

documenta

naturae

No. 192 Vol. 4

München 2013

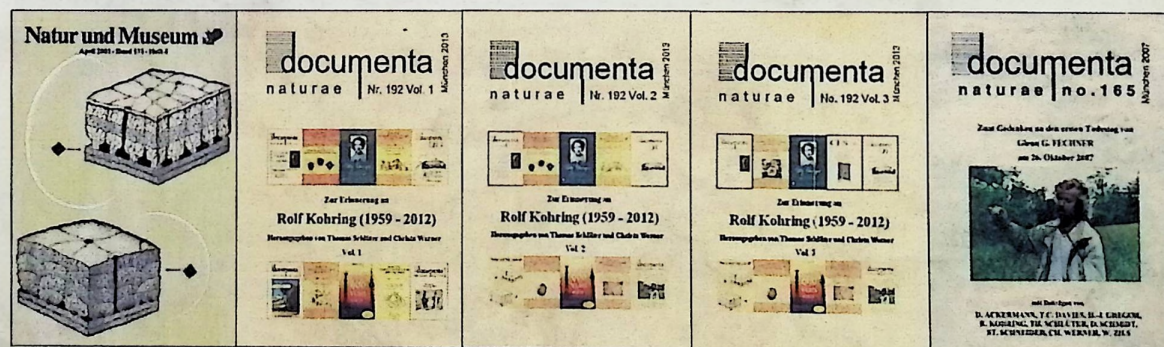


Zur Erinnerung an

Rolf Kohring (1959 - 2012)

Herausgegeben von Thomas Schlüter und Christa Werner

Vol. 4



Documenta naturae

Nr. 192 Vol. 4

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

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

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 2014 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
1997, Kohring & Kreft 2003, Kohring 1999, Kohring & Schlüter 1993. Unten von links nach
rechts: Titelseiten von Kohring 2001, Documenta naturae 192.1, Documenta naturae 192.2,
Documenta naturae 192.3, Kohring 2007 (Fechner-Gedenkband)

A rare new demosponge from the Solnhofen Lithographic Limestone (Upper Jurassic, Bavaria, Germany)

J. REITNER

Abstract

From the Lower Tithonian of the Eichstätt realm a new exceptional demosponge taxon is described. The new taxon *Hruodospongia lithographica* n. gen. n. sp. is related to the Halichondrida/Axinellida based on the spicule arrangements and architecture. The sponge grew on a stem of unknown origin and was probably drifting for a while from a shallower, oxygen-rich environment before sinking down in the oxygen-depleted deeper water of the Eichstätt "Wanne" (lagoonal basin). Sponges are rare within the typical Plattenkalk facies, because the oxygen-poor benthic environments which did not allow the growth of sessile benthos which were transported from carbonate platforms nearby. Discussed is also the paleoecology and systematic relationship of further dubious demosponges found in the Plattenkalk facies.

Key words: Upper Jurassic, Tithonian, Porifera, demosponges, Solnhofen Lithographic Limestone, Bavaria, Germany

Address of the author:

Prof. Dr. Joachim Reitner, Geobiology, GZG, University of Göttingen,
Goldschmidtstr. 3, 37077 Göttingen, Germany, Email: jreitne@gwdg.de

Introduction

Sponges are usually very common in the upper Jurassic and often form a special reef-type facies (e.g. Leinfelder 1993). Normally most sponges prefer clear, oxygen-rich oligotrophic water which is characteristic for most reef facies. The Kimmeridgian and Tithonian sponge build-ups were dominated by lithistid demosponges cemented by microbial crusts. Within the older Oxfordian sponge reefs, hexactinellid sponges have often played the dominate role. The lower Tithonian Plattenkalk facies is a typical restricted lagoonal facies embedded between sponge and coral reefs of the vast reef belt of the northern margin of the alpine ocean system. The typical Tithonian Plattenkalk facies (Malm zeta 2b) exhibits only few occurrences of benthic organisms (ophiurids, polychaetes, bivalves, etc.) and they are restricted to certain lagoons ("Wannen"), e.g. from Pfalzpaint, Zandt, and some others (Röper et al. 1999, 2001; Keupp & Schweigert 2012) which probably had short-time oxygen enriched water masses. The lagoonal basins of the southern Franconian Alb exhibit two major sedimentological-stratigraphic events, the so-called "Krumme Lagen", the lower "Trennende Krumme Lage" which separates the lowermost Tithonian (zeta 2a) from the central Plattenkalk series (zeta 2b) and the "Hangende Krumme Lage" from the "Mörnsheimer Schichten" (zeta 3) (Barthel 1978; Viohl 1998; Kölbl-Ebert et al. 2005). These up to meters thick layers were probably caused by earth quakes strongly synsedimentarily folded and sometimes bearing shallow water organisms like sponges from the surrounding reefs. These events could mixed up the stagnant lagoonal waters with oxygen. Sponges are very rare and only two taxa have up to now been described, the hexactinellid *Ammonella quadrata* Walter 1904 (Keupp & Mehl 1994) and the demosponge *Neochioaella frattigianii* Keupp & Schweigert 2012. The autochthonous nature of these sponges is questionable, it is more convincing that they were transported from a shallower oxygenated environment.

Taxonomy and Systematics

The here presented taxonomic framework is based on "Systema Porifera" (Van Soest & Hooper 2002)

Phylum Porifera Grant, 1836

Class Demospongiae Sollas, 1875

Order Halichondrida/Axinellida

Genus: *Hruodospongia* n.gen.

Diagnosis: see diagnosis of the type species

Ethymology: The origin of the first part of the name is called after the old German word "Hruodo" for the modern name "Rolf". The literal meaning of "Hruodo" is glory and wulf. The second part is named after the Latin word *spongia* for sponge. The sponge is dedicated to PD Dr. Rolf Kohring, a deceased German palaeontologist.

Type species

Hruodospongia lithographica n.sp.

Holotype: Collection of the Geoscience Museum Göttingen GZG.INV. 78089

Fig.1-5

Diagnosis

Bowl-shaped demosponge with well developed plumose-like arranged dermal diactine spicules of some millimeters in length and reticulately arranged choanosomal diactine spicules. The dermal layer is prominently developed and gives the sponge the presented shape. The spicules of the dermal layer protrude outside the sponge body.

Ethymology:

after "Lithographic Limestone"

Material, *Locus typicus* and *stratum typicum*:

Only the holotype collected from the Wintershof quarry close to Eichstätt, Lower Tithonian (Malm zeta 2b).

Description of the holotype

The bowl-shaped specimen has a maximum diameter of 14,4 cm in the longitudinal axis. Perpendicular to the longitudinal axis the specimen has a diameter of 11 cm. The sponge is grown on a stem of unknown origin. The stem has a length of 4 cm. The sponge lithified tissue has light brownish colour caused by iron hydroxides, probably oxidised very small pyrite crystals (fig.1). The central part of the sponge body exhibits star-shaped calcite cemented structures of ca. 1cm size. These features resemble *septaria*-like structures in carbonate concretions. The formation of

these calcite-cemented structures is probably related with synsedimentary shrinkage of hydrated taphonomically formed carbonate minerals (fig.3). Within the central part of the sponge no spicule remains are documented. The outer rim of the sponge is ca. 2 cm thick and exhibits the dermal spicule arrangements (fig.2-4). The former sponge tissue is partly preserved in small knobby calcite crystals and related with brownish iron hydroxide cover (fig.1). Also part of the spicular skeleton is preserved in irregular calcite rows (fig.3, 4). Spicules at the outer margin of the sponge are preserved in small granular brownish to black aggregates resembling small pyrite crystals (fig.2). The dermal spicular skeleton is characterised by plumose-like arranged, slightly curved diactine spicules of a length of 3-4 mm with a thickness of 200 μm (fig.2). The preserved plumose bundles show 6 to 8 spicules. The choanosomal spicular skeleton is only fragmentarily preserved. Some remains show a reticulate arrangement (fig.5). The choanosomal spicules are also thin diactines with a length of ca. 2-3 mm. The dermal plumose spicule bundles and the reticulate spicule arrangements of the central choanosomal area resemble a typical halichondrid spicule arrangement.

Discussion

As already mentioned, sponges are rare in the Solnhofen Plattenkalk facies. Most sponges need a firm ground to settle down and only few modern type sponges are adapted to low oxygen conditions. The lagoonal Plattenkalk facies was therefore not an advantageous environment for sponges, however, the surrounding reefs were inhabited with abundant sponge communities. This is documented by sponge-rich mass flows which are common especially in the slightly younger Mörsheimer Schichten (Malm zeta 3) and also in the "Krummen Lagen". Only few sponges have already been described *Ammonella quadrata* Walter 1904 (Keupp & Mehl 1994) and the demosponge *Neochaiaella frattigianii* Keupp & Schweigert 2012 and they were probably also drifting from the reef areas before sinking down in low oxygenated lagoonal waters. Their autochthonous character is in any case doubtful. The here described specimen was also floating. The sponge grew on a stick of unknown origin light enough to drift some time before sinking down.

There are further types of drifting/floating sponges, e.g. "*Phyllothallus*" *elongatus* (Sternberg 1833), which were primarily related to brown algae Rothpletz (1896) and relatively common (fig.6). However, the sponge nature of these fossils was already discussed by Goldfuß (1826-1833) and Schimper (1869), but they do not show any

evidence. Dietl & Schweigert (1999, 2001) classified these algae-like structures as "soft sponges", because they found rhax-like spicules, characteristic large microscleres of the tetractinellid taxon Geodiidae and also of the hadromerid *Placospongia* (e.g. Boury-Esnault 1973, Becking 2013). They oblige to use the still valid old name *Codites* established by Sternberg 1883. A detailed fresh look at some specimens has shown, that "*Phyllothallus elongatus*" is really a sponge with affinities to sterraster- and selenaster-bearing demosponges due to a dense cortex of these large dermal microscleres (100-150µm) and they also exhibit abundant oscular pores (250µm), a distinct sponge character (fig.7). However, no megascleres were found and therefore a clear taxonomic classification and relationship is difficult. The only known sponge taxon with exclusively large dermal microscleres is the hadromerid *Chondrilla grandistella* Thiele 1900 (Reitner 1992). However, the microscleres are large star-shaped euasters and not sterr- or selenasters (discussion in Reitner 1991, 1992). A detailed re-description of these sponges is in process. These types of demosponges are more common in Jurassic fossil record and they also represent an important parautochthonous faunal element within the Solnhofen Lithographic Limestone. The taxon *Rhaxella* (Hinde 1893) is common in Jurassic and Cretaceous shallow water environments (e.g. Reitner 1994, Helm & Schülke 1998, Helm et al. 2003, Delecat et al. 2001) and they also form types with a secondary calcareous basal skeleton (Reitner 1992).

All known sponge specimens from the Solnhofen Lithographic Limestone are parautochthonous and probably drifting from surrounding reefs. The good preservation of the specimens is related to oxygen-depleted deep basin water of the Plattenkalk lagoons. The taphonomy of the tissue and also of the spicules was related with strong microbial sulphate reduction, proofed by abundant iron hydroxides which are oxidised small pyrite crystals.

Acknowledgements

The author greatly acknowledges the Courant Research Centre Geobiology (DFG, Excellence initiative, University of Göttingen) for financial support and Gabriele Schmidt for improving the English version of the manuscript.

References

Barthel, K. W. (1978): Solnhofen - Ein Blick in die Erdgeschichte. - 393 p.; Thun (Ott Verlag).

Becking, L.E. (2013): Revision of the genus *Placospongia* (Porifera, Demospongiae, Hadromerida, Placospongiidae) in the Indo-West Pacific.- *ZooKeys*, 298: 39-76.

Boury-Esnault, N. (1973): Résultats Scientifiques des Campagnes de la 'Calypso'. Campagne de la 'Calypso' au large des côtes atlantiques de Amérique du Sud (1961-1962). I. 29. Spongiaires.- *Annales de l'Institut océanographique* 49 (Supplement 10): 263-295.

Delecat, S., Peckmann, J. & Reitner, J. (2001): Non-Rigid Cryptic Sponges in Oyster Patch Reefs (Lower Kimmeridgian, Langenberg/Oker, Germany).- *Facies*, 45: 213-245.

Dietl, G. & Schweigert, G. (2001): Im Reich der Meerengel - Der Nusplinger Plattenkalk und seine Fossilien, 1-144. Verlag Dr. Friedrich Pfeil (München).

Dietl, G. & Schweigert, G. (1999): Nusplinger Plattenkalk. Eine tropische Lagune der Jura-Zeit.- *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, C45: 1-64.

Goldfuß, G.A. (1826-1833): *Petrefacta Germaniae*. Abbildungen und Beschreibungen der Petrefakten Deutschlands und der angrenzenden Länder. Band 1, 252 p. Arnz & Co., Düsseldorf.

Helm, C & Schülke, I. (1998): A coral-microbialite patch reef from the Late Jurassic (Florigemma-Bank, Oxfordian) of NW Germany.- *Facies*, 39, 75-104.

Helm, C., Reutter, M. & Schülke, I. (2003): Der Korallenoolith (Oberjura) im Osterwald (NW-Deutschland, Niedersächsisches Becken): Fazielle Entwicklung und Ablagerungsdynamik.- *Z. dt. geol. Ges.*, 153: 159-186.

Hinde, G. J. (1893): A Monograph of the British fossil Sponges. Part III. Sponges of the Jurassic Strata.- Palaeontographical Society, 189-254; London.

Hooper, J.N.A. & Van Soest, R.W.M. (2002) (eds.): Systema Porifera. A Guide to the Classification of Sponges.- Kluwer, New York.

Keupp, H. & Mehl, D. (1994): *Ammonella quadrata* Walther 1904 (Porifera, Hexactinellida) aus dem Solnhofener Plattenkalk von Pfalzpaint: Relikt aus dem Altpaläozoikum?- Archaeopteryx, 12: 45–54.

Kölbl-Ebert, M., Röper, M. & Leinfelder, R.R. (2005): 4th International Symposium on Lithographic Limestone and Plattenkalk.- Zitteliana, B26, 1-96.

Leinfelder, R.R. (1993): Upper Jurassic reef types and controlling factors. A preliminary report.- Profil, 5: 1-45, Stuttgart.

Reitner, J. (1991): Phylogenetic Aspects and new Descriptions of spicule-bearing Hadromerid Sponges with a secondary calcareous skeleton (Tetractinomorpha, Demospongiae).- In: Reitner, J. & Keupp, H. (eds), Proc. Fossil & Recent Sponges, 179-211; Berlin (Springer).

Reitner, J. (1992): Coralline Spongien. Der Versuch einer phylogenetisch-taxonomischen Analyse. Berliner geowiss. Abh., Reihe E, 1: 1-352.

Reitner, J. (1994): Mikrobialith-Porifera Fazies eines Exogyren/Korallen Patchreefs des Oberen Korallenooliths im Steinbruch Langenberg bei Oker (Niedersachsen).- Berliner Geowiss Abh E, 13: 397-417.

Röper, M., Leich, H., & Rothgaenger M. (1999): Die Plattenkalke von Pfalzpaint (Landkreis Eichstätt), 1–119. Eichendorf: Eichendorf-Verlag.

Röper, M., Schweigert, G., & Rothgänger, M. (2001): Exkursionsführer. – Jahrestagung 2001 in Solnhofen; Deutsche Stratigraphische Kommission, Subkommission für Jurastratigraphie, 70 p.

Rothpletz, A. (1896): Über Flysch-Fucoiden und einige andere fossile Algen, sowie über liasische, Diatomeen führende Hornschwämme.- Z.dt.geol.Ges., 48, 854-914.

Schimper, W.P. (1869): Traité de paléontologie végétale ou la flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologique et la flore du monde actuel, part 1, 1–740. Paris (Bailliére).

Sternberg, K.M.v. (1833): Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt, 2 (5/6), 1–80. Prag (Spurny).

Thiele, J. (1900): Kieselschwämme von Ternate. I.- Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft Frankfurt, 25: 19-80.

Viohl, G. (1998): Die Solnhofener Plattenkalke - Entstehung und Lebensräume. Archaeopteryx, 16: 37-68.

Walther, J. (1904): Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke bionomisch betrachtet.- Festschrift zum 70. Geburtstag von Ernst Haeckel.- Denkschriften der Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena. 11: 135–214.

Figures

Fig.1 Holotype of *Hruodospongia lithographica* n.gen. n.sp.

Collection of the Geoscience Museum Göttingen GZG.INV. 78089

Arrow shows stick of unknown origin on which the sponge was grown.

Fig.2 Bundles of diactine spicules (arrow) of the dermal layer. Former siliceous spicules are preserved either in oxidized pyrite crystals (brown dark spots) or in calcite.

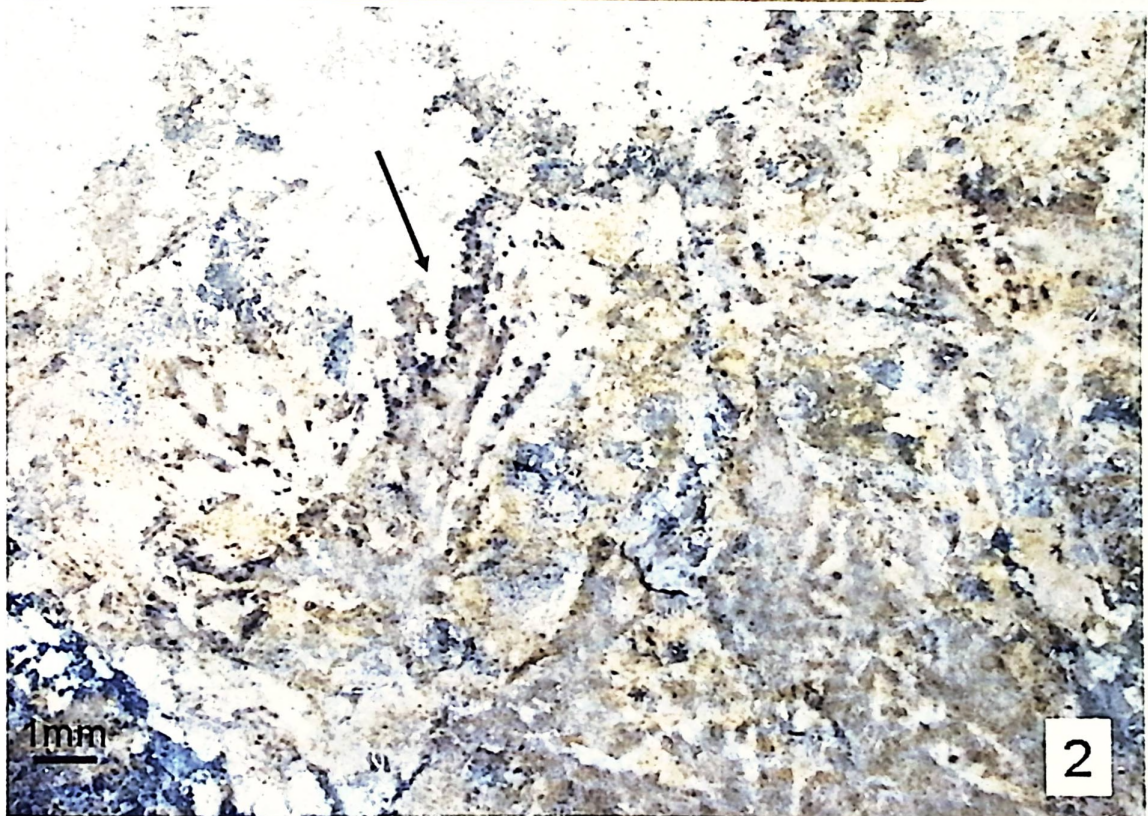
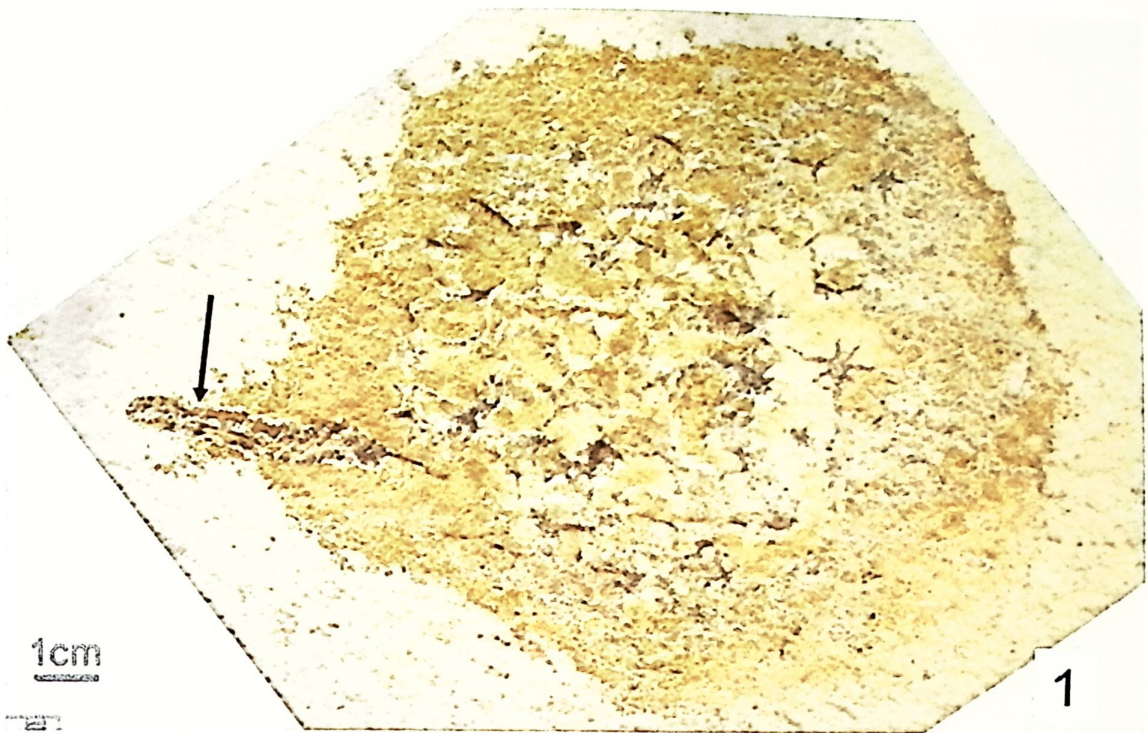


Fig.3 Thick dermal spicule layer with abundant spicules preserved in knobby calcite (red arrow). Within the former sponge tissue abundant star-shaped calcite crystal aggregates are shown, probably an early diagenetic phase of tissue preservation (black arrow).

