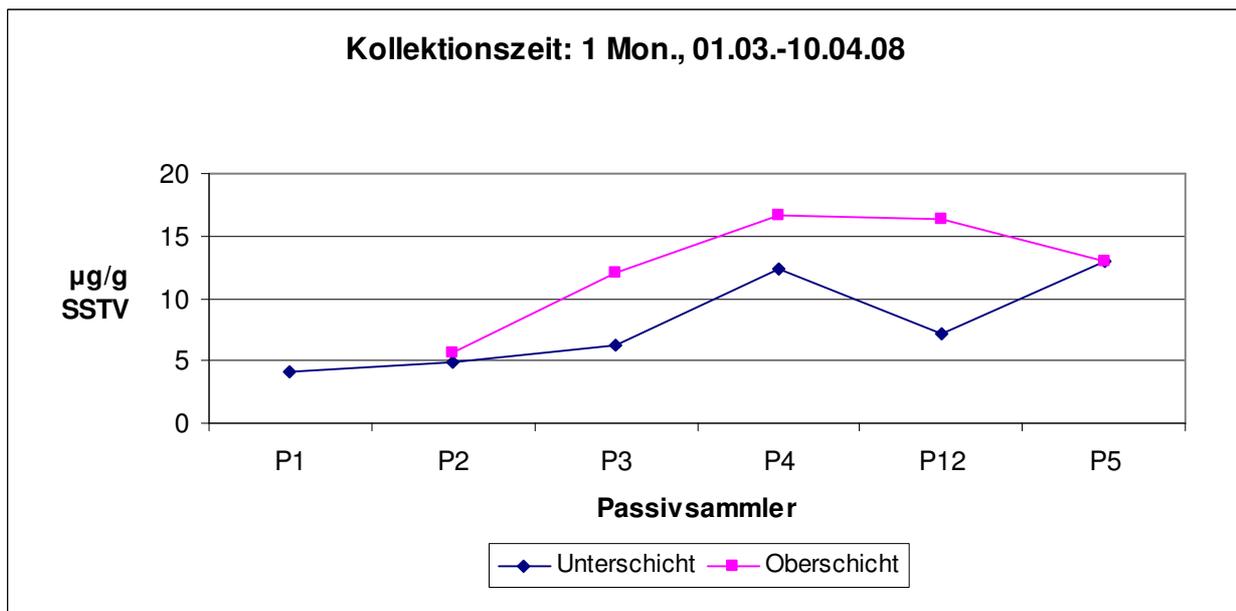


**Abb. 16:** Profil SW - NE, Zuläufe über P11 (D1), Ernst August Wasserlauf und R1

### Phase III: Untersuchungszeitraum 01. 03. 2008 – 08. 05. 2008

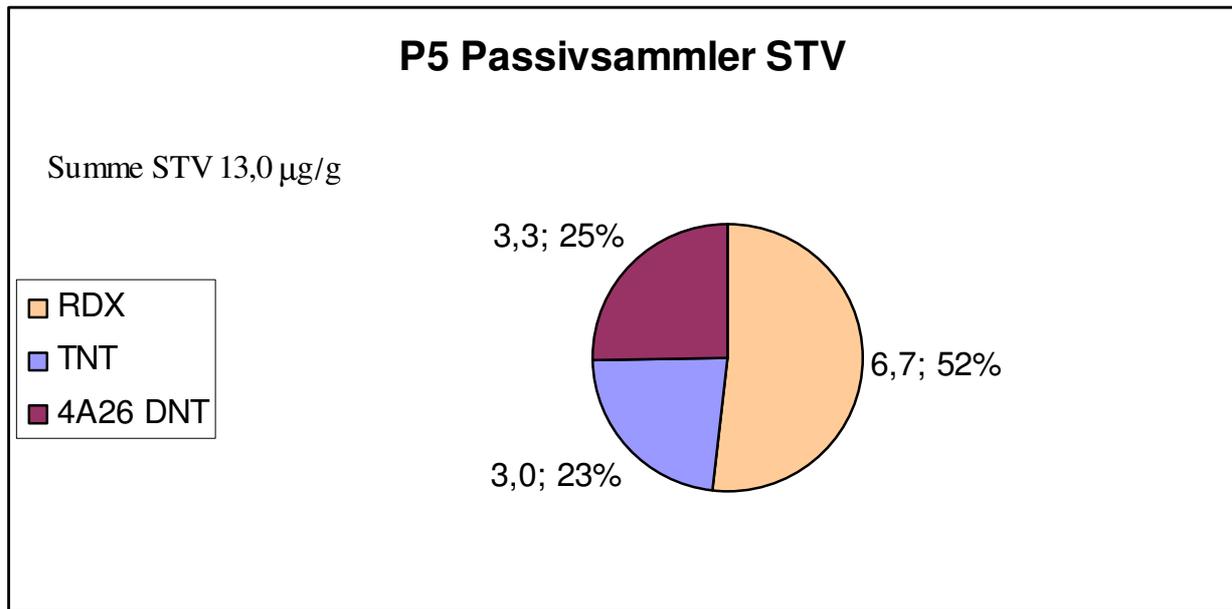
Nach den Niederschlagsereignissen baute sich im Unteren Pfaunteich wieder allmählich eine Schichtung auf, die aber nicht mehr so ausgeprägt wie in den Monaten November bis Januar war (Abb. 17). In den Passivsammlern wurden während dieser Phase keine MNT nachgewiesen.