Fig.4 Same as Fig.3 with clear plumose-like arranged dermal spicules preserved in calcite.

Fig.5 Reticulately arranged choanosomal diactines (arrows) preserved in iron hydroxides, probably oxidized pyrite.

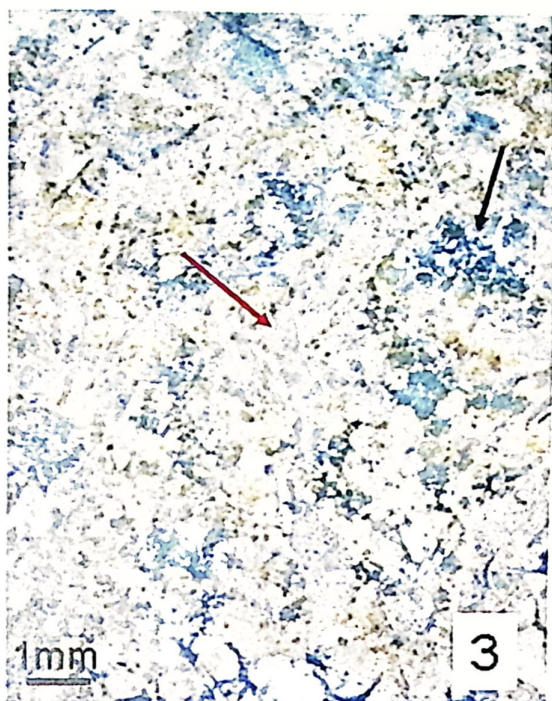
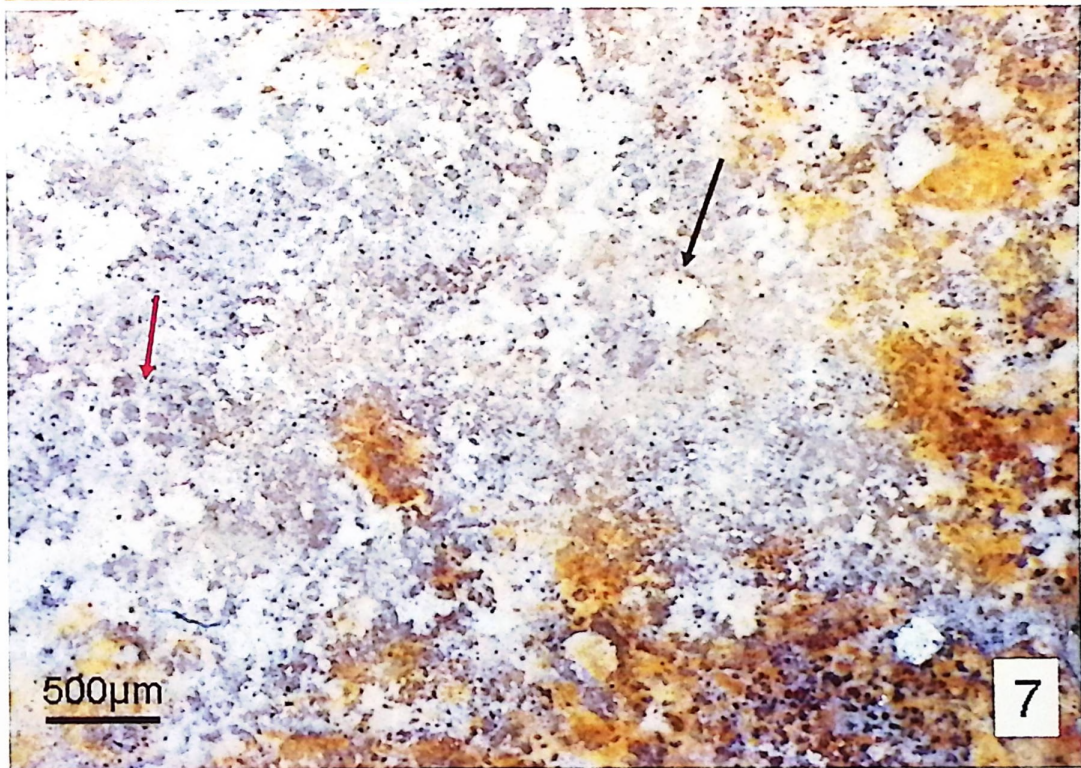


Fig. 6 *Codites* ("*Phyllothallus*") *elongatus* Sternberg 1833. These types of fossils are relatively common and traditionally interpreted as brown algae. Dietl & Schweigert (1999, 2001) re-interpreted these fossils as "Weichschämme- soft sponges" because they detected large kidney-shaped microscleres (rhax, sterraster, selenaster). "Weichschwämme" is definitely not a good description of this sponge type. The strong dermal layer caused by a dense crust of microscleres gave the sponges a hard and stable character, as known from modern relatives. The term "soft sponges" is often used for non-spiculated keratose-type sponges and should be restricted to them. The taxonomic position is unclear, since different taxa of demosponges bear these types of microscleres and megascleres are also not known. Anatomically best coincidences are seen with the taxon *Chondrilla grandistellata* Thiele 1900, a hadromerid sponge with a prominent dermal layer of large euasters. However, the kidney-shaped microscleres of *Codites* ("*Phyllothallus*") *elongatus* resemble more the selenasters of the hadromerid *Placospongia*.

Fig.7 Detailed view of the dermal layer of *Codites* ("*Phyllothallus*") *elongatus* exhibiting abundant large kidney-shaped microscleres (red arrow) and abundant oscula pores (black arrow), which finally prove the sponge nature of these fossils.



Documenta naturae	192.4	S. 373 - 395	5 Abb.	4 Taf.	München	2013
-------------------	-------	--------------	--------	--------	---------	------

Cycadospermum richteri nov. gen. et spec. – eine tropische Zykadee aus dem marinen Braunjura (Dogger) von Sengenthal (Neumarkt/Oberpfalz, Bayern)

H.-J. GREGOR

Zusammenfassung

Beschrieben werden drei Samen einer neuen fossilen Cycadeenart unter *Cycadospermum richteri* nov. gen. et spec. aus dem Braunjura (Mittlerer Jura) von Bayern. Die Fundschicht gehört ins Oberbajoc/Unterbathon (Parkinsoni-Zone/Zigzag-Zone). Die Fundstelle liegt im Steinbruch Sengenthal/Winnberg auf dem Winnberg östlich von Sengenthal, nördlich von Winnberg und südlich von Neumarkt/Oberpfalz in der Mittleren Frankenalb („Oberpfälzer Alb“).

Schlüsselworte: Zykadeen, Braunjura, Sengenthal, Parkinsoni-Zone, Oberpfalz, *Cycadospermum richteri* nov. gen. et spec.

Summary

Three seeds of the cycad family are described as *Cycadospermum richteri* nov. gen. et spec. from middle Jurassic times (Brown Jura) of Bavaria. The fossil bearing horizon belongs to the Upper Bajocian/Lower Bathonian (Parkinsoni-Zone/Zigzag-Zone). The open pit Sengenthal/Winnberg lies on the Winnberg east of Sengenthal, north of Winnberg and south of Neumarkt/Upper Palatinate in the middle Frankonian Alb („Upper Palatinate Alb“).

Key words: Cycads, Middle Jurassic, Sengenthal, Parkinsoni-zone, Upper Palatinate, *Cycadospermum richteri* nov. gen. et spec.

Anschrift des Autors:

Dr. Hans-Joachim Gregor, Palaeo-Bavarian-Geological-Survey, Daxerstr. 21, 82140 Olching, h.-j.gregor@t-online.de

Der Autor ist Mitglied der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe (PBA) im Museum Günzburg und Naturmuseum Augsburg.

Inhalt	Seite
1 Einleitung und Dank.....	374
2 Die Funde und Befunde.....	374
2.1 Allgemeines.....	374
2.2 Fundort der Samen – Lage und Schichtfolge.....	375
3 Die heutigen Zykadeen.....	377
3.1 Systematik	377
3.2 Anatomie der Samen	378
3.3 Verbreitung der Taxa.....	380
3.4 Ökologie und Klima.....	381
4 Die neue Gattung und Art.....	382
4.1 <i>Cycadospermum richteri</i> nov. gen. et spec.:	382
4.2 Fossile und rezente Vergleiche.....	384
4.3 Paläoambiente.....	385
Literatur.....	386
Tafeln.....	388

1 Einleitung und Dank

Als im Jahre 2000 von A.E. RICHTER einige kugelige Gebilde im Naturmuseum Augsburg abgeliefert wurden, waren sie erst einmal in der Schublade gelandet, da sie nicht anzusprechen waren. Sie stammten aus dem marinen Dogger von Sengenthal und ähnelten keinem einzigen anderen Fossil von dort, wie etwa den vielen Ammoniten, Muscheln, Schnecken oder anderen Invertebraten. Erst im Laufe der Zeit, als auch Hölzer dort gefunden wurden, konnte man im Zusammenhang mit dem Fossil an driftende Pflanzenreste denken. Hier sollen nun die Ergebnisse der Recherchen der letzten Jahre vorgelegt werden.

Ich bedanke mich ganz herzlich bei dem Spender der Fossilien, Herrn A.E. RICHTER (Ifenstr. 8½, 86163 Augsburg, e-mail: a.e.r.fossilien@t-online.de) sowie beim Kollegen Prof. M. KRINGS (Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. München) für die Bestätigung der Bestimmung. Kollege Dr. F. SCHUHWERK von der Bayer. Botan. Staatsslg. München war so freundlich, mir die Fotos der Cycadeen-Teile zu gestatten.

2 Die Funde und Befunde

2.1 Allgemeines

Der folgende Bericht wurde aus den Notizen von A.E. RICHTER zusammengestellt, um die Situation der Fundstelle, der geologischen Bedingungen und weiterer Daten zu dokumentieren.

Beim Fundort handelt sich um den großen Steinbruch der Heidelberger Zement AG (Sengenthal 23, 92369 Sengenthal in Bayern, vgl. Abb. 1), der seit vielen Jahren eine hochinteressante marine Fauna des Dogger liefert. Die hier vorgestellten Samen von „*Cycas*“ wurden unhorizontiert in den 1980er Jahren bei verschiedenen Aufsammlungen im Sprengschutt an der Ostwand des Steinbruches Sengenthal gesammelt.

Da die Samen alle teilweise noch gesteinsbedeckt sind bzw. bei einem Exemplar sogar noch ein größeres Handstück mit deutlichem Negativ des Samens existiert, lässt sich eine lithologische Zuordnung vornehmen. Das Handstück mit dem Negativ zum vollkommen freien Exemplar Nr. 1 stammt aus dem dort etwa 50 Zentimeter mächtigen Parkinsoni-Oolith (Oberbajoc; Parkinsoni-Zone; Braunjura delta).

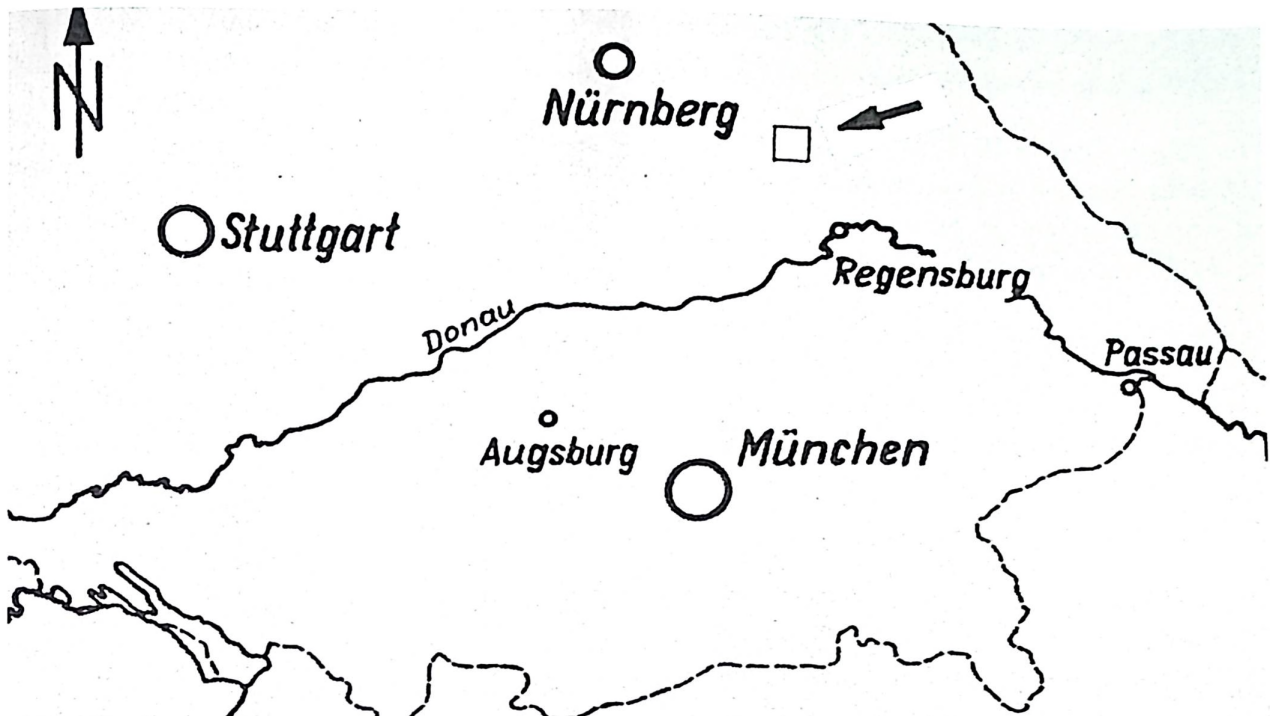


Abb. 1: Lage des Fundortes Sengenthal in Bayern (Pfeil)

Die Gesteinsumhüllung der beiden anderen Exemplare besteht teilweise aus Parkinsoni-Oolith zusammen mit einem teils sogar vorherrschenden grauen Mergelkalk mit sehr geringer Ooidführung. Das lässt darauf schließen, dass diese beiden Samen aus dem obersten Bereich des Parkinsoni-Ooliths stammen, im Übergang zu den Mergelkalken des Unterbathon. Da der oberste Parkinsoni-Oolith biostratigraphisch vermutlich schon zum basalen Bathon gehört (Zigzag-Zone; *Braunjura epsilon*), würden diese beiden Samen also den Schichten einer anderen Biozone entstammen.

Soweit ich weiß, liegen keine weiteren gleichartigen oder ähnlichen Samen in den Fossiliensammlungen. Das optisch wenig attraktive Aussehen bzw. die Unscheinbarkeit der Samen verhinderten das Aufsammeln. Die meisten Sammler hätten beim Anblick der Stücke wohl an inkohlte Holzreste gedacht und sie als nicht sammelwürdig liegen gelassen. Das Fehlen der Samen in den Sammlungen ist also wahrscheinlich auf eine Sammelücke zurück zu führen. Andererseits aber sind die Samen grundsätzlich sowieso sehr selten.

2.2 Fundort der Samen – Lage und Schichtfolge

Die im Steinbruch (Abb. 1) erschlossene Schichtfolge, (von unten nach oben) sieht folgendermaßen aus, wobei die Fundschicht extra gekennzeichnet wird (Kasten, vgl. CALLOMON et al. 1987):

- **Oberaalen (Concavum-Zone; *Braunjura beta* 2) und ?unteres Unterbajoc (Discites-Zone; unterer *Braunjura gamma* 1)**

Im Liegenden *Braunjura beta* (Oberaalen; Eisensandstein); erschlossen in einem Schurf mit sechs Meter Tiefe; im Top liegt eine etwa 40 Zentimeter mächtige Kalksandsteinbank mit einem abschließenden Hartgrund (= Steinbruchsohle) (möglicherweise schon unteres Unterbajoc; *Discites-Zone pars*). Nur Spurenfossilien.

- **Unteres Unterbajoc (Discites-Zone *pars*; Laeviuscula-Zone *pars*; Braunjura gamma 1) und oberes Unterbajoc (Braunjura gamma 2)**

Es folgen etwa 2,10 Meter graue sandige Mergel mit Gerölllagen und seltenen Ooiden: Discites-Zone (*pars*)/Laeviuscula-Zone *pars*. Weitgehend fossilileer. Darüber liegt eine ca. 50 Zentimeter mächtige graue (unten rötliche) mergelige Sandsteinbank mit wenig Ooiden: Laeviuscula-Zone *pars*/Sauzei-Zone. Weitgehend fossilileer.

- **Mittelbajoc (Humphriesianum-Zone; Braunjura delta 1) und unteres Oberbajoc (Niortense-Zone; Braunjura delta 2)**

Die nun folgenden rund 40 Zentimeter mächtigen grauen ooidführenden Mergelkalke sind weitgehend fossilileer.

- **Mittleres Oberbajoc (Garantiana-Zone; unterer Braunjura delta 3)**

Darüber liegen ca. 30 Zentimeter sehr fossilreiche dunkelgraue oolithische Mergelkalke. Ammoniten der Garantiana-Gruppe; die Fauna hat einen hohen Benthosanteil mit vielen Muscheln. Fast alle Fossilien haben Schalenerhaltung. Hier liegen auch die berühmten „Riesenbelemniten“ der Gattung *Megateuthis*.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Mittleres Oberbajoc (Parkinsoni-Zone; oberer Braunjura delta 3) |
|--|

Der nun folgende in der Mächtigkeit auch innerhalb des Steinbruches variierende hellrote Eisenoolith ist der Parkinsoni-Oolith (Maximalmächtigkeit etwa 50 Zentimeter). Die obersten Zentimeter dieser lithologischen Einheit gehören vermutlich schon zum Unterbathon (Zigzag-Zone; Braunjura epsilon). Sehr viele Ammoniten, aber auch viele Benthosformen – Muscheln und Schnecken. Die Fossilien haben Schalenerhaltung. Häufig inkohltes Treibholz. Aus dieser Schicht stammen die hier vorgestellten Samen von <i>Cydadaspermum richteri</i> nov.gen. et spec.