Mit dem Einsetzen der Schneeschmelze Anfang April stellte sich erneut eine Hochwassersituation ein, die aber weder im Unteren noch im Oberen Pfaunteich zu einer Überlaufabgabe führte. Während dieser Phase wurde zusätzlich ein Schadstoffprofil durch eine Stichtagsmessung mit Schichtenwasserhebern aufgenommen. Mononitroaromate wurden weder in den Passivsammlern noch in den horizontal genommenen Wasserproben nachgewiesen.

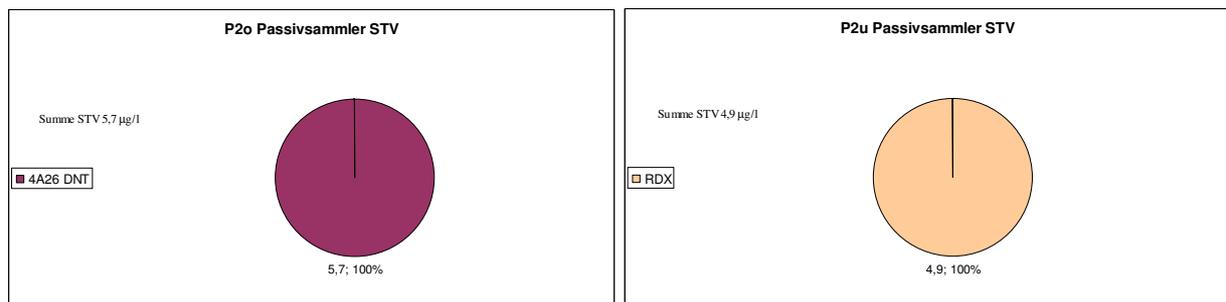


**Abb. 17:** West - Ost -Profil Zulauf über Grundabgabe MPT

Die Schichtung ist in weiten Teilen des UPT wieder deutlich erkennbar. Der Anstieg der Kurve in P4u ist möglicherweise durch Strömungen aus NE verursacht (Abb. 20).



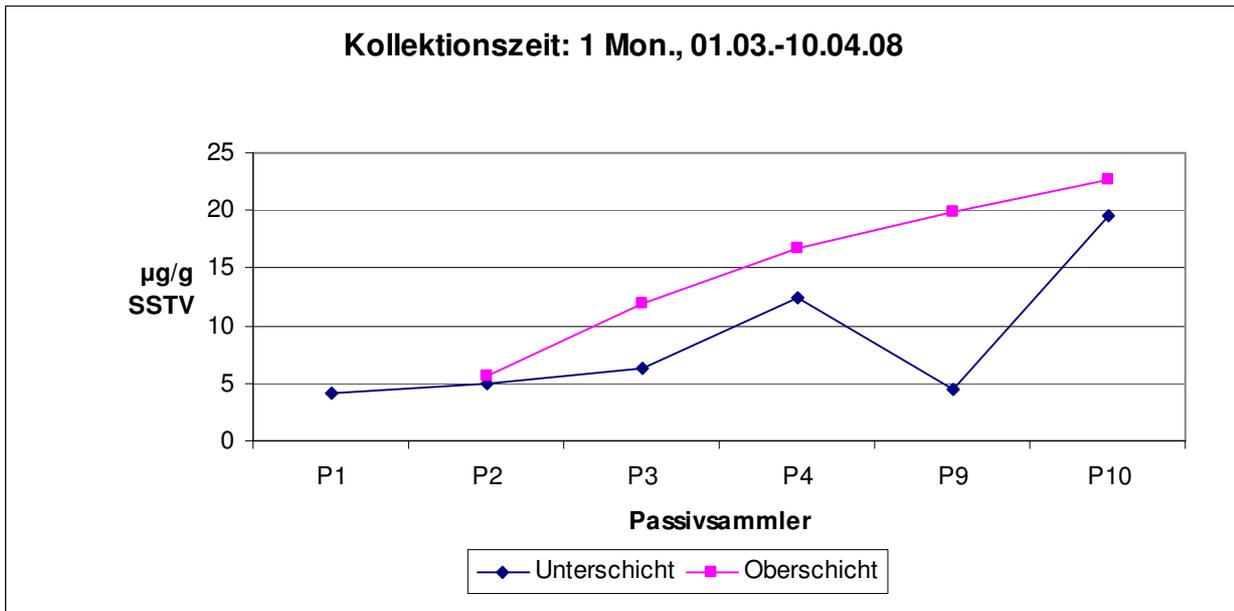
**Abb. 18:** Schadstoffzusammensetzung im Passivsammler P5 (Kollektionszeit 01.03.08–10.04.08)