- **Unter- und Mittelbathon, Oberbathon *pars* (Zigzag- bis Retrocostatum-Zone; Braunjura epsilon 1, 2 und 3 *pars*)**

Über der Bank des Parkinsoni-Oolithes liegt eine rund 1,50 Meter mächtige Serie dunkler oolithischer Silte und Mergel mit (in der Regel) drei zwischengeschalteten Kalkbänken mit Ooiden. Das sind die Schichten der Zigzag-/Progracilis-/Subcontractus-/Morrisi-/Retrocostatum-Zone, stark mächtigkeitsreduziert, mit Schichtlücken). Hochdiverse Ammonitenfauna in Schalenerhaltung.

- **Oberbathon *pars* (Orbis-/Discus-Zone; Braunjura epsilon 3 *pars*)**

Etwa 30 Zentimeter mächtige graubraune oolithische Mergelkalkbank mit großen Ammoniten. Hier treten die ersten Macrocephaliten des Profils auf.

- **Callov (Herveyi-/Koenigi-/Calloviense-/Jason-/Coronatum-/Athleta-/Lamberti-Zone; Braunjura zeta = Ornatenton).**

Eine rund 4,80 Meter mächtige Serie dunkelgrauer bis schwarzer mergeliger Silte und Tone mit teils lagenweise angereicherten Phosphoritknollen. Belemniten und eine diverse Ammonitenfauna.

- **Oxford (Mariae- bis Bifurcatum-Zone; Weißjura alpha)**

Glaukonitsandmergel, Glaukonitmergel, Glaukonitbank, Kalkmergel, Schwammmergel, Mergelkalke, Bankkalke, insgesamt rund 25 Meter.

3 Die heutigen Zykadeen

Die Cycadaceae haben ihre Areale in tropischen bis subtropischen Zone der Alten und Neuen Welt, den Pazifischen Inseln und Australien. Die Gattung *Cycas* hat 8 Arten, wobei der Japanische Sagopalmfarn sich oft in Kultur befindet.

Die bekannteste Zykadee, *Cycas revoluta* THUNB. (Japanischer Sagopalmfarn) ist in Japan original beheimatet. Die Pflanze stellt einen immergrünen Schopfbäum mit wechselständig gefiederten Blättern dar. Jede Fieder besitzt einen Mittelnerv ohne Seitenadern. Der Blattstiel ist oft bedornt, wie bei den Palmen. Die Pflanze ist zweihäusig. Die Makrosporophylle stehen locker, sind am Ende gefiedert bis gezähnt und meist 8 bis 48, seltener 2-samig. Die Keimblätter sind 2-zählig. Die *Cycas*-Pflanze kann als bekanntester Vertreter der Palmfarne, als lebendes Fossil angesehen werden. Seit dem Perm (evtl. auch Oberkarbon) ist die Pflanzenart nachgewiesen (Abb. 3).

3.1 Systematik

Die Palmfarne umfassen etwa 300 rezente Arten in drei Familien und elf Gattungen. Das folgende System folgt WHITELOCK 2002, der wiederum D.W. Stevenson 1992 folgt. (vgl. auch SCHUSTER 1966).

Die Gruppe der Zykasgewächse lässt sich in folgende taxonomischen Einteilungen bringen:

Unterordnung:	Cycadineae	Gattung:	<i>Chigua</i>
Familie:	Cycadaceae	Untertribus:	<i>Microcycadinae</i>
Gattung:	<i>Cycas</i>	Gattung:	<i>Microcycas</i>
Unterordnung:	Zamiineae	Tribus:	<i>Ceratozamiaceae</i>
Familie:	Stangeriaceae	Gattung:	<i>Ceratozamia</i>
Unterfamilie:	Stangerioideae	Unterfamilie:	<i>Encephalartoideae</i>
Gattung:	<i>Stangeria</i>	Tribus:	<i>Encephalarteae</i>
Unterfamilie:	Bowenioideae	Subtribus:	<i>Encephalartinae</i>
Gattung:	<i>Bowenia</i>	Gattung:	<i>Encephalartos</i>
Familie:	Zamiaceae	Subtribus:	<i>Macrozamiinae</i>
Unterfamilie:	Zamioideae	Gattung:	<i>Macrozamia</i>
Tribus:	Zamieae	Gattung:	<i>Lepidozamia</i>
Untertribus:	Zamiinae	Tribus:	<i>Diooeae</i>
Gattung:	<i>Zamia</i>	Gattung:	<i>Dioon</i>

Eine ausführliche „word list of cycads“ finden wir in STEVENSON, OSBORNE & BLAKE, (2008: 483-506), in der alle existierenden Arten mit Literaturhinweisen aufgelistet werden.

Die Verhältnisse der Zykadeen untereinander, die Verwandtschaften, sind immer noch problematisch und deuten mögliche Beziehungen zu Bennettitales an – ihre Stellung an der Basis der Samenpflanzen ist wohl sicher.

3.2 Anatomie der Samen

Es lassen sich zwei Typen von Samen bei den Cycadeen unterscheiden:

Platyspermische: leicht abgeflacht, reißen in Längsrichtung auf und haben dann eine klaffende Sklerotesta, mit sichtbarem Gametophyt – nur *Cycas* (vgl. Abb. 2, Tafel 2).

Radiospermische: mit runder Pore am Mikropylen-Ende – alle anderen Taxa.

Die Samen sind eiförmig bis kugelig, von 15 mm bis 60 mm Größe, Chalaza als Ansatzstelle des Samens am Sporophyll, Oberfläche Sklerotesta variabel (glatt bis fasrig oder gerillt), Farbe von grünlich-gelb bis diverse Rot-Farben (Taf. 2, Fig. 1-4).

Samenschale mit drei Schichten. Äußere fleischige Sarkotesta (daher Zoochorie), mittlere verholzte Sklerotesta, innere Endotesta als dünnes Häutchen; teilweise findet sich als Endotesta ein schwammartiges Gewebe als Schwimmhilfe; im Inneren ist der weibliche Gametophyt mit dem Embryo bzw. Megagametophyt-Endosperm (Pfeil). Die Fig. 1B in LI 1963 zeigt recht schön die Morphologie der Samen von *Cycas taiwanensis* CARRUTHERS (vgl. hier Abb. 3).

Zur weiteren Information lese man nach bei JONES (1993, S. 50-51).

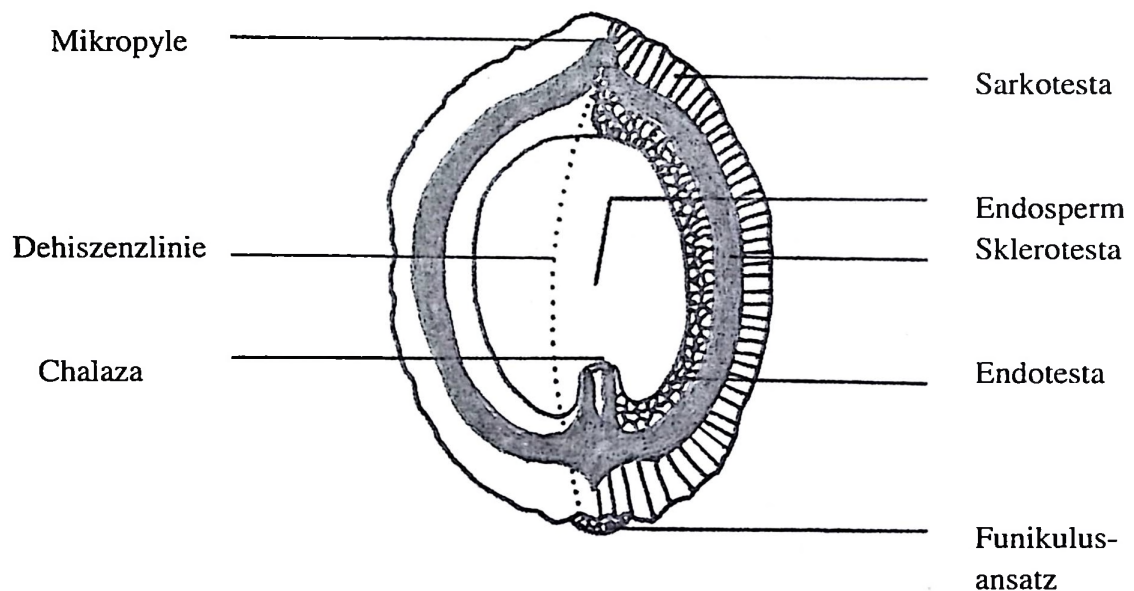


Abb. 2: Längsschnitt durch einen *Cycas*-Samen mit morphologisch-anatomischen Details

Vergleicht man die Fig. 12 und 18 in SCHUSTER (1966), so kann man einige Vergleiche mit unserem Fossil machen:

Fig. 12: *Cycas rumphii* MIQ. D-E Samen abortivum (nierenförmig), H: *Cycas media* R.BR. (eiförmig), P: *Cycas circinnalis* L. (oval-eiförmig zugespitzt), R: sectio transversalis mit allgemeinem Aufbau des Samens.

Fig. 18: *Dioon edule* LINDL. – Same (kantig).

Aufgrund dieser Daten wird ein Bild eines Längsschnittes durch einen *Cycas*-Samen in idealer Ausbildung gezeigt, als Modell für unser dreidimensional erhaltenes Fossil (Abb. 2).

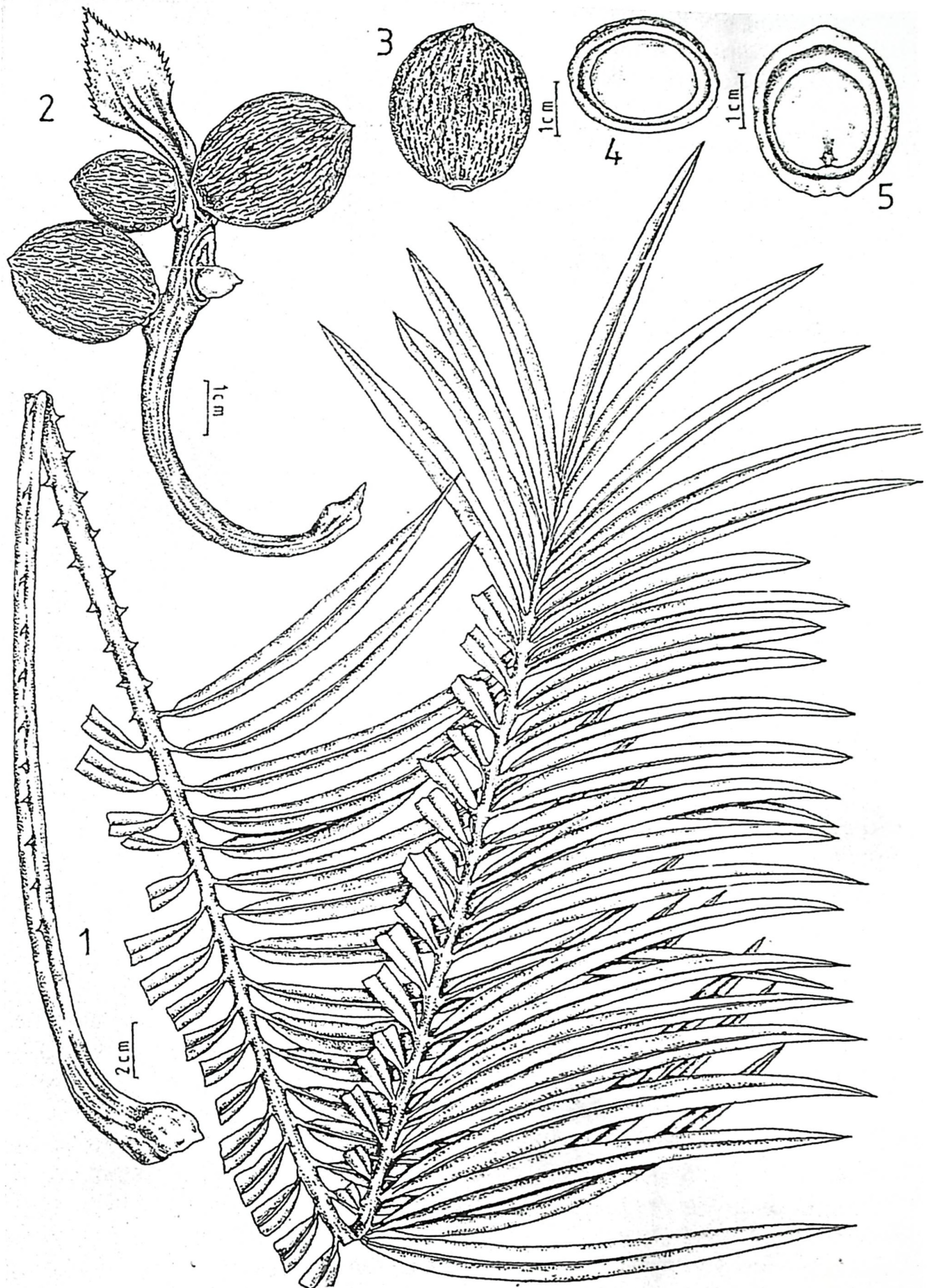


Abb. 3: Zykadeengewächs mit Fiederblatt, Megasporophyll und Samen (verändert nach MATTHEW 1996)

3.3 Verbreitung der Taxa

Die geographische Verbreitung der Zykadeen ist extrem aufgegliedert – jede Art hat ein kleines Areal und überlappt kaum mit denen anderer Arten (JONES 1993: 127).

Rezente Verbreitung der Palmfarne.

Die heutigen Palmfarne sind an die Tropen gebunden (30. Nördliches bis 35. Südliches Breitengrad), allerdings meist in größeren Höhen. Daher sind Temperatur und Niederschlag verschieden vom Regenwald. Längere Kälteperioden werden kaum akzeptiert, wenn auch bestimmte Arten in Frost- und Schneegebieten existieren.



Abb. 4: Geographische Verbreitung der rezenten Zykadeen mit Angabe des Fossilien-Fundortes Sengenthal (Pfeil)

Verbreitung (Abb. 4): Zykadeen kommen weltweit vor, allerdings deutlich auf bestimmte Kontinente und Regionen verteilt: *Ceratozamia*, *Dioon* und *Microcycas* kommen in Amerika nördlich des Äquators vor, *Cycas* auch südlich des Äquators. *Chigua* ist nur aus Kolumbien bekannt und *Microcycas* nur von Kuba. Die Gattungen *Bowenia*, *Lepidozamia* und *Macrozamia* findet man nur in Australien, *Stangeria* nur im südlichen Afrika. *Cycas* und *Encephalartos* haben ihren Schwerpunkt in der Alten Welt meist südlich des Äquators (vgl. Karte in SCHUSTER 1966: S. 169, hier Abb.43 nach JONES 1993: S. 8).

Von den Cycadaceen werden hier einige Arten kurz dargestellt, wobei erwähnenswert ist, dass die Gattung mit etwa 95 Arten im gesamten SE-Asiatischen Bereich zu finden ist,

entlang der Küsten und in gebirgigen Gegenden. Kleine Vorkommen sind auf die Ost-Küste Ost-Afrikas beschränkt und auf winzige Areale auf Madagaskar. Auch Australiens N- und NE-Küste incl. der Inselketten sind Refugien dieser alten Pflanzengruppe

Cycas revoluta THUNBG. ist bekannt aus Süd-japan und der Ryūkyū-Insel, Mitsu-hama Ito und Satsuma bis Süd-Kyushu, und wird heute überall gezüchtet.

Cycas rumphii MIQ. lebt in Papua Neu-Guinea, in Indonesien, an den Küsten Süd-Indiens, Sri Lanka, Malaysia, Molukken, Guam, Fidschi, Neu-Kaledonien (Australien), auf den Salomon Inseln, sowie in den südlichen Provinzen Chinas (vgl. Abb. 5 und Taf. 1).

Nur die Art *Cycas circinalis* L. ist in Südindien, Sri Lanka, Philippinen und Taiwan zu finden, z.B. in auch in den Palni Hills (s.u. Kap. 3.4)

Cycas litoralis DYER findet man in Thailand, Malaysia, Sumatra, Vietnam, Süd-Burma und -Thailand, Malaysische Peninsula, und Sumatra.

Cycas circinalis var. *circinalis* LINNÉ (Eingerollter Sagopalmfarn) ist in Indien, Burma, Thailand, Sri Lanka, Malaysia, Indonesien und den Pazifischen Inseln beheimatet.

Die Art *Cycas beddomei* DYER lebt in Indien in einem kleinen Areal in Andhra Pradesh, in den Tirumala Hills in Busch- und Waldland.

Cycas taiwanensis CARRUTHERS wird bei LI (1963: 31-32) aus Süd-China (Kwangtung, Fukien) und Ost-Taiwan erwähnt.

3.4 Ökologie und Klima

Es gibt eine ganze Reihe verschiedener *Cycas*-Arten (*C. angulata* bis *C. wadei*), die alle ähnliche Samen haben – eine eindeutige Vergleichsart kann also nicht benannt werden (JONES 1993: 124-162).

Einige Besonderheiten sollen hier noch erwähnt werden (vgl. JONES 1993):

Cycas revoluta THUNBG. Ist die bekannteste Art und wird heute überall gezüchtet.

Cycas rumphii MIQ. ist hier extra zu erwähnen, da die Samen der Art schwimmfähig sind und in "Tropical lowland rainforest on ridge" auf Papua vorkommen.

Die Art findet man nur entlang von Küstenlinien (Abb. 5), schattig oder frei stehend in oft trockener Strandbuschvegetation, auf Strandsand, auf felsigem Grund, oft auf dünner Bodenschicht, sowohl über Granit als auch Kalkstein.

RIDLEY (1930) beschreibt bei der Verbreitung der Samen deutlich, dass die Art eine "litoral seashore plant" ist (z.B. auf Fidschi, *ibid.* S. 170), und zur Verbreitung: "where any of these plants grow up rivers, the seeds may be drifted along the banks" (*ibid.* S. 241). Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass auch vegetative Vermehrung durch "bulbils" (Rhizom- oder Stammknollen) stattfindet und nicht durch Fruchtreife. Er unterscheidet "forest cycads" von "shore cycads", bei letzteren "seeds float for some months" (*ibid.* S. 333).

Cycas litoralis DYER ist ökologisch gebunden an "along shoreline S-Myanmar, Southern coast Thailand, Malaysia, Sumatra; littoral scrub, beach sand, shallow soil on rocky granite". Die Samen sind durch ein schwammiges Schwimmgewebe gekennzeichnet und driften die Küsten entlang (OSBORNE et al. 2007). Die Art wird auch mit *C. rumphii* in Beziehung gesetzt bzw. als gleiche Art angesehen.

Cycas taiwanensis CARRUTHERS wird bei LI (1963: 31-32) speziell aus "mountain valleys" in Ost-Taiwan nachgewiesen.

Nur die Art *Cycas circinalis* L. (Eingerollter Sagopalmfarn) wächst in Südindien, z.B. in den Palni Hills (vgl. auch MATTHEW 1996) unter subtropischem Klima in Bergwäldern Süd-Indiens. Er bezeichnet die Art eindeutig als "Endemit und Relikt" (ibid. S. 1635). Seine Zeichnung zeigt sehr schön den Aufbau von Schale und Samen (ibid. Fig. 949 in MATTHEW 1999).

Die Art *Cycas beddomei* DYER ist beim Washingtoner Artenschutz-Übereinkommen (CITES) gelistet, ist also vom Aussterben bedroht, die anderen Gattungen bzw. Arten sind z.T. als „gering gefährdet“ eingestuft.

Zum Standort und Klima der Palmfarne ist aufgrund der geographischen Verbreitung zu bemerken, dass alle Arten in tropisch-subtropischen Gebieten vorkommen.

Regen fällt im Sommer, die Winter sind kühl und trocken (frostfrei) – nicht im CsKlima sensu KÖPPEN. Niederschlag 350 mm jährlich bis 5500 mm. Bevorzugt werden frische Böden wie Sande oder Schotter, mit Anteil an Lehm und Humus. Normalerweise keine Salztoleranz, aber wenige Arten wachsen an Küsten und Marschen.



Abb. 5:
Geographische
Verbreitung der Art
Cycas rumphii an den
Küsten SE-Asiens,
speziell von der
Malayischen Halbinsel
über Sumatra, Thailand,
Vietnam und Borneo

4 Die neue Gattung und Art

4.1 *Cycadospermum richteri* nov. gen. et spec.:

Cycadospermum nov. gen.

Diagnose: eiförmiger Same (platyspermer Megagametophyt) einer Cycadee, Fam. Cycadaceae

Diagnosis: eggshaped seed (platyspermian megagametophyte) of a cycad, fam. Cycadaceae

Cycadospermum richteri nov. gen. et spec.

Taf. 3, Fig. 1-7, Taf. 4, Fig. 1-8,

Diagnose: Samen (Endosperm-Steinkern) eiförmig-kugelig, leicht asymmetrisch, mit apikaler Spitze und basaler zarter exozentrischer Ansatzstelle eines ehemaligen Funiculus. Größe 28-41 mm hoch und 23-29 mm Durchmesser, seitlich schwache wulstartige Linie, die einseitig verläuft als Rest der Dehiscenzlinie (platyspermes Megagametophyt) beim Aufreißen der Samenschale. Raphe nicht sichtbar. Mikropyle als kleines Spitzchen apical. Keine Exotesta mehr vorhanden, Sklerotesta als schwarzer Überzug, Endotesta wohl vergangen, aber unter Sklerotesta als runzelige Haut zu ahnen.

Diagnosis: Seed (endospermous-stonecast) eggshaped-rounded with apical point (micropyle) and basal soft funicle impression. No raphe visible. Size 28-41 mm high and 23-29 mm diameter; at one side a weak line as the remain of the dehiscing line (platyspermian megagametophyte) at the splitting at germination; no exotesta visible, but carbonized coat is remnant of the sclera- or mesotesta, as the thin endotesta is missing (only a wrinkling impression).

Locus typicus: Sengenthal, Steinbruch Heidelberger Zement AG

Type locality: Sengenthal, open pit Heidelberg Concrete AG

Stratum typicum: Mittlerer Jura, Dogger, Oberes Oberbajoc (Parkinsoni-Zone; oberer Braunjura delta 3, roter Eisenoolith

Type stratum: Middle Jurassic, Dogger, Upper Upper-Bajocian (Parkinsoni-zone; upper brown Jurassic delta 3, red iron-oolith

Holotypus: Inv. No. NMA 365-1839; Leg. RICHTER

Holotype: Inv. No. NMA 365-1839; Leg. RICHTER

Isotypen: Inv. No. NMA 366-1839 und 2014-4/2128; Leg. RICHTER

Isotypes: Inv. No. NMA 366-1839 and 2014-4/2128; Leg. RICHTER

Stratum typicum der Isotypen: oberster Bereich des Parkinsoni-Ooliths (Oberes Ober-Bajoc) im Übergang zu den Mergelkalken des Unterbathon (Zigzag-Zone; Braunjura epsilon)

Type stratum of the isotypes: uppermost Parkinsoni-Oolith (upper Upper-Bajocian) in transition to marly limestones of the lower Bathonian (Zigzag-zone, Middle Jurassic epsilon)

Aufbewahrung: in der Sammlung des Naturmuseums in Augsburg

Storing: in the collection of the Naturemuseum Augsburg

Derivatio nominis: nach dem Finder, A.E. RICHTER (Augsburg) benannt

Nomination: after the finder A.E. RICHTER (Augsburg)

Beschreibung: Zuerst ein Wort zur generischen Zuordnung. Als *Cycas* selbst möchte ich das Fossil nicht bezeichnen, da dies eine zu direkte Zuordnung wäre – das Fossil könnte doch irgendwann auch zu einer anderen Gattung gestellt werden. Als *Cycadites* sind Blätter bezeichnet, *Cycadinocarpum* wäre die ganze Makrosporophyll, der ja nicht vorliegt, *Cycadeospermum* ist nicht gut definiert (falsche Bestimmungen) und die Endung „deo“ ist heute fraglich (Unterfam. Cycadeoideae gibt es nicht), also bleibt nur die Aufstellung einer eigenen Gattung, die sowohl auf *Cycas* hindeutet, aber sich nicht auf eine Gattung festlegt – *Cycadospermum* – ein Same (Megagametophyt) eines *Cycas*-Gewächses aus der Familie der Cycadaceen.

Das große oval-eiförmige, apikal mit deutlicher Zuspitzung versehene Fossil besteht aus rötlich-grauem Mergelkalk, ein Sediment, das typisch marine Ausprägung zeigt und in Sengenthal häufig vorkommt. Eine zarte schwarze Haut umspannt die Fossilien, die also innerlich eine Art Steinkern darstellen, aber noch den Rest einer Außenschale zeigen. Es

handelt sich um Reste der Schale, wohl nicht der fleischigen Exotesta, sondern der inneren Sklero- bzw. Endotesta. Da die letztere sehr zart ist, kann vermutet werden, dass die Wand dieser Sklero- oder Mesotesta sich besser erhält.

Die seichte Rinne seitlich kann nur die Dehiszenzlinie darstellen, an der der Same normalerweise bei der Keimung aufreißt und die von der Chalaza (Ansatzstelle des Samens am Makrosporophyll) bis zur Mikropyle reicht (apikales Spitzchen), in diesem Falle die Raphe. Der bei rezenten Exemplaren deutliche Funikulusansatz ist hier als rauhe basale, etwas kreisförmige eingedrückte Stelle zu sehen – es ist ja der innere Teil am Samen.

Bemerkungen zur Testa: Das kohlige Häutchen um den Samen hat lokal seltsame Strukturen, die auf ein Schwammgewebe hindeuten könnten, wenn sie nicht mineralischen Ursprungs sind. Auch die anastomosierenden Eindrücke am Handstück mit dem Negativ könnten von der schrumpeligen Sarkotesta kommen, wenn eben nicht solche mineralisierten Teile (z.T. kalzitisch) rein anorganisch sein könnten. Erst weitere Funde, mit Dünnschliffen könnten hier eine Lösung bringen – im Moment ist keine sichere Aussage möglich.

4.2 Fossile und rezente Vergleiche

Schon im Pennsylvanian, also vor rund 300 Mio. J. sind Palmfarne bekannt, gehen im Perm eine deutliche Evolution ein und dominieren im Mesozoikum, speziell in Jura und Kreide. Über jurassische Zykadeen lesen wir nach bei NORSTOG & NICHOLLS 1997: 189-191), wobei sie vor allem die „foliage“ erwähnen. Gattungen wie *Cycadites*, *Nilssonia* und *Ctenozamites* werden für Fiederblätter verwendet, nur die Gattung *Beania* hat Samen aufzuweisen – im Zusammenhang mit der Gattung *Androstrobus*. Klar definierte Samen mit ihrer Morphologie fehlen allerdings hier.

In ENGLER & DIELS umfassendem Werk über das Pflanzenreich hat SCHUSTER sich (1966: 53-59) über die „Paläontologische Entwicklung“ fossiler Zykadeen ausgelassen und viele Literaturzitate gebracht, um die Problematik der systematischen Zuordnungen zu zeigen.

Blätter sind von diversen Autoren aus dem Mesozoikum bekannt, z.B. *Cycadites* STERNBG., *Zamites* BRONGN. (div. spec.), und viele weitere. Er erwähnt auch viele problematische Micro- und Makrosporophyllfunde incl. Samenfunde, so: *Dioonitocarpidium* R.v. LILIENSTERN incl. Blätter (*D. pennaeforme*, ibid. S. 54), *Beania* CARRUTHERS (*B. gracilis* mit kleinen Samen?, ibid. S. 54), *Cycadinocarpum* SCHIMPER und *Cycadeospermum* SAPORTA (mit vielen Fehlbestimmungen wie *Corylus* und *Castanopsis*, ibid. S. 56), des Weiteren *Sewardocarpus eceles* aus dem Wealden (*S. bournensis* SCHUSTER nom.nov.?, ibid. S. 56) oder *Cycadocarpidium* NATHORST (*C. letticum* COMPTON mit mangelhafter Beschreibung, ibid. S. 57).

Auch FLORIN geht bei seiner Monographie (1933: 120-126) speziell auf mesozoische Zykadeen ein, erwähnt v. LILIENSTERN, *Dioonitocarpidium*, *Pseudocycas* u.a., weist aber auch auf die systematische Problematik der Cycadales, Hemicycadales u.a. hin – damit ist also für unsere Fossilien auch keine Aussage zu gewährleisten, weil meist nur Wedel vorliegen und die Zapfen bzw. Samen nicht gut genug erhalten sind..

In TAYLOR et al (2009): finden wir bei den fossilen Formen meist Wedel oder Blattreste (z.B. *Zamites feneonis* (BRONGNIART) aus dem Kimmeridge des Dép. de l'Ain,

Frankreich), Zapfenreste oder Stammteile, fast nie die zugehörigen Samen. Ausnahmen gibt es allerdings z.B. bei *Phasmatocycas kansana* (ibid. S.710), z.T. mit ganzen Sporophyllständen:

„*Phasmatocycas* is a genus established for compressed megasporophylls from the Lower Permian of Kansas (Mamay, 1973), which consist of an axis bearing two rows of sessile (FIG. 17.16), broadly attached gymnospermous ovules. In *P. kansana*, the fertile axis is 9.0 cm long. The ovoid seeds are up to 4.0 mm long (FIG. 17.17) and characterized by two cuticular membranes containing a thick megaspore.*P. kansana* for the Lower Permian plants, *Phasmatocycas bridwellii* megasporophyll, (FIGS. 17.15, 17.20, 17.22), for the Upper Pennsylvanian“.

Als Rezentvergleiche können vor allem die Samen der Gattung *Cycas* verwendet werden – sie sind meist in Form, Größe und Morphologie sehr gut vergleichbar. Man darf natürlich nicht vergessen, dass wir nur mit Sediment ausgefüllte Fossilien vorliegen haben, die mit ihrem schwärzen Häutchen den Rest des Samens und der Samenschale darstellen. Weitere morphologische Daten stehen somit nicht zur Verfügung. Dass es sich um Zykadeensamen handelt, ist klar ersichtlich und aus paläontologischen Erwägungen her logisch.

4.3 Paläoambiente

Was gestattet nun die Fundstelle für Aussagen zur Umwelt der fossilen Art? Dazu sehen wir uns erst einmal die marinen Schichten an, die im Profil vorliegen. Das gesamte Profil von Sengenthal geht ja vom Braunjura beta über -gamma, -delta und -epsilon bis in den Ornatenton (zeta) und dem Weißjura alpha. Als Fundschicht kann die Parkinsoni-Zone des mittleren Braunjura delta 3 gelten (Sediment vgl. Taf. 2, Fig. 5, 6).

Diese Schicht hat eine überaus reiche Fauna aufzuweisen mit massenhaft angereicherten Ammoniten, Gastropoden, Belemniten, Bivalven und weiteren Invertebraten. Man kann sich eine untermeerische Welt vorstellen mit eisenhaltigem Schlamm am Meeresgrund und einer regen Tierwelt im Wasser darüber, auf dem Sediment und sogar eingegraben in den Kalkschlamm. Dass das Land relativ nahe war, bezeugen Holzreste, die wohl ebenso wie die Samen, angedriftet sind, die meisten ebenfalls mit Kohlehäutchen und oft völlig in Kalzit umgewandelt (GREGOR 1987).

Die Samen wurden wohl vom im Osten liegenden Böhmischem Festland hierher verdriftet und zusammen mit der marinen Fauna abgelagert. Weitere verdriftete pflanzliche Belege im Parkinsoni-Oolith sind die relativ häufigen inkohlten Holzreste (GREGOR 1987), teils im Dezimeter-Bereich. Ablagerungsbedingungen, Wassertiefe, Energiemilieu während der Bildung des Parkinsoni-Ooliths waren einheitlich. Das Milieu war vollmarin.

Das Klima kann vielleicht ebenso wie bei den rezenten Vergleichen gezeigt, als subtropisch-paratropisch gesehen werden (vgl. Kap. 3.4), aber eine weitere Einengung ist ohne die Makrobefunde anderer Fundstellen nicht möglich.

Diese Funde zeigen ein allgemeines Problem: viele Sammler legen keinen Wert auf Besonderheiten und nehmen nur bekannte Fossilien mit in ihre Sammlung. Gerade solche unscheinbaren Formen stellen aber die „Seltenheiten“ dar, wie hier zu sehen war.

Literatur

- CALLOMON, J.H., DIETL, G., GALÁ CZ, A. GRADL, H., NIEDERHÖFER, H.-J. & ZEISS, A. (1987): Zur Stratigraphie des Mittel- und unteren Oberjuras in Sengenthal bei Neumarkt/Opf. (Fränkische Alb).- Stuttgarter Beitr. Naturk. B, 132: 1-53, 5 Taf., 11 Abb., 5 Tab., Stuttgart
- CRANE, P.R. (1988): Major Clades and Relationships in the "Higher" Gymnosperms. in: Charles B. Beck (Hrsg.): Origin and Evolution of Gymnosperms, S. 218-272, Columbia University Press, New York
- DOYLE, J.A. (2006): Seed ferns and the origin of angiosperms.- J. Torrey Bot. Soc., 133, S. 169-209
- FLORIN, R. (1933): Studien über die Cycadales des Mesozoikums – nebst Erörterungen über die Spaltöffnungsapparate der Benetitales.- Documenta naturae, SB 38 reprint, 134 S., 40 Textfig., 16 Taf., Stockholm
- GREGOR, H.-J. (1987): Treibhölzer aus dem Dogger von Sengenthal (Kurzberichte II).- Documenta naturae, 38: 20, Taf. 6; München
- HILL, K. D., STEVENSON, D. W., OSBORNE, R. (2007): The world list of cycads. In: Proceedings of the 7th International Conference on Cycad Biology (CYCAD 2005), Xalapa, Mexico, January 2005.- Mem. New York Bot. Gard., 97, S. 454-483
- HILL, K.D., CHASE, M. W., STEVENSON, D. W., HILLS, H. G. SCHUTZMAN, B. (2003): The Families and Genera of Cycads: A molecular Phylogenetic Analysis of Cycadophyta based on Nuclear and Plastid DNA Sequences.- Internat. J. Plant Sci., 164, S. 933-948
- JONES, D.L. (1993): Cycads of the World.- 312 pp., many col. fotos, Imago Prod. Pte. Ltd., Singapore
- LI, H.-L. (1963): Woody flora of Taiwan. - Morris Arboretum, Univ. of Pennsylvania, Philadelphia, 974 S., 371 Fig., Livingstone Publ. Company, Narboth, Pennsylvania
- MATTHEW, K.M. (1996): The flora of the Palni Hills- Part 3.- Rapinat Herbarium, St. Josephs College, Tiruchirapalli/India , SCTP Offprint Press, Vellore
- MATTHEW, K.M. (1999): Illustrations on the flora of the Palni Hills.- Rapinat Herbarium, St. Josephs College, Tiruchirapalli/India , C.L.S. Press, Madras
- MATTHEWS, M. (2009): Phylogenetic relationships among seed plants: Persistent questions and the limits of molecular data.- Am. J. Bot. 96: S. 228-236
- NORSTOG, K.J. & NICHOLLS, T.J. (1997): The Biology of the Cycads.-363 pp., many b/w figs., Cornell Univ. Press, Ithaca
- OSBORNE, R., HILL, K.D., NGUYEN, H.T. & LOC PHAN KE (2007): Cycads of Vietnam.- 116 pp., 47 figs., div. maps., Tien Wah Press, Singapore
- RICHTER, A.E., DROST, C. & DROST T., (2013): Riesenkugeln an Neuseelands Strand.- Moeraki.pdf, 11 S., 17 Abb., Augsburg
- RIDLEY, H.N. (1930): The Dispersal of Plants throughout the World. - 744 S., 22 Taf., L.Reeve & Co., Kent
- SCHUSTER, J. (1966): Cycadaceae.- in A. ENGLER & L. DIELS: Das Pflanzenreich, IV, I: Heft 99: 168 S., 20 Fig., H.R.Engelmann Verl., Weinheim/B.

- STEVENSON, D.W. (1992): A formal classification of the extant cycads.- *Brittonia*, 44, S. 220-223
- STEVENSON, D.W.M., OSBORNE, R. & BLAKE, A.S.T.(eds.) (2008): Proceedings of Cycad.- The 8th Internat. Conf. on Cycad Biology, Mem. NY Bot. Gard., 106: 554 pp., many figs. and tabs., N.Y. Bot Gard. Press, New York
- TAYLOR, TH.N., TAYLOR, E.L. & KRINGS, M. (2009): PALEOBOTANY - The Biology and Evolution of Fossil Plants.- 1230 pp., many ptl. col. figs., Second Edition, Academic Press, Amsterdam
- WHITELOCK, L.M. (2002): The Cycads.- Timber Press, Portland, S. 29-32
- ZIMMERMANN, W. (1959): Phylogenie der Pflanzen.- S. 375-3842, 2. Auflage, G. Fischer, Stuttgart

Tafeln

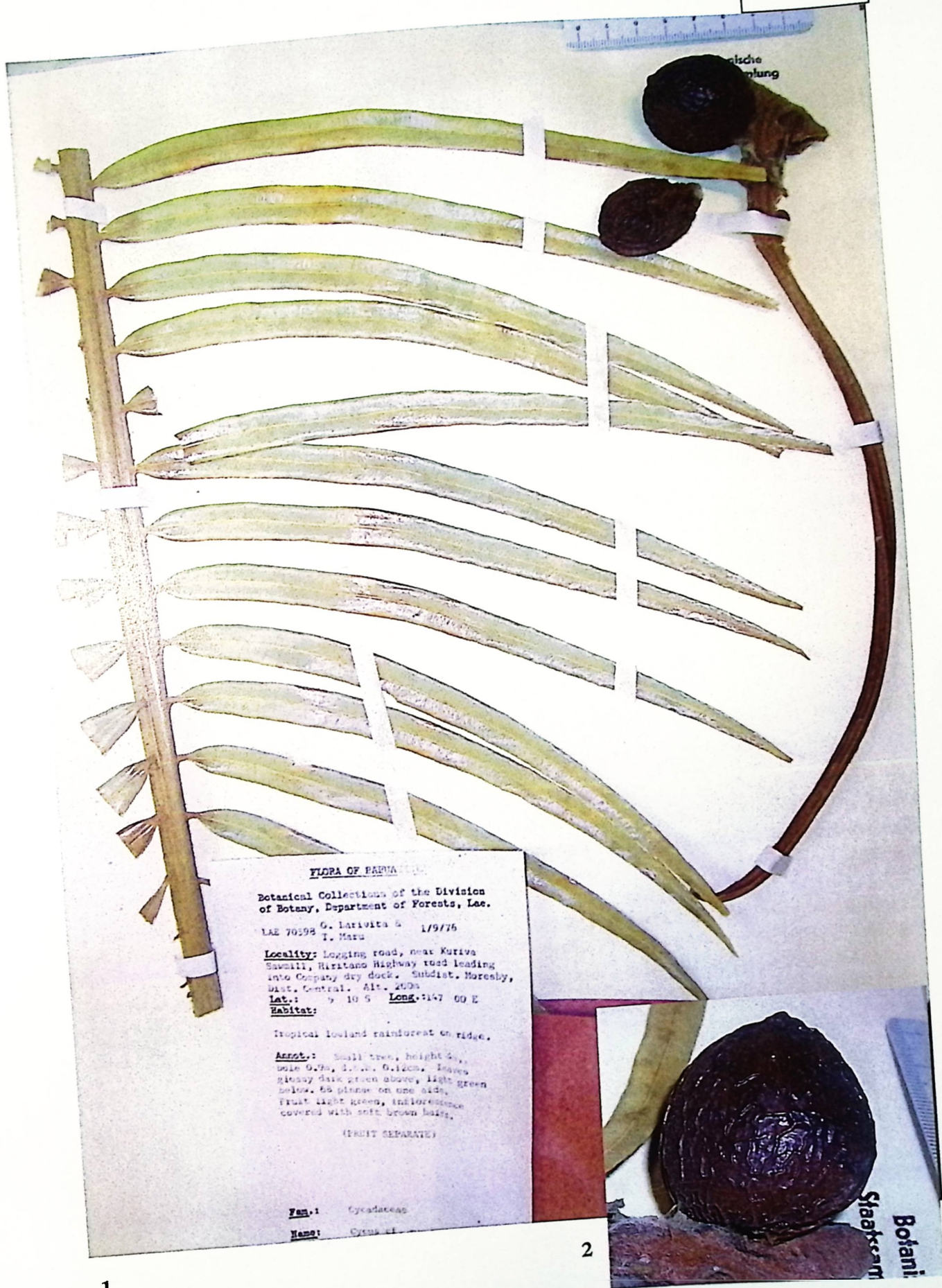
Fotos von Tafel 1 und 2: Autor GREGOR

Fotos von Tafel 3 und 4: A.E. RICHTER

Tafel 1

Fig. 1: *Cycas* cf. *rumphii* MIQ; Straße bei Kuriva Sägemühle,, Hiritano Überlandstrasse, Subdistr. Moresby, Distr. Central, in 200 m Höhe tropischer Regenwald: Fiederblatt und Megasporophyll mit Samen (freundl. Erlaubnis Bayer. Botan. Staatsslg. München)