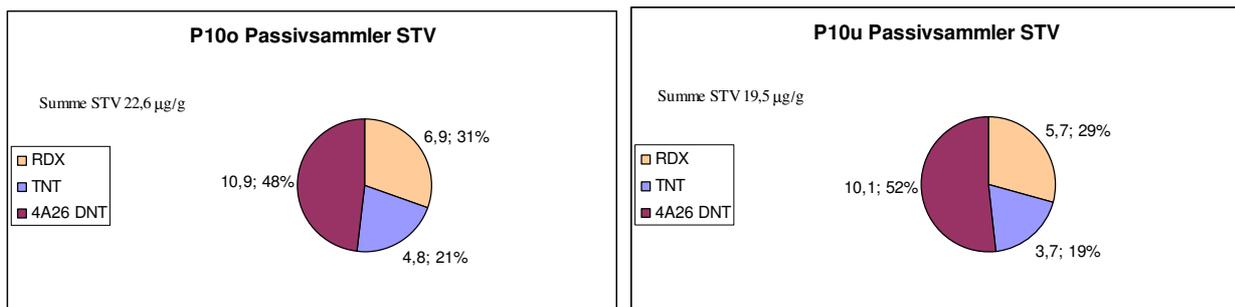
**Abb. 19:** Schadstoffzusammensetzung im Passivsammler P2u + P2o (Koll. Zeit: 01. 03. 2008 – 10. 04. 2008)

Die Schichtung ist, wie im SW – NE Profil, in weiten Teilen des UPT wieder deutlich erkennbar. Der Knick der Kurve bei P9u ist möglicherweise durch ein Abdriften des Ankers aufgrund erhöhter Strömungen während der Schneeschmelze erklärbar (Abb. 20).

In der Abschlussbeprobung im Mai wurden wieder Schichtenwasserheber eingesetzt. Eine Schichtung im Unteren Pfauenteich konnte durch die im Frühjahr einsetzende Vollzirkulation nicht mehr nachgewiesen werden. In den Wasserproben wurden keine STV mehr nachgewiesen. Die Gehalte der polaren Nitroverbindungen lagen bei allen Wasserproben bei ca. 10 µg/l (im Wesentlichen 2A46DNBS). In den Passivsammlern waren aufgrund der Kollektionszeit vom 10. April bis zum 8. Mai noch Auswirkungen der Schneeschmelze zu verzeichnen. Hier dominieren 4A26DNT bei den STV sowie 2A46DNBS bei den polaren Verbindungen.



**Abb. 20:** Profil SW - NE, Zuläufe über P11 (D1), Ernst August Wasserlauf und R1



**Abb. 21:** Schadstoffzusammensetzung im Passivsammler P10o + P10u (Kollektionszeit 01. 03. 2007 – 10. 04. 2008)

Auffällig ist bei allen Passivsammleranalysen der hohe Anteil an RDX. Bei den Wasserproben aus dem Werksgelände liegt der RDX-Anteil zwischen 0 und 2%. Die RDX - Gehalte der Schlammproben ist vernachlässigbar gering. Aufgrund der Stabilität der RDX-Verbindung ist dies eine plausible Erklärung.

### Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Analysenergebnisse der Passivsammler als Monatsmittelwerte zeigten bezüglich der Schadstoffgehalte ein deutliches Schichtungsverhalten während der Winterstagnation, die sich mit der Frühjahrsvollzirkulation im Mai wieder auflöste.

Mit dem Einsetzen des Orkans Kyrill Mitte Januar 2008 in der Untersuchungsphase II kam es zu erheblichen Überlaufabgaben im Mittleren und Unteren Pfaunteich. Die Schichtung im Epilimnion wurde nur vorübergehend im Unteren Pfaunteich im Bereich des Zuflusses der Überlaufabgabe des Mittleren Pfaunteiches zerstört und stellte sich nach der Beendigung des Zuflusses wieder ein (Abb.9).

Die Stichtagsmessung der Überlaufabgabe im Mittleren Pfauenteiches am 23. 01. 2008 ergab STV-Gehalte in Höhe von 26 µg/l. Bei einem angenommenen durchschnittlichen Überlauf von 750 m<sup>3</sup>/h ergibt sich eine Schadstofffracht von ca. 9,4 kg STV über einen Zeitraum von 3 Wochen. Der belastete Zulauf D7 zum Mittleren Pfauenteich betrug zum Zeitpunkt der Probennahme lediglich ca. 150 m<sup>3</sup>/h. Der Maximalwert des Zuflusses betrug zwischen dem 19. und 21. Januar 450m<sup>3</sup>/h (Abb. 10). Es ist davon auszugehen, dass die Schadstoffausträge zeitweise um den Faktor 3 (ca. 78 µg/l,  $\Sigma$ STV) höher als bei der Stichtagsmessung lagen.

Im Unteren Pfauenteich setzte der Überlauf zeitversetzt am 23. 01. 2008 ein und dauerte knapp zwei Tage. Am 28. 01. 2008 kam es erneut zu einem ca. eintägigen Überlauf (Abb. 11). Über die Überlaufabgabe wurden ca. 54.000 m<sup>3</sup>, mit Schadstoffgehalten von ca. 11 µg/l ( $\Sigma$  STV) (Stichtagsmessung am 23. 01. 2008), in den Zellbach geleitet. Die Schadstofffracht dürfte in den insgesamt ca. 2,5 Tagen Überlauf bei ca. 1 kg liegen (inkl. polare Nitroverbindungen). Der belastete Zulauf D1 zum Unteren Pfauenteich betrug zum Zeitpunkt der Probennahme lediglich 50 m<sup>3</sup>/h. Der Maximalwert des Zuflusses betrug zwischen dem 20. und dem 22. Januar ca. 250m<sup>3</sup>/h (Abb. 11). Es ist davon auszugehen, dass die Schadstoffausträge zeitweise um den Faktor 5 (ca. 55 µg/l  $\Sigma$  STV) höher als bei der Stichtagsmessung lagen.

Die Geringfügigkeitsschwellenwerte der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die drei Hauptschadstoffkomponenten TNT, 2A46DNT + 4A26DNT (ca. 97 % der gesamt STV) liegen jeweils bei 0,2 µg/l. Diese humantoxikologischen Prüfwerte werden teilweise um das 100fache überschritten.

Bei einer Schutzgutbetrachtung, insbesondere bezüglich der menschlichen Gesundheit, müssen die Überlaufabgaben bzw. das Schichtungsverhalten dimiktischer Seen in Zukunft als zwingend notwendig betrachtet werden. Ein Schadstoffmonitoring allein über die Grundabgabe führt zu keiner abschließenden Gefährdungsbetrachtung und zu keiner vorbeugenden Überwachungs- und Sicherungsmaßnahme.

### Abkürzungsverzeichnis

2NT	2 Nitrotoluol
2ADNT	2 Aminodinitrotoluol
2A46DNBS	2 Amino 46 Dinitrobenzoesäure
4ADNT	4 Aminodinitrotoluol
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
MNT	Mononitrotoluol
MPT	Mittlerer Pfauenteich
RDX	Hexogen
STV	Sprengstofftypische Verbindungen
UPT	Unterer Pfauenteich
TNT	Trinitrotoluol

### Literatur

BICK, H. (1998): Grundzüge der Ökologie, G. Fischer-Verlag, Stuttgart, Jena

BMBF (2001): Forschungsvorhaben: Maßstabsgerechte Erprobung biologischer Verfahren mit Erfolgskontrolle am Standort Werk Tanne 1997 bis 2000, Abschlussbericht 5/2001, IABG Berlin unveröffentlicht