Fig. 2: Vergrößerung des Samens aus Tafel 1, Fig. 1 mit Sarkotesta und apikaler Zuspitzung, am Sporophyll sitzend,



Tafel 2

Fig. 1-4: Diverse *Cycas*-Samen indet. mit morphologischen Details

Fig. 1: Lang-ovaler Samen, längsgespalten mit Ansicht auf die verschiedenen Testen der Samenschale (vgl. Abb. 2)

Fig. 2: Samen von 1 von außen, Ansicht der Sarkotesta

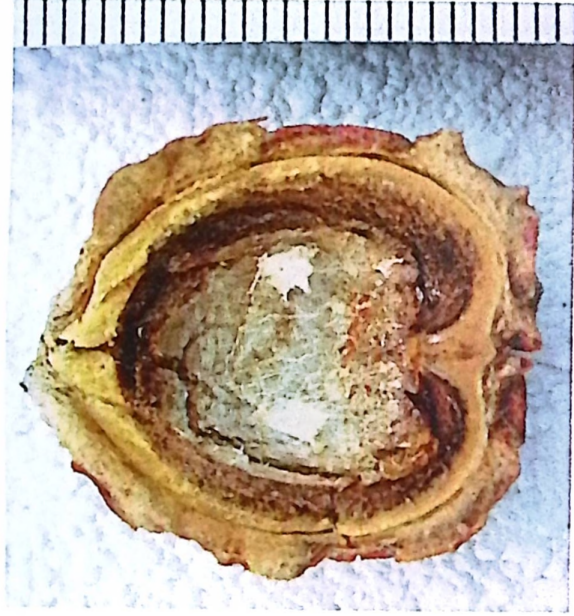
Fig. 3: Same von unten mit Ansicht auf Funiculusansatz

Fig. 4: Gedrunken-ovaler Same von der Seite mit dehiszierter Schale

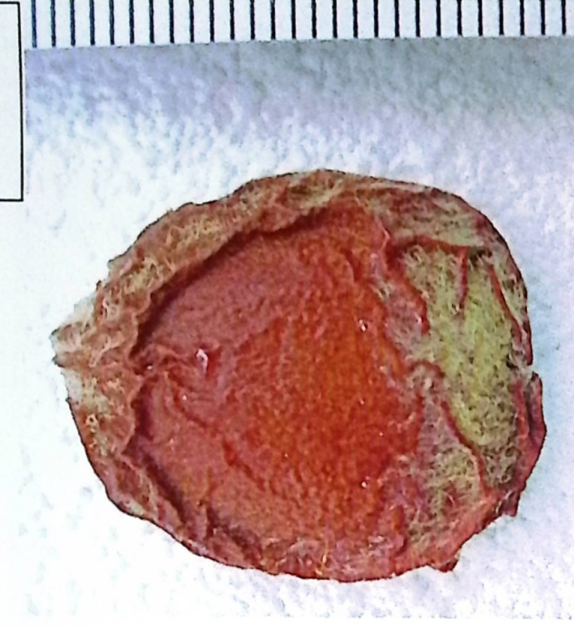
Fig. 5 und 6: Oolithisches Handstück aus Sengenthal mit Ansicht auf das Negativ des Holotyps als Abdruck mit schwarzem Häutchen (vgl. auch Taf. 3, Fig. 6,7

Fig. 5: Ansicht des Sediments, eines roten (gelb, grau), marinen Ooliths (Parkinsoni-Schicht);.

Fig. 5: bessere Ansicht der Größe der Oolith-Komponenten; aufgenommen mit FutureWinJoe webcam



1



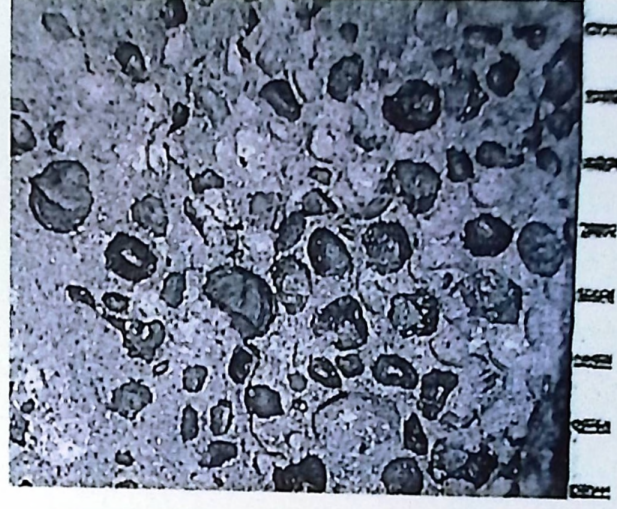
2



3



4



5 6

Tafel 3

Fig. 1-7: *Cycadospermum richteri* nov. gen.et spec.; Holotypus (NMA Inv.Nr. 365-1839). Mitteljura, oberes Bajocium (Parkinsoni-Oolith; Parkinsoni Zone). Steinbruch am Winnberg bei Sengenthal-Winnberg, Oberpfalz/Bayern. Basis oben. Höhe des Samens 2,8 cm, maximaler Durchmesser 2,5 cm.

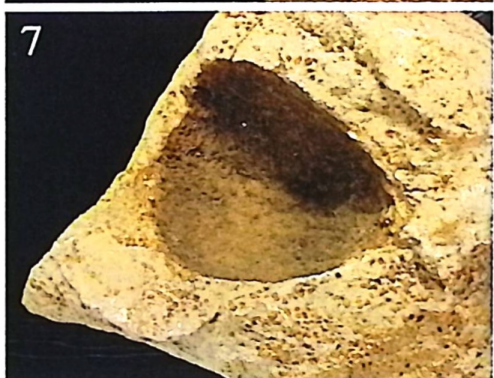
Figuren 1 bis 3: Lateralansichten in Form einer Abwicklung im Uhrzeigersinn. Basis oben. Bei Fig. 2 ist median-vertikal eine feine Linie zu sehen, die Dehiszenz.

Figur 4: Aufsicht auf die Samen-Basis.

Figur 5: Schrägansicht des Samens; Apex rechts unten.

Figur 6: Das Gesteinsstück mit dem Samen *in situ*. Das Gestein ist der typische rote Eisenoolith (Parkinsoni-Oolith) mit vielen kleinen Ooiden. Bildbreite ca. 8 cm; Handstück ca. 7 x 5 x 6 cm (NMA Inv.Nr. 365a-1839).

Figur 7: Das Gesteinsstück; der Samen wurde entfernt, man sieht das Negativ, überzogen mit einem kohligen Häutchen, der Sklerotesta (NMA Inv.Nr. 365a-1839).



Tafel 4

Fig. 1-8: *Cycadospermum richteri* nov. spec. Zwei weitere Exemplare der Art (NMA Inv.Nr. 366-1839 und 2014-4/1839 - Isotypen). Mitteljura; vermutlich unteres Bathonium (oberster Parkinsoni-Oolith; Zigzag-Zone). Steinbruch am Winnberg bei Sengenthal-Winnberg, Oberpfalz/Bayern.

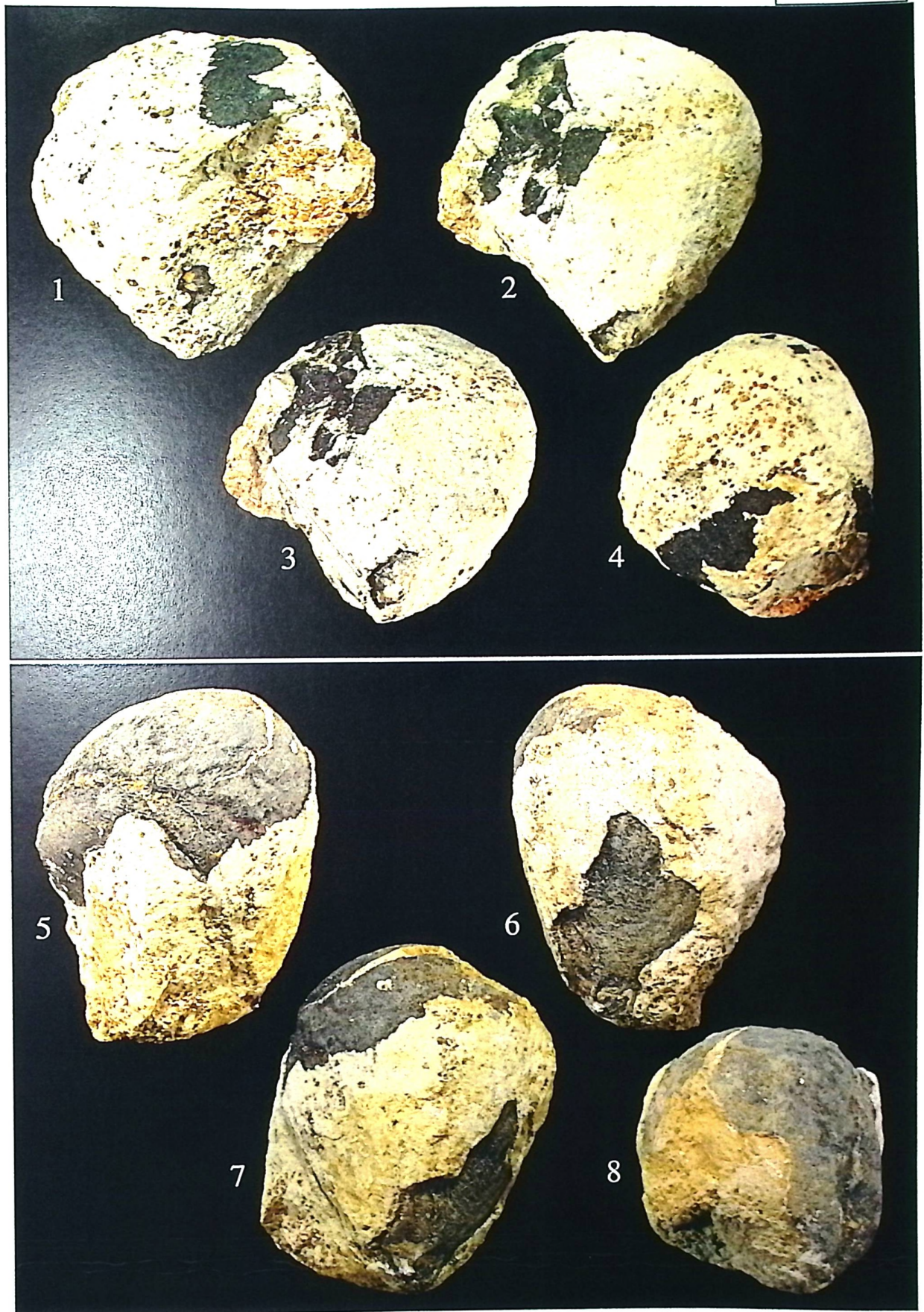
Figuren 1 und 2: Lateralansichten des Samens NMA Inv.Nr. 366-1839, einmal gedreht im Uhrzeigersinn. Gut erkennbar der den Samen weitgehend umhüllende graue ooidarme Mergelkalk, der auf Bathonium verweist. Man erkennt auch ein anhaftendes rotes Gesteinsstückchen in Form des typischen Parkinsoni-Ooliths. Der weiße Strich kennzeichnet eine laterale zum Apex verlaufende Kante. Höhe des Samens 4 cm, maximaler Durchmesser 3,2 cm.

Figur 3: Schrägansicht des Samens Nr. 2. Apex unten. Der weiße Strich kennzeichnet eine laterale zum Apex verlaufende Kante (NMA Inv.Nr. 366-1839).

Figur 4: Aufsicht auf die Samen-Basis (NMA Inv.Nr. 366-1839).

Figuren 5 bis 7: Lateralansichten des Samens (NMA Inv.Nr. 2014-4/2128) in Form einer Abwicklung im Uhrzeigersinn. Basis oben. Die Gesteinshülle dieses Samens besteht ausschließlich aus grauem Mergelkalk mit sehr wenigen Ooiden und kann somit ins untere Unterbathon eingeordnet werden (Zigzag-Zone). Er stammt vermutlich aus dem Übergangsbereich Parkinsoni-Oolith in die kalkmergeligen Bathonium-Schichten. Der Samen wurde beim Fotografieren teils leicht verkippt.

Figur 8: Aufsicht auf die Samen-Basis (NMA Inv.Nr. 2014-4/2128). Durchmesser 2,6 - 3,3 cm.



Documenta naturae	192.4	S. 397-421	5 Tafeln	München	2013
-------------------	-------	------------	----------	---------	------

„Esferas de piedra“, die Steinkugeln von Costa Rica – ein geologisches Phänomen im Vergleich mit anderen Vorkommen weltweit!

H.-J. GREGOR

Zusammenfassung

Das Phänomen der Steinkugeln in Costa Rica wird geologisch interpretiert und verglichen – wobei weltweit diverse weitere Steinkugeln aus verschiedenen petrographischen Gesteinen bestehen. Archäologische Bearbeitungen scheiden für den Autor als primäre Ursache der Kugelbildung aus.

Schlüsselworte: Steinkugeln, Costa Rica, Petrographie, Granit, Sandstein, Archäologie

Summary

The Phenomenon of stone balls in Costa Rica is geologically interpreted and compared to worldwide occurring further stone balls of other petrographic conditions. Archaeological treatments can be excluded as a primary build up of the balls.

Key words: stone balls, Costa Rica, petrography, granite, sandstone, archaeology

Adresse des Autors:

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

Inhalt	Seite
1 Einleitung und Dank	398
2 Kugeln – ein Phänomen	399
2.1 Allgemeine geologische Beobachtungen	399
2.2 Steinkugeln in Costa Rica	400
3 Weitere Vorkommen von Steinkugeln	401
3.1 Nord-Europa	401
3.2 West-Europa	401
3.3 Zentral-Europa	402
3.4 Ost-Europa	404
3.5 Russland bzw. GUS (Eurasien)	405
3.6 Australien - Neuseeland	405
3.7 Indonesien, Kleine Sunda-Inseln	405
3.8 Indien	406
3.9 China	406
3.10 Chile	406
3.11 Kanarischen Inseln	406
3.12 Fossile Formen verschiedener Zeitalter	406
4 Geologische Erklärung für das Kugelphänomen	407
4.1 Allgemeines	407
4.2 Costa Rica	407
4.3 Fazit	408
4.4 Künstliche Kugeln – Kunst und Problem	408
Literatur	409
Tafeln	412

1 Einleitung und Dank

Bei einem Besuch in Costa Rica (März 2005, E 931/9 von Autor GREGOR) wurden auch die dort bekannten „Esferas“, die im Gelände und in Gärten herumliegenden Steinkugeln näher studiert, da sie in Ihrer Genese als problematisch angesehen werden. Dies ist der Grund, dass die weitere Beschäftigung mit diesem Naturphänomen zu dieser kleinen Arbeit führte – die nur einige Ideen, Anregungen und Klärungen versucht, incl. dazugehöriger Literaturstudien.

Ob Kanonenkugeln, heute aus China kommende bearbeitete Steinkugeln für Terrasse und Garten, Gerölle, Kugelfische, Bezoare (GREGOR et al. 2013), Elefantenkot, Stacheifrüchte (Taf. 4, Fig. 10) oder Marmorkugeln und –eier, dieses Phänomen der „Kugel“ hat viele Freunde. Ebenso wie bei den „Körpersteinen (GREGOR et al. 2013) gibt es viele verwirrende Definitionen bzw. Interpretationen dieses Phänomens. Allerdings möchte ich klar darauf hinweisen, dass unwissenschaftliche Perspektiven, z.B. der Autorin HATCHER-CHILDRESS, die über „Marbles of the Gods“ spekulierte, hier nichts zu suchen haben.

Diese Arbeit erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern dient einer ersten Information und Überlegung speziell zu den Esferas in Costa Rica.

Dank schulde ich Herrn Gerhard GRANZER (Mineralien und Fossilien, Markt 16, 3365 Allhartsberg) für die freundliche Erlaubnis, seine Daten und Bilder verwenden zu dürfen. Ganz herzlicher Dank geht an Prof. Dr. Helmut KEUPP (Freie Universität Berlin, Institut für Geologische Wissenschaften, Malteserstr. 74–100, 12249 Berlin, Germany; keupp@zedat.fu-berlin.de), der mir die „Kugeln“ der Hydrozoen von Timor für das Riffmuseum Gerstetten und diese Bearbeitung geschenkt hat. Frau E. PETUTSCHNIG von der Fa. ALPENFOSSIL.at danke ich für die Überlassung aller Belegfotos zu den Hydrozoen-Fossilien aus dem Salzkammergut (Griesgasse 36, A-5630 Bad Hofgastein, siehe letzte Seite).

A.E. RICHTER (e-mail: a.e.r.fossilien@t-online.de) war dankenswerterweise wie immer bereit, mit bei der Beschaffung von Literatur (Moeraki boulders) zum Thema zu helfen und Probleme zu diskutieren.

Meine alten Kollegen Dr. Rolf BOLTEN (Starnberg) und Prof. B. OTTAWAY waren so nett, mir die auf Neuseeland gemachten Fotos von Septarien zur Verfügung zu stellen.

Kollege Dr. Markus SACHSE (München) war dankenswerterweise bei der Suche nach „kulturellen“ Kugeln behilflich.

Folgenden Kollegen danke ich für Informationen, Tipps und Ideen: Yoshihide OHTA (Naturhist. Museum Oslo), Fridgeir GRIMSSON (Universität Wien, Geozentrum), Michael J. SNARSKIS (†)(Archäologischer Dienst Costa Rica) und John W. HOOPES (Univ. of Kansas, USA).