- GRUMMT, T. (1995): Genotoxizitätstestung von Bodenproben am Standort CLZ nach biologischer Sanierung, Dessau, unveröffentlicht
- GRUMM, T. (2008): Ergebnissegenotoxischer Untersuchungen ausgewählter polarer und unpolarer Nitroaromaten, Standort Clausthal Zellerfeld, in Leitfaden: natürliche Schadstoffminderungsprozesse bei STV, BMFT, KORA TV5, IABG-Berlin
- HAAS, R.& PFEIFFER, F. (2008): Passivsammler – Zeitlich integrierende Probenahme für Wasser – wie geeignet sind sie für STV? Beispiel „Werk Tanne“, Clausthal Zellerfeld, in Leitfaden: natürliche Schadstoffminderungsprozesse bei STV, BMFT, KORA TV5, IABG-Berlin,
- HERRMANN, B., ZIMMERMANN, T., KAMINSKI, L., LÖW VON E.& STEINBACH, H. (2008): Transformationswege von STV im Oberboden und Oberflächenwasser, in Leitfaden: natürliche Schadstoffminderungsprozesse bei STV, BMFT, KORA TV5, IABG-Berlin
- KÖRDEL, W., HÖRNER, J., HENNEKE, D., SINGH, N., BAUER, A.& BERGENDAHL, E. (2008): Effektivität von Natural Attenuation in der ungesättigten Zone am Standort Clausthal, in Leitfaden: natürliche Schadstoffminderungsprozesse bei STV, BMFT, KORA TV5, IABG-Berlin
- LANDES UMWELTMINISTERIUM BRANDENBURG, (2000): Leitfaden Sanierungsuntersuchungen, Potsdam
- LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser; Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Unterausschuss Geringfügigkeitsschwellen des Ausschuss Grundwasser und Wasserversorgung, Berlin
- LK GOSLAR / ARGE WERK TANNE (1994): Bericht zu Maßnahmen zur Sicherung und Sanierung Teilaufgabengebiet Pfauenteiche, Goslar, unveröffentlicht
- MANISIK, U. (2010): Hydrologie und Wasserwirtschaft, Springer Verlag, Heidelberg
- ZILS, W. (2002): Gefährdungsabschätzung: Wirkungspfad Sickerwasser für die Liegenschaft "Werk Tanne", IABG-Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W. (2004): Voruntersuchung zur Reduzierung der Schadstoffausträge der Teileinzugsgebiete D1 und D4a für die Liegenschaft "Werk Tanne" IABG-Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W. (2005): Monitoring Oberflächenwasser Teileinzugsgebiete D1 und D4a, für die Liegenschaft "Werk Tanne" IABG-Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W. (2005): Überprüfung der Belastungsprofile der Teileinzugsgebiete D1 und D4a für die Liegenschaft "Werk Tanne", IABG-Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W. (2005): Belastungsprofil der Kanalisation im Einzugsbereich der Sickerwasserreinigungsanlage, "Werk Tanne" Clausthal-Zellerfeld, IABG-Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W. (2006): Überprüfung des Belastungsprofils der Kanalisation im Einzugsbereich der Sickerwasserreinigungsanlage, IABG-Berlin, unveröffentlicht

- ZILS, W. (2006): Konzept zur Sanierungsuntersuchung und zum Sanierungsplan nach BBodSchG und BBodSchV für das Teileinzugsgebiet D4a der ehemaligen Sprengstofffabrik „Werk Tanne“ in Clausthal-Zellerfeld, IABG-Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W. (2007): Eigenkontrollmaßnahmen „Pfaunteiche / Werk Tanne“, IABG Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W. (2008): Belastungsprofil „Unterer Pfaunteich“, in Clausthal Zellerfeld, IABG Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W. (2008): Sanierungskonzept und Variantenvergleich Schwemmfächer „Unterer Pfaunteich“ IABG Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W. & RONGEN, P. (2003): Voruntersuchung zur abschließenden Gefährdungsabschätzung, IABG / EN-PRO-TEC, Berlin / Nordhorn, unveröffentlicht
- ZILS, W. & RONGEN, P. (2004): Zusammenfassende Gefährdungsabschätzung für den Mittleren - und Unteren Pfaunteich, IABG / EN-PRO-TEC, Berlin / Nordhorn, unveröffentlicht
- ZILS, W. & HINGST, G. (2010): Ergebnisbericht, Sanierungsvoruntersuchung der Schlammfächer des Unteren- und Mittleren Pfaunteiches in Clausthal Zellerfeld, IABG Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W., HINGST, G. & UHDE, J. (2010): Ergebnisbericht, Sicherungsmaßnahmen zur Verhinderung von Schadstoffausträgen in den Zellbach während der Teilabsenkung des Unteren- und Mittleren Pfaunteiches in Clausthal Zellerfeld, IABG Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W., HINGST, G. & UHDE, J. (2010): Sanierungsplanung für die Sanierung der Schlammfächer des Unteren- und Mittleren Pfaunteiches in Clausthal Zellerfeld, IABG Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W., HINGST, G. & UHDE, J. (2011): Sanierungsbericht für die Sanierung des Schlammfächers I und II im Unteren Pfaunteich in Clausthal Zellerfeld, IABG Berlin, unveröffentlicht
- ZILS, W., HINGST, G. & UHDE, J. (2012): Sanierungsbericht für die Sanierung des Schlammfächers III im Mittleren Pfaunteich in Clausthal Zellerfeld, IABG Berlin, unveröffentlicht

Documenta naturae	192.1	pp. 131-135	München	2013
-------------------	-------	-------------	---------	------

## **Rehabilitation and Reopening of Ngwenya Iron Ore Mine, Swaziland**

### **Economic Profit vs. Ecologic and Geoheritage Protection**

**Thomas Schlüter & Thobile Khumalo**

**Abstract:** Ngwenya Iron Ore Mine was commercially exploited till the late 1970s. The tailings of the mine located largely along its eastern site are apparently now a profitable resource of iron that in future may also be exploited. Problems linked to the surrounding environment and protection of the site as a World Heritage Site are briefly illustrated and discussed.

**Key words:** Ngwenya iron ore mine, Banded Iron Formation, tailings, environmental concerns, economic profit, World Heritage Site.

**Zusammenfassung:** Die bis in die späten siebziger Jahre kommerziell genutzte, sedimentäre Eisenerzlagerstätte von Ngwenya enthält vermutlich in ihrem Abraum genügende Mengen an Eisenerz, um eine erneute Wiederinbetriebnahme zu rechtfertigen. Die damit verbundenen ökologischen Probleme und Fragen zum Geotopschutz werden kurz dargestellt.

**Schlüsselwörter:** Ngwenya Eisenerzlagerstätte, Bändereisenbildung, aufgelassenes Eisenerz, Umweltprobleme, Profitabilität, Weltkulturerbe.

**Address of the Authors – Anschrift der Autoren:** Prof. Thomas Schlüter, Department of Geography, Environmental Science and Planning, University of Swaziland, Private Bag 4, Kwaluseni, Swaziland. Email: thomas.schlueter2008@googlemail.com  
Thobile Khumalo, Sustainable Technology (Pty) Ltd., Manzini, Swaziland, Email: thobile\_khumalo@yahoo.com

#### **Location, Deposit, Age and Significance of Ngwenya**

Ngwenya Iron Ore Mine (Fig. 1) is located on the Bomvu Ridge, about 20 km NW of Swaziland's capital Mbabane. It is a sedimentary deposit and was formed during Precambrian times, around the boundary between the Archean and the Proterozoic, i.e. 2.5 Ga (Hofmann 2005). Its stratification is conversantly defined as Banded Iron Ore Formation (BIF), or according to similar deposits in Brazil also as itabirites (Fig. 2). This means that a horizontal, darker rich iron ore layer is succeeded by another horizontal, much lighter layer of hornfels, and this again by a horizontal iron ore layer, and so on. However, the Ngwenya iron ore layers are generally not more in their originally horizontal position, but have often been turned up into an almost perpendicular position, indicating various phases of tectonic movements since the original deposition.

The area of the Bomvu Ridge was first explored in 1946, when the Geological Mines and Survey Department started prospecting in the Ngwenya Massif (Hunter 1962). However, it had already been identified as an economically viable deposit in 1889, but had been forgotten for more than 50 years. By 1957 prospecting operations had started and reserves of ore were identified in the range of 30,000,000 tons, with a mean value of about 60% metallic iron content.



**Fig. 1:** Former Ngwenya Iron Mine in its current condition. The former mining terrasses are largely covered by vegetation and a lake fed by rainwater has filled the ground.