2 Kugeln – ein Phänomen

2.1 Allgemeine geologische Beobachtungen

Kugelförmige Gebilde gibt es mehrfach in der Natur, meist nicht ideal geformt, aber eben rund-kugelig, ob bei fossilen Tieren, Pflanzen oder Pilzen. Auch geologische Phänomene gibt es, z.B. den Kugel-Diorit von Skandinavien, Septarien-Kugeln aus dem Lias oder Geoden in Kugelform aus tertiären Sedimenten, Gerölle aus Flüssen oder von Gletschern. Geologisch-petrographisch gesehen können solche Kugeln aus Kalk, Sandstein, Quarzit oder Granit und anderen Gesteinen bestehen. So wie Lavabomben oder sog. „Flädle“, Glasbomben aus dem Rieskrater eben wie „Würste oder Fladen“ aussehen, so können bestimmte Typen von Gesteinen die erwähnte Kugelform annehmen – ein physikalisches Gesetz befolgend: runde Oberfläche ergibt kleinstmögliche Oberfläche, wie auch bei der Seifenblase oder beim Luftballon.

Einige Anhaltspunkte für geologische Eier- oder Kugelbildung seien hier kurz gestreift. Die Onkoide von Langenaltheim, aus der Süßwasserkalk-Serie (vgl. SCHMIDT-KALER & SALGER 1986) haben runde, kugelige oder eiförmige Formen, wie sie oft auch in der Tongrube Berg bei Donauwörth vorkommen (Algenknödelchen im cm-Bereich). Auch in Spanien gibt es neogene Ablagerungen, die fast runde „Knödel“ aus Algen liefern – Onkoide (Casas de Panes, Exkursion E 716/18 (1993) mit eigenen Beobachtungen).

In diesen basalen Schichten der Oberen Süßwassermolasse Bayerns findet man selten kopfgroße verkieselte Kugeln, die wohl aus der unterlagernden Kreide ins Miozän umgelagert wurden. Eine Kurzmitteilung dazu brachte GREGOR (1995), wobei zu bemerken ist, dass es die einzige Fundstelle dieser Art ist, die solche Gebilde liefert. Eher abgeflachte Geoden findet man im Tagebau Hambach bei Köln, wo sie sich im tonigen Sediment gebildet haben.

In Frankreich gibt es den sog. Eierstrand von Nizza, wo weiße Quarzite in idealer „Eiform“ (also keine Kugeln) herumliegen – massenweise – und das nur durch die spezielle Brandungsenergie der Wellen verursacht. Kugelige Feuersteine dagegen aus Ablagerungen der Kreide, z.B. auf Rügen, sind meist klein, im Bereich weniger Zentimeter. Gleiches gilt für die gerundeten Flintgerölle aus Gruben in Niedersachsen, auch Wallsteine, Maaseier Krähen- oder Schustersteine genannt, die schöne Polituren zeigen (KRÜGER 1993: 197, Taf. 20, Abb. 20.15).

Die „Rost-Kugeln“ aus der Braunkohle von Megalopolis auf dem Peloponnes (Griechenland) sind fast ideal rund und Bildungen im sauren Milieu eines Sumpfgewässers (VELITZELOS & GREGOR 1985). Rogensteine mit kugelig-oolithischen Strukturen fanden sich massenhaft auf

Halde des ehemaligen Kalibergwerkes Baienrode (Niedersachsen), gebildet im Gipskeuper der Trias (Taf. 5, Fig. 7, 8).

Weitere Belege vgl. in Kap. 3. Eine ganze Reihe weiterer Vorkommen wird hier kurz gestreift – die Auswahl ist fast endlos.

Dies alles sind Gründe, sich mit dem Phänomen der Kugeln aus Costa Rica näher zu befassen. Der gebräuchliche Name für die Steinkugeln – *esferas* – ist eindeutig falsch, denn Sphären sind Hohlkugeln. Steinkugeln oder „stone balls“ ist ein korrekter Begriff und bezeichnet feste, ...materialgefüllte Kugeln.

2.2 Steinkugeln in Costa Rica

Bei einer Fahrt durch Costa Rica konnten 2005 auf der Exkursion E 931/9 des Autors die berühmten Steinkugeln studiert werden (Taf. 1, Fig.1-7). Sie sind in zwei ausgezeichneten Führern näher beschrieben und dargestellt, wobei auf das Problem hingewiesen wird, dass man keinerlei Daten zu den Kugeln hat (RACHOWIECKI 2002: 11,398 und KIRST 2002: 151).

Die Kugeln sind etwa grapefruit- bis mannsgroß (15-250 cm) und wiegen wenige kg bis fast 20 Tonnen.

Sie liegen heute meist auf sekundärer Lagerstätte, da sie als Zierde in Gärten mitgenommen wurden oder dem Landbau weichen mussten (Sierpe, San Jose in Gärten und Parks usw.).

Eine etwa 1,8 m im Durchmesser große Kugel wiegt etwa 7-8 Tonnen, die maximale Kugel mit fast 3 m (Museum In San Jose, CR) etwa 16 Tonnen.

Geographisch sind sie verbreitet vor allem in der Diquis Region und auf der Isla del Canyo (RACHOWIECKI 2002: 11,398) und bestehen aus Granit (laut Literatur, KIRST 2002: 151) oder Granodiorit oder Gabbro (je nach Autor – hier fehlen weitergehende Untersuchungen). Hier im Süden Costas Ricas wohnten die Bruncas und der Zeitraum der „Bearbeitung“ der Kugeln wird aufgrund archäologischer Begleitkeramik mit präkolumbianischen Daten von etwa 200 v.Chr. - 1200 n.Chr. angegeben (KIRST 2002: 152). Neuerdings wurden in Gräbern Kugeln gefunden, die archäologisch auf etwa 1000 v.Chr. datieren (HOOPES in Stone spheres of Costa Rica, Wikipedia).

Wie man sich die Bearbeitung vorzustellen hat, ist bisher unklar. In Bayern haben wir Kugelmühlen, die durch Wasserkraft betrieben werden, was in Costa Rica aufgrund der z.T. riesigen Ausmaße der Kugeln sicher ausscheidet. Diese Kugelmühlen mahlen allerdings meist Marmore bzw. dichte Kalksteine wie Adneter Marmor usw. und keine vulkanisch-metamorphen Gesteine.

Es fehlen alle Steinbrüche zu diesem Phänomen, aber auch halbfertige Kugeln, die evtl. noch in Arbeit waren – wie es bei Skulpturen usw. in Ägypten sehr häufig zu finden ist. Andererseits gibt es eine Notiz über einen Steinbruch mit dem Gabbro, einem Tiefengestein, ca. 50 km weit weg vom Ort der Steinkugeln – was alles erst durch eine geologische Untersuchung sauber nachgewiesen werden müsste (vgl. www.philipcoppens.com/spheres.html).

Nach eigener Anschauung liegen die Kugeln vor allem in Palmar Sur und Palmar Norte herum, speziell im Gebiet des Rio Grande de Terraba, manchmal nur noch in Teilen, aber exakt kugelig-rund, ein echtes Problem auf den ersten Blick.

Nun, was lässt sich evtl. aussagen zu diesen Kugeln – gibt es Ähnliches auch anderswo?

Zur Geschichte der Steinkugeln sei auf folgende Literatur hingewiesen:

LOTHROP (1926), RACHOWIECKI (2002), KIRST (2002), STONE (1943), LOTHROP (1963), STONE (1977), STONE (1943), BAUDEZ, BORGNINO, LALIGANT & LAUTHELIN (1993), LANGE (ed.) (1996), STONE SPHERES OF COSTA RICA – WIKIPEDIA und in der „BIBLIOTHEK erstaunlicher Fakten und Phänomene“ (1992): 75, 1 Abb., „Bolas Grandes“ aus Granit von Costa Rica, Diquís-Flußdelta,

3 Weitere Vorkommen von Steinkugeln

3.1 Nord-Europa

Finnland

Die sog. Orbiculite sind Gesteine mit kugelförmigen Einschlüsse in kompakter Grundmasse. Da die meisten nicht verwittert sind, fallen die Kugeln auch nicht heraus, ergeben aber das Bild einer ganz speziellen seltenen Bildung eines Gesteins bzw. Minerals.

Kugelgranite sind vor allem in Finnland zu finden (Virvik, Kaskiavuori, Kuohemaa,), Kugel-Norite bei Romsas (Finnland).

Von „orbicular granites“ berichtet HÄRME 1980: Abb. 15-17) mit schönen Bildern großer Kugeln im Gestein (Du ca 10-20 cm) von den Fundstellen Nuuksio (Espoo) und Virvik (Porvoo).

Schweden

Aus Schweden stammen die Kugelgranite von Kortfors und Slättemossa. Letzterer ist vergleichbar dem von Pengonpohja in Finnland und dem Kugeldiorit von St.-Lucie-de-Tallano (Ajaccio, Korsika) und von Häuslern (Groß-Gerungs, Waldviertel, Nieder-Österreich). Man vgl. zu allen genannten Orten www.kristallin.de (Taf. 3, Fig. 5, 6).

3.2 West-Europa

Frankreich

KOMMA erwähnt (1981: 183) von der arkadischen Landschaft vom Plateau von Levie nahe des Weilers Pacciunituli in Macchia und Kastanienwald seltsame Felsgebilde (Affenkopf usw.) und – hausgroße Steinkugeln (hausgroß?), teils angesägt und abgesprengt, zusammen mit Menhiren (Michelin Atlas Routier France 1988, Kt.181-D-2; 1998, Kt. 189-E-3).

Über eine solche eindeutige Verwitterung eines Kreide-Sandsteins mit eingebackenen Sandsteinkugeln berichtet eine homepage von irna.lautre.net/Stone-balls-in-France-too.html, in der recht anschauliche Fotos von Steinkugeln in allen Lagen zu sehen sind. Das Kreide-Sandstein-Plateau von Serre d'Autruy und Saint-André de Rosans in den Hautes-Alpes hat in seiner Matrix Kugeln und Ovoide jeder Größe eingeschlossen (FRIES & PARIZE 2003). Sie werden durch Verwitterung befreit, verwittern zu unansehnlichen Gebilden, oft mit sphärische-konzentrischer Schalenbildung. Diese Gebilde haben sich vor 110 Millionen Jahren in der Unterkreide im Vocontian-Trog gebildet und zeigen „blue marls“ in „submarine slumps“. Quarz-Körner und Glaukonit, zusammen mit kieselsäure- und kalkhaltigen fossilen Überresten (Debris) bilden diagenetische „Doggers“ oder Konkretionen. Kompaktion, Zementation und Kristallisation um einen Keim herum (Schill) bilden dann die seltsamen Kugeln, die eindeutig natürlichen Ursprungs sind. Eine ganze Anzahl von Ortschaften in den „Baronnies“ sind von solchen Gebilden betroffen und zeigen eine weite Verbreitung an (vgl. zu allem mit Profilen usw. <http://irna.lautre.net/Stone-balls-in-France-too.html> sowie FRIES & PARIZE 2003).

Korsika

Bei dem kleinen Örtchen St. Lucie de Tallano auf Korsika gab es früher einen Steinbruch mit Granitabbau, der heute zum Erliegen gekommen ist. Es gab wohl Störungszonen, in denen sehr schöne Exemplare von Kugelgranit bzw. -diorit gefunden wurden und die man heute noch im Ort bei einer Witwe dort kaufen kann.

Die aus weißlich-klarem Quarzit bestehenden Kugeln liegen in schwärzlicher Grundmasse, eben ein Diorit bzw. Granit. Leider konnten bisher keine ausgewitterten Kugeln gefunden werden.

Spanien

Sehr interessante konkretionäre Bildungen finden sich in Spanien bei Agramon (Kastilien, Prov. Albacete), nämlich aus vulkanischen Schichten, die aus opalisiert erhaltenen Kieselsäurelagen bestehen und knollig, eiförmige oder kugelige Bildungen zeigen (Taf. 3, Fig. 3). Das Material heißt Menilith und stammt aus dem Neogen, wird als Kreidegestein abgebaut (Mineralienatlas Wikipedia).

3.3 Zentral-Europa

Deutschland

Mainzer Becken

Die sog. „Steinhardter Erbsen“ im Mainzer Becken sind oft irreguläre Gebilde, oft aber auch ideal ausgebildete Kugeln aus einem Baryt-Sand-Gemisch, sind also marin geprägte Konkretionen, meist um einen Kern herum kristallisiert (Muschel, Holzstück etc., vgl. Taf. 5, Fig. 5).

Sächsische Braunkohle

Riesenkalkzitsphärite, schön in Kugelform, fanden sich im Tagebau Mücheln (Geiseltal, über 1 m Durchmesser, vgl. KRUMBIEGEL, S. 50, Abb. 6-10) und waren nur kurze Zeit während des Abbaus zu sehen – aber dementsprechend dokumentiert.

In den Tagebauen um Leipzig fanden sich oftmals in den Braunkohle Kugeln von ca. 5-10 cm Durchmesser aus Pyrit oder Phosphorit – eine überaus häufige Erscheinung in Braunkohlegebieten. Gleiches war auch bevorzugt in der Braunschweiger Kohle zu finden (Niedersachsen).

Niederrheinische Braunkohle bei Köln

Kollege Uli LIEVEN übergab mir 2013 einige Pyrit-Kugeln, die aus dem Horizont 5 des Tagebaues Fortuna-Garsdorf (damals Rheinbraun AG) stammen (Taf. 3, Fig. 1). Sie wurde von dem Genannten in den 80er-Jahren im grauen Sand unter Flöz Morken aufgesammelt und gehören ins Miozän. Dies ist ähnlich zu den Pyritkugeln aus der Braunschweiger Braunkohle, die der Autor GREGOR in den 1970er Jahren dort aufgesammelt hat. Natürlich sind diese Gebilde alle durch Wasseraufnahme zerfallen und ließen sich nicht konservieren.

Ein Beilagezettel aus der Sammlung KÖDITZ vom 27.2.2007 wurden auch „Klumpen von eisenharten Einschlüssen im Flöz...die ähnlich wie Rogenstein aus kleinen Kügelchen bestanden“ gefunden (Taf. 3, Fig. 2). Der Durchmesser dieser Shärosiderite betrug bis etwa 50 cm im Kohleflöz der Grube Gewerkschaft Hürtherberg. Auch in der Tongrube Niederpleis

bei Köln kamen 1986 riesige bis zu einem Meter große Kugeln ans Tageslicht, die als Rhodochrosit bezeichnet wurden (was mir persönlich nicht ganz sicher erscheint! Sphärosiderit wäre allerdings zu erwarten).

Eifel

SCHMINCKE (1988, Abb. 66) beschreibt bei seinem Vulkanismus in der Eifel Aschenkugeln, akkretionäre Lapili, mit einem Durchmesser von etwa 7 mm. Eine feinkörnige Hülle umgibt den grobkörnigen Kern der Aschenschicht aus der Mittleren Laacher See Tephraablagerung, (Nickenicher Wald, NW Mendig).

Österreich

Burgenland

Archäologie und Naturkunde sind zwei wesentliche Schwerpunkte des Burgenländischen Landesmuseums. Aus diesem Grund wurden diverse Objekte als Blickfang ausgewählt. Bei der Aufstellung war die Stadtgemeinde Eisenstadt behilflich. Die am Pauliberg häufig vorkommenden Basaltkugeln sind aus Kluftkörpern unter der Erdoberfläche und durch „Schalenverwitterung“ sowie späteres Freilegen durch Erosion des Untergrundmaterials entstanden.

Ein vergleichbares Aussehen mit grobgesprenkelter Oberfläche der Kugeln erwähnt EPPENSTEINER (2006: 9,11, Abb.1, 2) unter dem Namen „Grapenbasalt“ bzw. Fleckenstadium bei „Sonnenbrenner“-Basalt. Hier sind es meist stamphenförmige Flecken als Zerfallerscheinungen beim sog. Sonnenbrand des Gesteins.

Kugelförmige Basalte erwähnt EPPENSTEINER (2006: Abb. 3, 4) aus dem Burgenland in Österreich. Der „Kugelbasalt“ bzw., die „Basaltkugeln“ (ibid. S. 12) sind das Ergebnis der Schalenverwitterung nahe von Kluftkörpern unter der Erdoberfläche, parallel zur Wollsackverwitterung in vielen Teilen der Erde (Taf. 5, Fig. 3, weiter Bayer. Wald, Sardinien, Korsika usw.).

Allhartsberg, Niederösterreich

„Der Ort liegt auf einem Höhenrücken in der Flyschzone. Beim Bau des Gemeindeamtes im Jahr 1993 wurde eine mehrere Meter in die Tiefe reichende Baugrube ausgehoben, bei der einige dieser Sandsteinkugeln zum Vorschein kamen. Eine vollständige Kugel mit einem Durchmesser von 70 cm, die in der Hauptschule Allhartsberg aufbewahrt wird, und zwei Hälften von je 1,20 m Durchmesser, die wahrscheinlich zusammengehört haben“.

Der Flysch (Fließgestein!) besteht aus gelb verwitterndem Sandstein und grauen Tonen die sich ständig abwechseln. Grobe Sandkörner und feines Gesteinsmehl lagerten sich über lange Jahre hinweg in einem flachen Meer ab. Von Zeit zu Zeit stürzte dieses Sedimentgemisch, ausgelöst möglicherweise durch Erdbeben oder Sturmfluten über die Schelfkante zur Tiefsee ab. Die gröberen Sandkörner kamen früher unten an und bildeten die Sandsteinschichten, die feineren Bestandteile sanken langsam ab und ließen die Tonschicht entstehen. Dieser Vorgang wiederholte sich viele Male und bildete so die bis zu 2000 m mächtigen Schichten der Flyschzone. Im Laufe der langen Geschichte unserer Erde verschwand das große Meer aus Mitteleuropa wieder und die in großer Tiefe abgelagerten Sandsteine wurden in Zusammenhang mit der Bildung unserer Alpen emporgehoben und von den mächtigen Schichten der Kalk- und Zentralalpen überdeckt, sodass nur eine schmale Zone am Nordrand

Der Alpen übrig blieb.

In den Hohlräumen zwischen den Sandkörnern konnte sich Kalk ablagern, der die Verfestigung zu Sandstein bewirkte. Manchmal gelangten auch Tier- und Pflanzenreste auf den Meeresboden. Diese zerfielen und es blieben Hohlräume zurück, in die ebenfalls Kalk eindringen konnte, allerdings in größerer Menge als sonst. Auf diese Weise entstanden die Sandsteinkugeln. Nachdem zuerst der Hohlraum aufgefüllt war, lagerte sich Schicht um Schicht von Kalk und Sand um den Kern ab, sodass die Kugeln beachtliche Größen erreichten bis zu 1, 5 m Durchmesser und mehr. Sie sind härter als der sie umgebende Sandstein. Ihr Wachstum kam wahrscheinlich dann durch den Mangel an Kalkzufuhr und durch die zunehmende Verhärtung des übrigen Sandsteins in größerer Tiefe zum Stillstand. Die Abbildungen auf der Tafel 1 (GRANZER 2011) geben einen Eindruck von den riesigen Kugeln.

Solche Sandsteinkugeln sind auch aus einem Steinbruch bei Rabenstein im Pielachtal bekannt geworden. Erst in den letzten Jahren kamen bei den Bauarbeiten zur neuen Bahn sowie bei einigen anderen tieferen Eingriffen in das Gelände in der Gegend von Böheimkirchen und Perschling eine große Zahl von Sandsteinkugeln zu Tage, die zum Teil noch in der Nähe der Baustellen abgelagert sind, aber auch zur Gestaltung von Verkehrswegen in der Gegend verwendet wurden (siehe nachfolgende Fotos).

Das nahe Melk hat ähnliche Erscheinungen im Untergrund aufzuweisen und so kommt es zu vielen kugelförmigen Gebilden in Molassesedimenten – ein ähnlicher Vorgang wurde ja mehrfach auf der Welt beobachtet (Franz-Josephs-Land). Solche Kugeln liegen zuhauf am Bahnhof von Kirchstetten nahe St. Pölten, kugelig bis oval-unregelmäßig, ähnlich denen von Allhartsberg – alles Melker Kugeln (Oligozän).

Salzkammergut

Nahe Bad Goisern werden kugelige Gebilde von wenigen cm bis zu Kindskopfgröße gefunden, die in roten Kalken der Obertrias, des Nor eingebettet sind. Es handelt sich bei ihnen, wie bei den Exemplaren von Timor, um Hydrozoen, die als kugelige Gebilde passive marine Schwimmer waren – *Heterastridium conglobosum* (Taf. 5, Fig. 4). Manchmal sind die Kugeln angereichert und zeigen eine undefinierbare Oberfläche. Sehr schöne Exemplare bekommt man von folgender Adresse: www.alpenfossil.at.

FLÜGEL hat sich 1960 schon mit diesen seltsamen Fossilien, auch von Zypern beschäftigt. Diese Form wird als *Parkeria sphaerica* bezeichnet (Taf. 5, Fig. 6)

3.4 Ost-Europa

Bosnien

Ähnliche, aber sicher andersartig gebildete Steinkugeln, also mit anderer Genese, gibt es in Bosnien, am Fluss Bosnia (Durchmesser bis ca. 1,4 m, Gestein Granodiorit und Granit). In den Ortschaften Grab, Zavidovici, u.a. liegen 50 cm bis 200 cm messende Steinkugeln herum, tonnenschwer, meist in Tälern oder trockengefallenen Bächen nahe Wasserfällen. Die Bemerkungen, dass die Kugeln poliert seien, ist anzuzweifeln, das müsste erst im Dünnschliff näher untersucht werden. Ohne geologische Kartierung sind sowieso kaum Aussagen möglich, aber den Spekulationen über „menschliche Bearbeitung“ Tür und Tor geöffnet. Die Kugeln sollen mit 25 000 Jahren alten Pyramiden bzw. Tempelstrukturen vergesellschaftet

sein. Mehrere Notizen zu diesen fast „parapsychologischen“ Pyramiden-Kugel-Strukturen kann man im Internet abrufen unter dem Begriff Bosnia.

3.5 Russland bzw. GUS (Eurasien)

Verwaltungsgebiet Dagestan (Kaukasus)

Kalkkugeln soll es noch in Dagestan (Russland), bei Ajmaki im Sandstein geben, ähnliches in Utah (USA).

Franz-Joseph-Land (Inselgruppe im Nordpolarmeer)

Auch im Franz-Joseph-Land NE von Spitzbergen (900 Km vom Nordpol entfernt, Verwaltungsgebiet Archangelsk) liegen bis zu drei Meter große Kugeln aus Granit – ein Beweis für das natürlich geprägte Vorkommen der Sphären, da hier alle Belege für irgendeine Kultur fehlen. Die Steinkugeln vom Kap Fiume auf der Champa-Insel, Franz-Joseph-Land messen bis zu 3 m im Durchmesser und können unmöglich von irgendeinem Volk oder Menschen dorthin transportiert worden sein (Taf. 5, Fig. 1).

Auf der stark vergletscherten Champ-Insel (zentral im Archipel Franz-Joseph-Land gelegen) findet man eine geologische Rarität - zahlreiche Konkretionen – kugelige Steine, die sich um ein zentrales Fossil gebildet haben. Die Vorkommen von Kap Fiume und Kap Triest stellen obertriadische perfekte Kugeln bis zu drei Metern Durchmesser.

3.6 Australien - Neuseeland

Auch auf Neuseeland, am Moeraki-Strand (40 km S Oamaru) kommen riesige Steinkugeln vor, die z.T. im Sand des Strandes eingelagert. Letztere werden als Septarien (Kalkige Konkretionen im Schlamm, die später durch das Klima erodiert wurden) interpretiert. Sie stammen wohl aus dem Übergang Kreide-Tertiär, bestehen aus kristallisiertem Kalzit-Schlamm, der sich im Laufe der Diagenese verfestigte und im Inneren sog Schrumpfungsrisse zeigt. Umlagerung brachte die submarinen Kugeln an Land, was etwa im Miozän erfolgt sein soll (vgl. dazu Taf. 2, Fig. 1-8).. Diese Moeraki Boulders findet man über mehr als 40 km am Strand von Oamaru verteilt, die bei den Maori sogar zu einer Sage verarbeitet wurden.

Devils Marbles werden granitene Kugeln von der Tennant Creek area in Australiens Northern Territory genannt (Karlukarl oder Karlwekarlwe, „Heilige Kugeln“ der Kaytetye-Eingeborenen). Es handelt sich um eine spezielle Felsformation nahe des Stuart Highways mit von Erosion, Wind, Sand und Regen veränderten verrundeten Felsen – die aber noch keine Kugeln darstellen (Taf. 5, Fig. 2).

3.7 Indonesien, Kleine Sunda-Inseln

Bei einem Besuch in Augsburg zeigte KEUPP sehr interessante Kugeln einer fossilen Hydrozoenart, nämlich *Heterastridium conglobosum* REUSS aus Bihati, Baun in SW-Timor (Taf. 3, Fig. 4). Die Kugeln wurden auf einer Expedition 2008 gesammelt und dem Museum Riff- und Korallen-Museum Gerstetten als Geschenk überlassen. Diese driftenden bzw. schwimmenden Kugeln beherbergten zu Lebzeiten eine Kolonie fossiler Hydrozoen – die Kugelform ist hier ideal zu sehen. Als Zeiteinheit ist die Obere Trias, das Nor, anzugeben. Auch in Österreich gibt es gleichalte „Kugeln“ im Nor der Alpen (Bad Goisern im Salzkammergut, vgl. Reklame auf der letzten Seite des Heftes).

3.8 Indien

Nahe Madras findet man einen gigantischen verrundeten Felsblock aus Granit auf einer schrägen Fläche liegend, die aussieht, als wenn er bald ins rutschen kommen würde – Krishnas Butter Ball bei Mammalapuram in S-Indien. Erst von der Seite erkennt man die oval-längliche Form der vom vorderen Standpunkt aus runden Kugelform – aber trotzdem ein ästhetisches Phänomen – auch ohne klassische Kugelform (Taf. 4, Fig. 5, 6).

3.9 China

In der Provinz Hunan wurden vor kurzem Steinkugeln, oft in abgeflachter Form, gefunden und von den Einwohnern kurzerhand mitgenommen. Die Fundstelle Bandeng Hügel und Zhanlong Hügel sind nahe der Stadt Gongxi und lieferten ein Bronzeschert und die Kugeln beim Strassenbau. Alle weiteren Daten sind bisher unbekannt, wenn auch Geologen sie als große Konkretionen von Kalkstein ansehen. Arbeiter meldeten ganze Nester von Stein-Eiern (oval bis rund, Melonengroß bis einen Meter und mehr im Durchmesser). Auch in der Nachbarschaft, nahe dem Dorf Moshou gibt es solche Kugeln.

Im Naturreservat von Shennongjia (Hubei Provinz, nahe der City von Hunan) fand man ebensolche Kugeln, von 10 cm bis 50 cm Durchmesser, in sedimentären Ablagerungen. Die Bevölkerung nennt sie auch Vulkan-Eier, auch wenn keine geologischen Schichten für Vulkanismus sprechen. Wie sie sich gebildet haben, ist noch völlig unklar

3.10 Chile, Osterinseln

Te Pito Kuro, der Nabel der Welt, ein runder Stein ohne nähere Daten – liegt auf der Osterinsel und wartet auf wissenschaftliche Aufklärung. Da die Insel vulkanischen Ursprungs ist, gehört die Kugel vermutlich in der Genese zu diesen vulkanischen Ablagerungen. Möglicherweise ist dieser Stein von den Ureinwohnern bearbeitet worden (MARTINO 2010: 78/79). Der runde Stein ist in einem Steinkreis eingebettet, davor liegen vier kleinere runde Steine auf denen sich Besucher setzen, um ihre Hände auf den magischen Stein zu legen. Dieser Steinkreis ist erst in den 1970er/1980er Jahren von Inselbewohnern oder Inselbesuchern geschaffen.

3.11 Kanarische Inseln

Auf den Kanaren, auf dem Pico auf Teneriffa, gibt es einen abgerollten Lavablock, der in Schneeballart wohl zu Tal gesaut ist und dementsprechend abgerundet erscheint. (PICHLER 2007: 84, Abb. 6, 7).

3.12 Fossile Formen verschiedener Zeitalter

Wir finden eine ganze Reihe Fossilien, die kugelige Gestalt haben und bei idealer Ausbildung verblüffende Ansichten ergeben, so z.B. bei dem Kugel-Schwamm *Porosphaera globularis* PHILLIPS, aus der Kreide von Tinsdale, Hannover, oder aus dem Iran (vgl. z.B. WILMSEN et al 2012)

Die Klappersteine, -kieselige kugelig-runde Konkretionen, oft mit einem Schwamm *Plinthosella squamosa* ZITTEL im Inneren vergesellschaftet, werden von Sammlern gerne auf der Insel Mön/Dänemark oder auf Rügen gesucht – und gefunden.

Eine ähnliche Erscheinung mit anderem Chemismus finden wir bei den Phosphatkugeln von

Oberaargau (Kanton Bern, vgl. BÜCHI & WIENER 1967). „Schwarze Perlen“, (Phosphoritkugeln bis 10 mm Durchmesser) vom Muschelsandstein des Stbr. Oschwand, (Oberaargau, Kt. Bern, Burdigal, OMM) sind Koproolithen von Seeigeln der Gattung *Scutella*. Sehr eindrucksvolle Exemplare von Kugeln finden wir bei den Foraminiferen, z.B. der Gattung *Orbulina* (Taf. 1, Fig. 8).

4 Geologische Erklärung für das Kugelphänomen

4.1 Allgemeines

Es gibt nun in Skandinavien eine geologische Besonderheit, die unmittelbar mit den Steinkugeln von Costa Rica zusammenhängen dürften, indem das Aussehen bzw. die Petrographie hier wie da absolut ähnlich ist, die Kugel-Diorite von Kinnekulle in Schweden (vgl. SMED & EHLERS 2002: 126).

Das Aussehen der dortigen Kugeln ist gekennzeichnet durch grauschwarze Augitkristalle mit rundlichem Umriss, die von vielen kleinen Plagioklas-Leisten durchbrochen sind. Die Augite kommen als Nester vor, dazwischen liegen Olivin-Nester als Knoten. Die permischen Kinnekulle-Diorite, ebenso wie die Särna-Diabase, sind Laven basaltischen Ursprungs, die als Diabas bezeichnet werden. (SMED & EHLERS 2002: 126).

Hier ist also die Abkühlung ein Kriterium für die Kugelbildung.

In Sandsteinen sind es unterirdische Wässer, die zu einer Verfestigung der Sandkörner und damit zu einer Kugelbildung führen – Kriterium sind Ausfällungsphänomene.

Bei marinen Septarien kommt es zu kugeligen Konkretionen mit Schwundrissen im Inneren – marine Ausfällungsmechanismen als Kriterium. Dies war z.B. beim Bau des Main-Donaukanals vor Jahren gut zu sehen, wo Riesen-Septarien in Unterjura-Sedimenten lagen (schwarze Tone und „Holzmadener Schiefer“ aus dem Lias epsilon).

4.2 Costa Rica

Wenn die Costa Rica-Kugeln echte Granite sind, wie der Name in den jeweiligen Führern besagt, ist dies die nächste Verwandtschaft zu den skandinavischen Typen – allerdings muß ich als Geologe feststellen, dass die Kugeln in Costa Rica z.T. keine Granite sind (siehe Särna-Diabase), sondern z.T. jedenfalls Gabbros u.a. Typen metamorph-plutonischer Ausprägung (vgl. auch www.philippcoppens.com/spheres.html).

Ein kleines Problem stellen Kugeln aus Kalk oder Sandstein dar – sie fallen aus der petrographischen Verwandtschaft der übrigen Kugeln (Granit) völlig heraus. Nach eigener Anschauung besteht eine Kugel aus Algenkalk, also Sedimentgestein, aber auch aus Sandstein. Solange keine saubere Aufnahme der geologischen Besonderheiten der Kugeln gemacht wurden, braucht man hier kaum zu diskutieren – man sollte aber auch voreilige Hypothesen, wie z.B. menschliche Bearbeitung usw. vermeiden.

Geologisch wären nun die Vorkommen in Costa Rica weniger durch Gletscher bedingt als durch Verwitterung granitischen oder basaltischen Ursprungsgesteins, welches seit langer Zeit weggelöst sein dürfte und die harten Kugeln bleiben übrig – und rollen herum, meist in Flusstälern!. Das erinnert an den Kugel-Diorit aus Korsika, nahe St.-Lucie-de-Tallano, wo kleine (ca. 5cm im Durchmesser) ideale Quarzkugeln im Diorit (einem feinkörnigen Granit) stecken. Würden sie auswittern, lägen sie als Ping-Pong-Bälle in der Gegend herum.

4.3 Fazit

Die Sphären von Costa Rica sind nun nicht als von Menschen gemachte Objekte anzusehen, sondern als geologisch-natürliche Formen, die aber durchaus vom Menschen nach dem Auffinden behandelt oder vertragen worden sein können. Wir müssen also unterscheiden zwischen angefertigten Kugeln und natürlich vorkommenden.

Gerade die für das Vorkommen nötigen ehemaligen Steinbrüche fehlen, obwohl auf einer Insel ein solcher existieren soll, aber auch halbfertig „geschliffene Kugeln“, was die Idee bestätigt, dass die Steinkugeln, die „esferas de piedra“ von Costa Rica natürlichen Ursprungs sind.

Als weiterer Beweis dienen die Riesen-Kugeln von St.-Josephs-Land, die nicht künstlich hergestellt worden sein können.

Man muss nun trotzdem eine Option offenlassen, nämlich dass die nicht aus Granit bestehenden Kugeln von Costa Rica vielleicht von Menschen gemacht wurden, evtl. auch einige aus Granit, sozusagen als Nachahm-Effekt – allerdings gibt es dazu eben zu viele natürliche Kugeln. Man könnte sich vorstellen, dass die Ureinwohner die heiligen Kugeln nachzuahmen versuchten, aber dass die Vorgaben echt natürlich waren.

Zum Begriff „Esferas“, also Sphären noch eine Bemerkung: Sphären sind Hohlkugeln, keine Bälle und so sollte man besser von Steinkugeln oder „Stone balls“ sprechen.

Andererseits kommen Kalk- und Sandstein-Kugeln in Dagestan vor, wie vorhin erwähnt – vielleicht ein gekoppeltes geomorphologisches Problem. In Bayern, der Schweiz und Italien gibt es Gletschermühlen mit runden Kugel-Steinen, die durch Wasserkraft in schlotähnlichen Löchern gebildet wurden – eine Vorstellung für die Sphären?

Abschließend wurden auch manche Probleme erkannt, die hier kurz aufgelistet werden:

- Dreidimensionale Idealkugel-Bildung ist möglich – totale Verrundung (geologische Körper.
- Kugelbildung einseitig optisch zu sehen, von der anderen Seite formlos (Verwitterung)
- Eierbildung (Wellenschlag)
- Verrundung ohne klare Kugelbildung durch Abplatzen (Basaltkugeln)

Wer sich weiter für dieses Thema interessiert, kann natürlich im Internet noch viele Daten herausfinden, z.B. unter dem Thema „Steinkugeln“.

4.4 Künstliche Kugeln – Kunst und Problem

Zum Schluss der Ausführungen sollen einige Bilder gebracht werden, die zeigen, wie faszinierend für den Menschen „Kugeln“ sind. Ganz unterschiedliche Gegebenheiten liegen bei den künstlichen Kugeln vor, z.B. – hier einige Beispiele:

Ein Kunstwerk der besonderen Art im Jardin de Tuileries in Paris (Taf. 4, Fig. 3). In einem Steinbruch im Muschelkalk werden Kugeln zum Zerkleinern von Steinmassen gebraucht – hier ein Bild mit Kollegen U. LIEVEN (Taf. 4, Fig. 4). Am Chiemsee vor einem Firmengelände stehen Kugeln – als Zier (Taf. 4, Fig. 8). Der Goldene Felsen bei Kyaikto Myanmar (Taf. 4, Fig. 7). Krishna's Butter Ball in S-Indien bei Mammalapuram (Madras)(Taf. 4, Fig. 5, 6).

Ein ganz seltsames Phänomen möchte ich von Sardinien mitteilen, wo am „Ende der Welt“, auf einer Schafweide auf einem Hügelrücken, eine Kugel, eine Sphäre steht oder liegt.

Nuraghe Burghido liegt auf dem Weg von Ozieri nach Chiaramonti. Die ca. 2 Meter im Durchmesser große rostige Kugel ist hohl, man kommt kaum hinauf zu ihr, da überall Stacheldraht und Steinmauern den Zugang verwehren (Taf. 4, Fig. 1, 2). Zu welchem Zweck sie dienen, war nicht zu erfahren. Einheimische sprachen von Kunstwerken und schüttelten den Kopf, oder von Radarzielen für die auf Sardinien stationierten Nato-Flugzeuge (? , Taf. 4, Fig. 1).

Dass sogar eine Sonnenfinsternis eine Strahlenkugel aufweist (Costa Rica am 8.4.2005 um 16 Uhr) – möge als vielleicht nicht ganz ernst zu nehmende Bemerkung zum Thema durchgehen (Taf. 4, Fig. 9).

Literatur

- BAUDEZ, C. F., BORGNINO, N., LALIGANT, S. & LAUTHELIN, V. (1993): Investigaciones Arqueologicas en el Delta del Diquis.- Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, Mexico, D.F.
- BIBLIOTHEK erstaunlicher Fakten und Phänomene (1992): Wissen und Werke der Ahnen.- 143 S., viele farb. Abb., TIME-LIFE-Books, USA
- BÜCHI, U.P. & WIENER, G. (1967): Phosphatkugeln im Muschelsandstein des Oberaargau, Kt. Bern.-Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. U. Ing., 34, 85: 17-28, 2 Figs., 8 Photos, Riehen/Basel
- EPPENSTEINER, W. (2006): Vulkanite im Burgenland: Vorkommen – Abbau – Verwendung.- Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 25: 5-34, 47 Abb., 10 Tab., Wien
- FLÜGEL, E. (1960) *Heterastridium conglobatum conglobatum* Reuss, an Upper Triassic Hydrozoan from the Petra-Tou-Roumiou Limestone of Pendakomo, Cyprus. Journal of Paleontology, 34, (1):127-132
- FRIES, G. & PARIZE, O. (2003): Anatomy of ancient passive margin slope systems: Aptian gravity-driven deposition on the Vocontian palaeomargin, western Alps, south-east France. - Sedimentology 50 (6), 1231–1270
- GRANZER, G. (2011): Riesen-Sandstein-Kugeln aus Flyschsedimenten von Allhartsberg und Melk (Niederösterreich) (Kurzmitteilung 9).- Documenta naturae, 164-3: 67-73, 1 Taf., München
- GREGOR, H.-J. (1995): Umgelagerte Hornsteingerölle in der basalen Oberen Süßwassermolasse von Donauwörth.- Documenta naturae, 93 (Kurzmitt. III): 36-37, 1 Abb., Taf. 16; München
- GREGOR, H.-J., SACHSE, M. & RICHTER, A. (2013): Koprolithen, Cololithen, Otolithen, Gastrolithen, Statolithen und weitere somatische Sekretionen - Steine im Ohr, im Magen, im Darm oder sonst wo - Versuch einer systemischen und systematischen Lösung.- Documenta naturae, 192.3: 273-352, 5 Tab., 18 Taf., Append., München
- HÄRME, M. (1980): Suomen geologinen yleiskartta - The general geological map of Finland - 1 : 400 000, Sheet C1-D1, Helsinki, 95 pp., 32 figs., 1 tab., 1 appendix, Helsinki
- KIRST, D. (2002): Costa Rica.-599 pp., 23 maps, many figs. and pls., Reise know-how Verl., Bielefeld