**Fig. 2:** Sample of BIF deposition at Ngwenya (length of the sample about 24 cm).

After various infrastructural efforts production of metallic iron started in 1964. By 1977 the richer ores in the centre of the deposit had all been extracted, and there remained laterally only those ranging from 25 to 50%. By 1980 about 20,000,000 tons of the high-grade hematite had been removed, including all the stockpiles previously assembled. The mine closed in 1980 (Fig. 3+ 4).

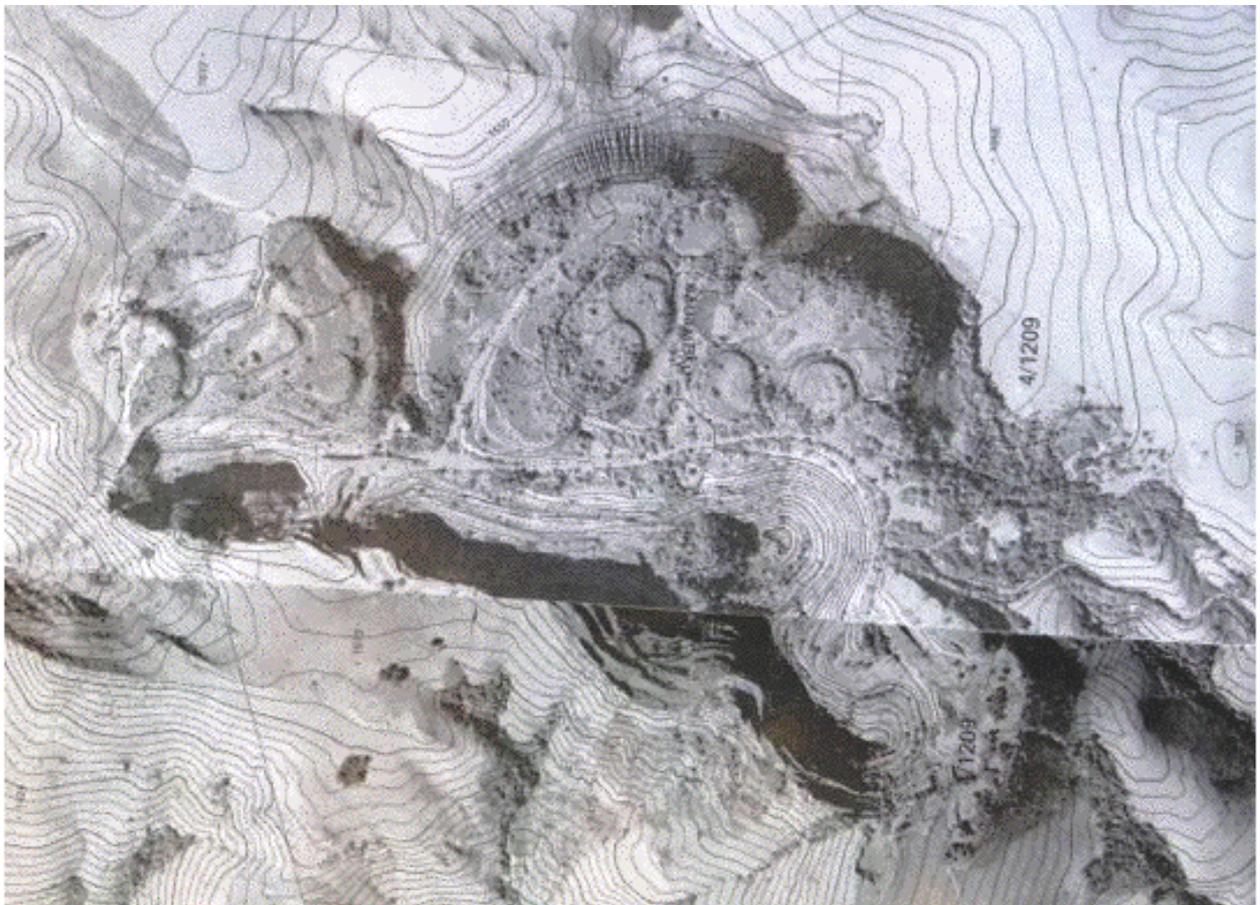
Apart from the direct revenue of the iron ore deposit it should be noted that the mining activities were also responsible for the modern road system of Swaziland. The location of the iron ore on the western border of Swaziland, with the export outlet on the eastern border opposite Mocambique led to the creation of a road and rail infrastructure across the whole country. To get the iron ore to Maputo (then Lourenço Marques), two railway lines were built, one in Swaziland to the Mocambiquan border (218 km), and one from Maputo to the railhead near the small town of Goba at the border. Also an electricity supply network was erected.

### Reopening of the Mine

As can be easily interpreted from aerial photographs of the site (Fig. 3 and 4), large dumps or tailings of formerly excavated iron ore (with a lower content of pure iron) are still located especially along the eastern part of the industrial mining site. An amount of 96,000,000 tons of ore is anticipated for the deposit, and about 58,000,000 tons in the stock pile slimes, with an average of about 43% metallic iron ore (Schlueter 2012).



**Fig. 3:** Aerial photography of former Ngwenya iron ore mine and its tailings (left: north, right: south).



**Fig. 4:** Aerial photography showing the extent of the tailing sites at the former Ngwenya iron ore mine right off the mining excavations (left: north, right: south).



**Fig. 5:** Ngwenya Mine Visitors Centre, a tourist attraction at the site



**Fig. 6:** Reconstruction of an indigenous ore smelting man in late Neolithic times at the Ngwenya Mine Visitors Centre

### Ecologic and Geo-Protection Challenges

However, there are environmental concerns that reopening of Ngwenya Iron Ore Mine will result in pollution of water consumed by neighboring communities and even Mbabane residents. The Ngwenya Massif serves as a source for various streams: On its western side, the source of the Mlondozi River flows towards the border of the country; on the northern and eastern side of the tailings, adjacent to the saddle block, is the source of the Motshane River flowing down to Hawane. Its water is then consumed by surrounding communities and the people of Mbabane. Analysis of this water yielded below drinking water standards due to high chemical oxygen demand. Mitigating these negative effects, it is said that there are plans underway to construct coffer dams and settlement ponds to retain polluted water. These coffer dams will be utilized as silt traps in order to remove sand/silt particles in suspension and reduce sedimentation in the recipient streams. Care will also be taken to safeguard straying wildlife from the nearby Malolotja Nature Reserve.

Ngwenya Iron Ore Mine has preliminarily been nominated by UNESCO as a World Heritage Site, but has not yet officially received this status (pers. comm. Fumiko Ohinata, UNESCO Nairobi Office, May 2011). Several Stone Age artifacts have been found in the mine during its industrial exploration in the 1960s and early 1970s. Their age was established at about 41,000 and 43,000 years. This makes Ngwenya the oldest mine in the world. The site was also known to early humans for its deposit of red ochre and specularite, which were both used in cosmetics and in rituals.

Red ochre from Ngwenya was extracted by ancestors of the San People and used in rock paintings. By about 400 AD, pastoralist Bantu tribes had arrived, who were familiar with the smelting of iron ore, and traded their metallic iron widely through the southern part of the continent. Ancient mining tools found in the site were more specialized and foreign to those found at other Stone Age sites. They produced therefore evidence of early iron ore mining, which has led to a gradual change of tools in the region from stone tools to iron tools.

Ngwenya Iron Ore Mine fulfills therefore most of the obligatory criteria of authenticity and integrity for the status of a World Heritage Site. Additionally, a well-equipped museum (Ngwenya Mine Visitors Centre, Fig. 5+6) has been established at the site which shows for

interested visitors the activities that have occurred here since Stone Age times. These facilities at Ngwenya serve therefore also for income-generating purposes, which may in future be more widely extended (Schlueter 2010).

## References

- Hofmann, A. (2005): The geochemistry of sedimentary rocks from the Fig Tree Group, Barberton greenstone belt: implications for tectonic, hydrothermal and surface processes during mid-Archaeon times.- *Precambrian Research*, 143: 23-49; Amsterdam.
- Hunter, D. R. (1962): Mineral Resources of Swaziland.- Bulletin 2, Geological Survey and Mines Department, 1-91; Mbabane.
- Schlueter, T. (2010): Highlights of the Geology of Swaziland.- In: Socioeconomic Development and the Environment in Swaziland, Tevera, D. & Matondo, J. I. (eds.): 30 –38; Manzini.
- Schlueter, T. (2012): Statement on the Current State of Art of Ngwenya Iron Ore Mine Dumps for Reprocessing and Rehabilitation.- Unpublished Report, University of Swaziland: 1-3; Kwalus