- KOLLMANN, H. A. & STROBL, K. (1992): Landschaften Niederösterreichs, Bd. 2, 63 S., Berger & Söhne Verlag, Wien
- KOMMA, L. (1981): Korsika für Kenner.- 224 S., viele s/w-Abb., Langen Müller, München
- KRÜGER, F. J. (1993): Geologie und Paläontologie: Niedersachsen zwischen Harz und Heide.- 244 S., 120 Farbfotos, 48 s/w-Fotos, 27 Kartenskizzen, 154 Zeichn., Gondrom Verl., Bindlach
- KRUMBIEGEL, G. (1959): Die tertiäre Pflanzen- und Tierwelt der Braunkohle des Geiseltales.- Die neue Brehm Bücherei, 237: 156 S., 93 Abb., 29 Fig., Halle (Saale)
- LANGE, F. W. (ed.) (1996): Paths Through Central American Prehistory: Essays in Honor of Wolfgang Haberland. University of Colorado Press, Boulder. (Still in press).
- LOTHROP, S. (1963): Archaeology of the Diquis Delta, Costa Rica.- Papers of the Peabody Mus. Archaeol. Ethnol., 51, Harvard Univ., Cambridge
- LOTHROP, S.K. (1926): Pottery of Costa Rica and Nicaragua, vol.II.- Mus. Americ. Indian Heye Found., 527 pp., Boston
- MARTINO, G. di (2010): Mysterien der Osterinsel.-127 S., viele farb. Abb., (RAI Trade, Giunti Editore) dt. Ausgabe: Allpart Media, Berlin
- PICHLER, H. & TH. (2007): Vulkangebiete der Erde.- 261 S., zahlr. farb. Abb., Spektrum Akademischer Verlag
- RACHOWIECKI, R. (2002): Costa Rica.- 559 pp., many figs., maps, fotos, Lonely Planet Publ., Melbourne
- RICHTER, A. E., DROST, C. & DROST, T. (2013): Riesenkugeln an Neuseelands Strand.- Online-Magazin Leitfossil.de; Geologisches; 19.2.2013; 9 S., 16 Abb. - Ammon-Rey-Verlag, Augsburg (Jahrgangs-CD 2013)
- SCHMIDT-KALER, H. & SALGER, M. (1986): Obere Süßwassermolasse (OSM) und bunte Brekzie bei Biswang (Südliche Frankenalb): Neue Kernbohrungen und sedimentpetrographische Untersuchungen.- Geol. Bav. 89: 219-228, 4 Abb., 1 Tab., München
- SCHMINCKE, H.-U. (1988): Vulkane im Laacher See-Gebiet – Ihre Entstehung und heutige Bedeutung.-119 S. 91 meist farb. Abb., Doris Bode Verl., Haltern
- SCHULZ, W. (2003): Geologischer Führer für den norddeutschen Geschiebesammler.– 507 S., zahlr. Abb., cw Verlagsgruppe, Schwerin
- SMED, P. & EHLERS, J.(2002). Steine aus dem Norden – Geschiebe als Zeugen der Eiszeit in Norddeutschland.- 194 S., 157 Abb., 34 Farbtaf., 83 z.T. farb.Abb., Gebr. Bornträger, Berlin
- STONE SPHERES OF COSTA RICA - WIKIPEDIA
- STONE, D. Z. (1943): A Preliminary Investigation of the Flood Plain of the Rio Grande de Terraba, Costa Rica. American Antiquity 9(1):74-88.
- STONE, D. Z. (1977): Precolumbian Man Finds Costa Rica. Peabody Museum Press, Cambridge, Massachusetts.
- THENIUS, E. (1974): Niederösterreich, Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefassten Einzeldarstellungen.- 120 S., 2. erweiterte Auflage, Wien

- VELITZELOS, E. & GREGOR, H.-J. (1985): Pflanzensoziologische Abfolgen und Ökologie der pleistozänen Braunkohlen des Tagebaues Choremi (Megalopolis, Peloponnes).- Documenta naturae, 25: 21-27, 4 Abb., 2 Taf.; München.
- WESSELY, G. (2006): Niederösterreich. Geologie der österreichischen Bundesländer.- 416 S., Geol. Bundesanst. Wien 2006
- WILMSEN, M., FÜRSICH, F.T.H. & MAJIDIFARD, M.R. (2012): *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) (Porifera, Calcarea) from the Maastrichtian of the Farokhi Formation of Central Iran.- Cretaceous Res., 33, 1: 91-96, 5 figs.

Tafeln

**Alle Fotos von Autor GREGOR
oder mit Erlaubnis der Kollegen,
die die Fotos geliefert haben**

Tafel 1

Fig. 1-7: Steinkugeln aus der Region Sierpe in Costa Rica (Exkursion E 931/9 des Autors, Fotos GREGOR)

Fig. 1: eine ganze und eine zerbrochene „Sphäre“

Fig. 2: Kugel mit Schatten

Fig. 3: fußballgroße Kugel mit Größenvergleich

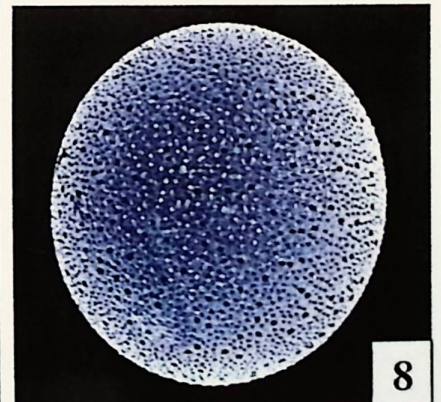
Fig. 4: Oberfläche einer Kugel aus kristallisierten granitischen Flächen

Fig. 5: Flecken mineralischer Kristallisation auf der Oberfläche

Fig. 6: Nahaufnahme Kristallrasen von Fig. 5

Fig. 7: Nahaufnahme der Oberfläche mit Kristallnadeln

Fig. 8: Eine runde *Orbulina*-Foraminifere (Foto HESEMANN, Hamburg)



Tafel 2

Fig. 1-8: Kugelige Septarien vom Moeraki-Strand in Australien

Fig. 1: Fernblick am Strand (Foto A.E. RICHTER)

Fig. 2: Kugeln am Strand (Foto A.E. RICHTER)

Fig. 3: dicht liegende Kugeln (Foto A.E. RICHTER)

Fig. 4: Einzel-Kugel vor Profil (Foto A.E. RICHTER)

Fig. 5: stark verwitterte Septarie, aufgeplatzt (Foto A.E. RICHTER)

Fig. 6: Septarie mit deutlichen gelben Kalzit-Rasen und -Auskleidungen in den Schwundrissen (mit Kollegin B. OTTAWAY, Foto R. BOLTEN)

Fig. 7: Septarie flach freiliegend (Foto R. BOLTEN)

Fig. 8: Zwei Septarien im Geländeprofil, herausgewittert (Foto R. BOLTEN)



Tafel 3

Fig. 1: Pyrit-Kugeln, Tgb. Fortuna, grauer Sand unter Flöz Morken, Miozän, (Coll. LIEVEN, Foto GREGOR, , Material im Naturmuseum Augsburg 2014-8/2126)

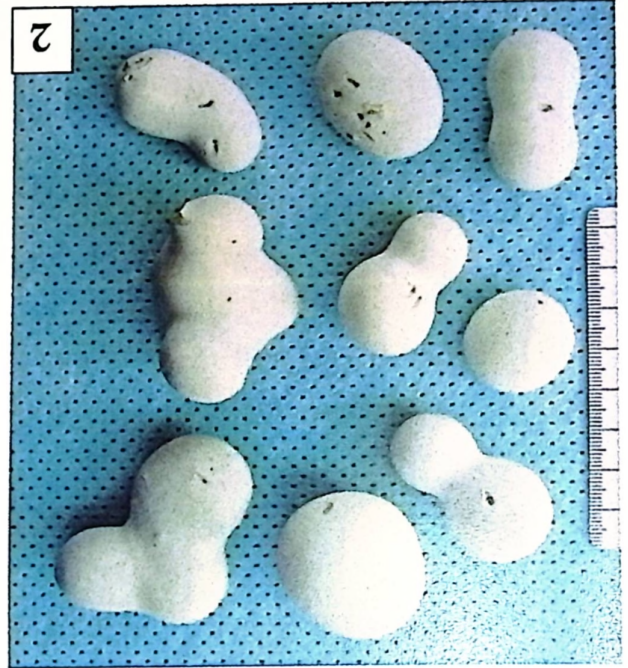
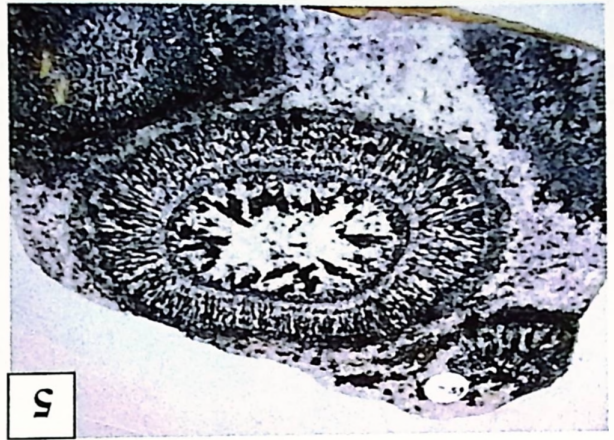
Fig. 2: Sediment-Kugeln und Konkretionen aus dem Tgb. Garzweiler (Coll. LIEVEN, Foto GREGOR, Material im Naturmuseum Augsburg Inv. Nr. NMA 2014-6/2126)

Fig. 3: Menilith-Opal in amorpher Form, darunter eine Kugel, Agramon, Spanien, Jungtertiär (FOTO GREGOR, Material im Naturmuseum Augsburg, Inv.Nr. 2014-7/2126)

Fig. 4: *Heterastridium conglobosum* aus SW-Timor, Obere Trias (Nor), (Geschenk H. KEUPP für Riff-Museum Gerstetten)

Fig. 5: Kugel-Diorit, Skandinavien, (Mineralientage München)

Fig. 6: Platte aus Kugel-Diorit (Mineralientage München)



Tafel 3

Tafel 4

Fig. 1: Burghido in N-Sardinien, Nuraghe und Kugel auf dem Felsplateau (Foto GREGOR)

Fig. 2: Hohl-Kugel auf Felsfläche (Foto GREGOR)

Fig. 3: Kunst-Kugel aus Blechdosen in Paris (Jardin de Tuilleres) (Foto GREGOR)

Fig. 4: Brecher-Kugel mit Kollege Uli LIEVEN im Steinbruch der Fa. SÄMANN, bei Autobahnarbeiten an der B 10 zwischen Vaihingen/Enz und Illingen aufgeschlossen

Fig. 5: Krishnas (Shiwas) Butterball von vorne, mit Verrundung (Foto GREGOR E 1066/45B, Febr. 2011)

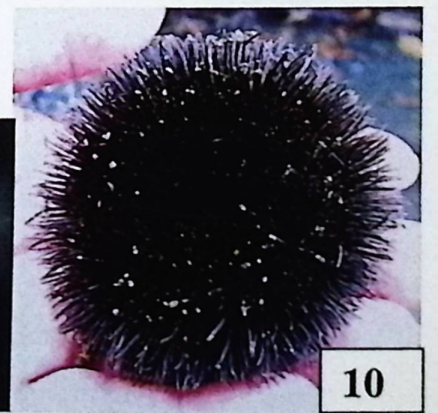
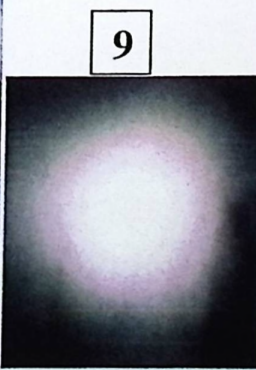
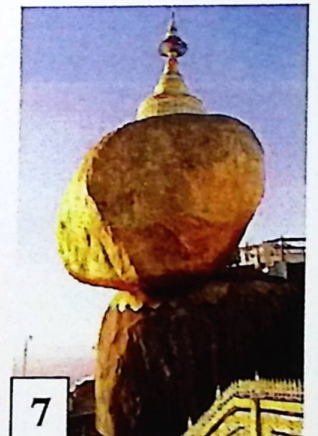
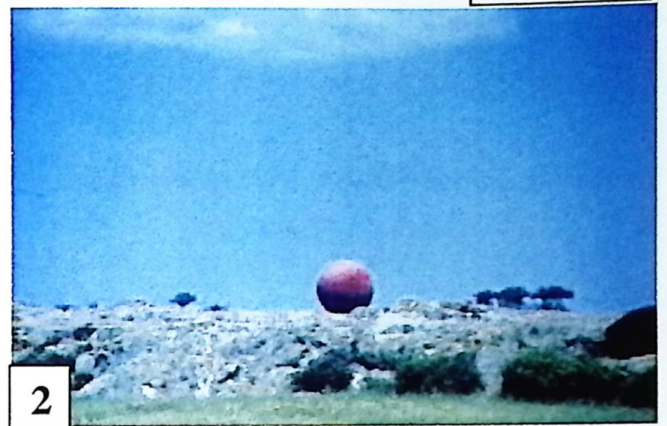
Fig. 6: Krishnas (Shiwas) Butterball von seitlich, die längliche Form zeigend (Foto GREGOR E 1066/45B, Febr. 2011)

Fig. 7: Goldener Felsen bei Kyaikto Myanmar, mit Verrundung (Foto M. SACHSE, München)

Fig. 8: Starnberger Fabrikvorplatz mit Kugelplastiken (Foto GREGOR)

Fig. 9: Strahlen-Kugel bei der Sonnenfinsternis am 8.4.2005 um 16 Uhr in Costa Rica (Foto GREGOR)

Fig. 10: Kugelige Stachel-Frucht, Strandgut; Costa Rica (Foto GREGOR)



Tafel 5

Fig. 1: Steinkugel vom Kap Fiume auf der Champa-Insel, Franz-Joseph-Land, triassischer Sandstein (Foto GRIMSSON)

Fig. 2: Devils Marbles, Tennant Creek, Australien, schwach verrundet (Foto GRUBER)

Fig. 3: „Basaltkugeln“, Schalenbildung (Kluftlinien) in massigem bis grobblockigem Basalt, Pliozän, Pauliberg, Österreich (Foto R. BUTZMANN)

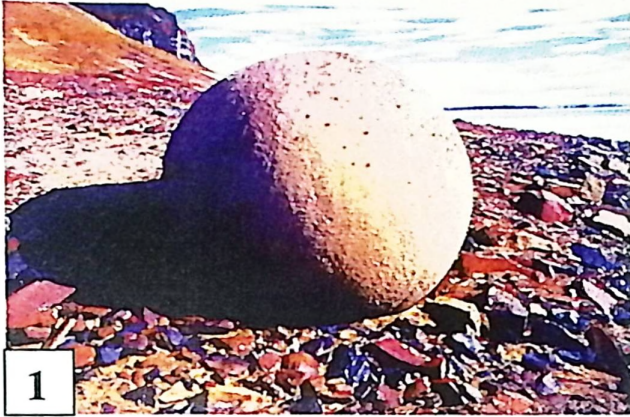
Fig. 4: *Heterastridium conglobosum*, Bad Goisern, Salzkammergut, Österreich, Trias (Nor), (Ausgrabung Petutschnig, Bad Hofgastein), Hydrozoe (Foto E. PETUTSCHNIG)

Fig. 5: Steinhardter Erbse, Barytkonkretion kugelig mit zentralem Holzrest, Mainzer Becken, Oligozän (Foto U. LIEVEN)

Fig. 6: *Parkeria sphaerica* CARTER 1877, Oberkreide von N-Kantabrien, eine Hydrozoe

Fig. 7: Rogenstein mit kugelig-oolithischen Strukturen, Baienrode, Gipskeuper, Trias, (E 877/3 in 2002, Foto GREGOR)

Fig. 8: Vergrößerung von Fig. 7, zonale Kugelstrukturen mit Zentralkana



Nachtrag:

H.-J. GREGOR: Nachtrag zu *Cycadospermum richteri* – Fund eines Stammstückes mit Blattbasen

Nach Vollendung der Arbeit über die Zykadeensamen bekam ich ein Foto von Herrn H.-D. BOLTER zugesandt mit der Anfrage, um was es sich bei dem Fossil handeln könnte.

Wie es der Zufall will, handelt es sich um die Blattbasen einer Zykadee, sicher auch von *Cycas* selbst, denn bei dieser Gattung bleiben die Blattnarben erhalten. Allerdings ist dies auch bei *Encephalartos* und *Macrozamia* der Fall, welche aber aus systematischen Gründen ausscheiden. Bei anderen Taxa sind keine Blattnarben erhalten.

Im vorliegenden Fall haben wir noch Teile diverser Blattwedelstielansätze, was ausgezeichnet zum Vorkommen der neuen *Cycas richteri* passt.

Stratigraphisch ist das Fossil aufgrund der Farbe gut einzuhängen: Die Gesteinshülle dieses Samens besteht ausschließlich aus grauem Mergelkalk mit sehr wenigen Ooiden und kann somit ins untere Unterbathon eingeordnet werden (Zigzag-Zone). Er stammt vermutlich aus dem Übergangsbereich Parkinsoni-Oolith in die kalkmergeligen Bathonium-Schichten. Mitteljura; Steinbruch am Winnberg bei Sengenthal-Winnberg, Oberpfalz/Bayern.

Die Bestimmung ist aufgrund des isolierten Vorkommens schwierig, man kann allerdings folgende Bestimmung wagen: *Cycas* sp. (zu *Cycas richteri* GREGOR gehörig?)

Adresse des Finders:

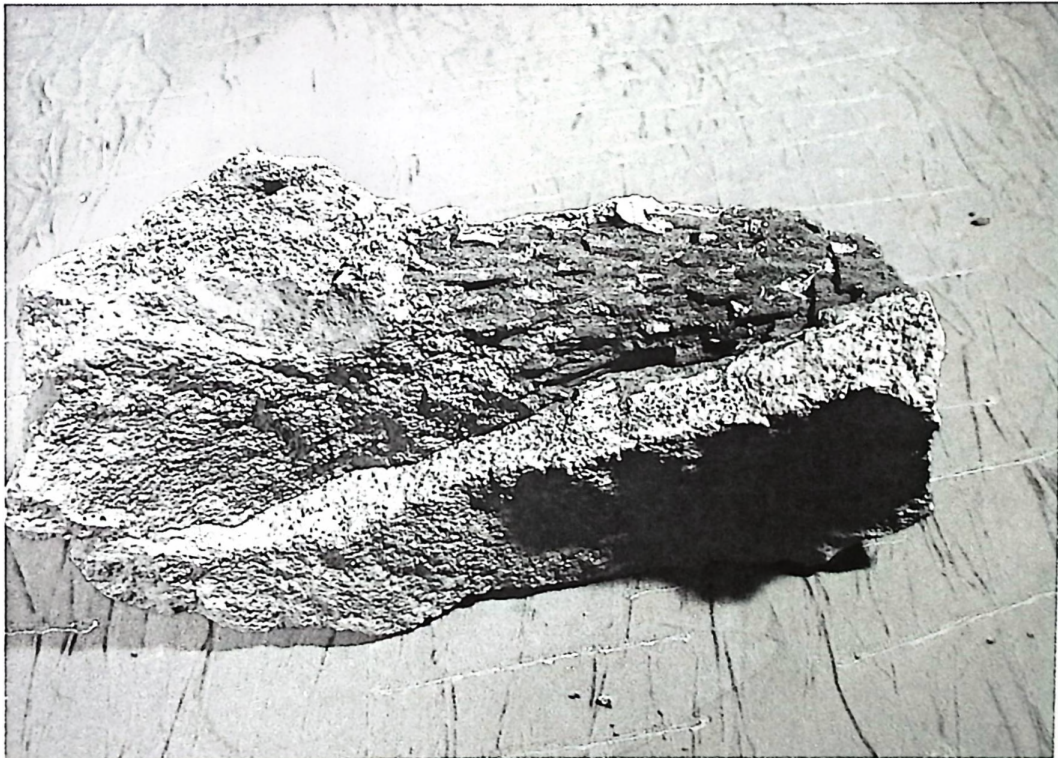
Hans-Dieter Bolter

Forellenweg 14

73479 Ellwangen/Jagst

Tel. 07961/2184, 0171/3158496

Email: hadibolter@t-online.de



Zykadeen
Stammrest