MITTEILUNGEN DER POLLICHIA	III. Reihe 20. Band	134. Vereinsjahr 1973	Pollichia Museum Bad Dürkheim	Seite 103 bis 112

KARL R. G. STAPF

Limnische Stromatolithen aus dem pfälzischen Rotliegenden

(vorläufige Mitteilung)

Vorwort

Die bereits von v. GÜMBEL (1894), REIS (1903) und v. AMMON (1910) erwähnten, von HABICHT (1953) und von STAPF (1970) ausführlicher behandelten Stromatolithen aus dem Rotliegenden (Unter-Perm) des Saar-Nahe-Beckens werden z. Z. vom Verfasser umfassend bearbeitet. Hierbei handelt es sich um limnische Stromatolithen. Da die seit 1970 betriebenen sedimentologischen und paläobotanischen Untersuchungen (angekündigt in Nachr. deutsch. geol. Ges., H. 5, 1972) aufgrund der Fülle des Materials noch einige Zeit in Anspruch nehmen werden, sollen in diesem Aufsatz lediglich Untersuchungsmethoden und erste Ergebnisse kurz mitgeteilt werden.

Begriffsbestimmung

Der Begriff Stromatolith wurde von KALKOWSKY (1908) in die Literatur eingeführt. Mit diesem Namen wurden (l. c.: 69) Kalksteine des Buntsandsteins bezeichnet, „die eine feine, mehr oder minder ebene Lagenstruktur besitzen" und (l. c.: 70) „durch Pflanzen gebildet worden sind". Betreffs der am Aufbau beteiligten Pflanzen wurde angenommen, (l. c.: 125) „daß es niedrig organisierte pflanzliche Organismen gewesen sind".

Diese von KALKOWSKY gegebene Charakterisierung der Stromatolithen wurde bis in die neueste Zeit von zahlreichen Autoren sehr nachlässig gehandhabt und z. T. sogar in das Gegenteil umgekehrt (z. B. Annahme anorganischer Entstehung). Maßgebliche neuere Arbeiten, wie z. B. GLAESSNER et al. (1969), HOFMANN (1969, 1973), CLOUD und SEMIKHATOV (1969), TRUSWELL und ERIKSSON (1972) und WALTER (1972) zeigen jedoch, daß die Beschränkung des Begriffs Stromatolithen auf laminierte biosedimentäre Strukturen, die von mikroskopischen Algen und Bakterien aufgebaut werden, sich durchsetzt. Dabei ist zu beachten, daß sie durch Gemeinschaften dieser Mikroorganismen gebildet werden. Die als Stromatolithen bezeichneten Formen werden erzeugt durch die Anlagerung — also durch Einfangen und Verkleben — von feinen Sedimentpartikeln auf der Oberfläche des Netzwerks schleimiger Algenfäden (MONTY 1965, 1967; GEBELEIN 1969; SHARP 1969) und durch nicht skelettbildende zellulare und extrazellulare Ausfällung von Calcium-Carbonat in, sowie auf den Algen (GINSBURG et al. 1971).

Bei der Bildung der Stromatolithen reagieren die genannten Organismen empfindlich auf ihre Umwelt, so daß jede Änderung ihrer Wachstumsbedingungen sich in einer Änderung der Koloniezusammensetzung und damit in einer Änderung von Stromatolithen-Morphologie und -Aufbau widerspiegelt.

Dadurch wird verständlich, daß die Bearbeitung, vor allem aber die Klassifikation der Stromatolithen heute noch problematisch ist. Die biogene Natur der Stromatolithen bringt moderne Bearbeiter (s. WALTER 1972) in Übereinstimmung mit mehreren, hier nicht näher genannten, älteren Autoren zu der Ansicht, daß es Fossilien sind und mit einer binären Nomenklatur versehen werden können, obwohl der Internationale Code der Botanischen Nomenklatur eine binäre Benennung von Fossilgemeinschaften und deren Produkten ausschließt. Wie JOHNSON (1969) ausführt, besitzen Stromatolithen den Rang von Spurenfossilien wie etwa Tierfährten oder Wurmbauten. So kann nach Ansicht des Verfassers — trotz der bereits praktizierten Anwendung der binären Nomenklatur auf säulige Stromatolithen — diese Bennennung nur den Charakter einer Hilfsnomenklatur haben. Diesem Gedankengang tragen sowjetische Stromatolithen-Forscher (s. RAABEN 1969, CLOUD und SEMIKHATOV 1969) durch die Unterscheidung von Gruppen (anstatt Gattungen) und Formen (anstatt Arten) Rechnung. Dabei werden die Gruppen nach einer Vielzahl von morphologischen Merkmalen unterschieden, während die Formen aufgrund der Form und der Feinstruktur der Laminae gekennzeichnet werden.

Für WALTER (1972) ist bei der Untersuchung von Stromatolithen auch der Geländebefund wichtig, durch den man Schichtverband, Art des Auftretens der Stromatolithen, innerhalb der säuligen Stromatolithen Orientierung der Säulen, Häufigkeit und Art der Säulenverzweigung, Form der Säulen in natürlichen Anschnitten sowie vertikale und laterale Wechsel innerhalb einer Schicht erkennen kann.

Zur genauen Bestimmung von Gruppen und Formen sind neben petrographischen Analysen (HUBBARD 1972) dreidimensionale graphische Rekonstruktionen notwendig, die sich durch Serienschnitte und -schliffe erzielen lassen.

Die Stromatolithen und ihre zeitliche und räumliche Verbreitung

Im saar-pfälzischen Rotliegenden treten die limnischen Stromatolithen sowohl in verschiedenen Profilhöhen als auch regional recht weit verbreitet auf (Abb. 1). So sind sie im Unterrotliegenden in der Kuseler Gruppe, selten dagegen in der Lebacher Gruppe und im Oberrotliegenden (Nahe-Gruppe, s. FALKE i. Druck, nach früherer Gliederung Waderner Gruppe) vertreten.

Für die Kuseler Gruppe seien einige wenige Fundgebiete genannt: Frohnhofen, Altenkirchen, Liebstahl, Altenglan, Friedelhausen, Wolfstein, Glanbrücken, Löllbach, Sitters und Oberhausen/Nahe. Im Oberrotliegenden kommen Stromatolithen u. a. bei Jakobsweiler und Sobernheim vor. Gemäß der paläogeographischen Ausdehnung des Rotliegend-Sedimentations-

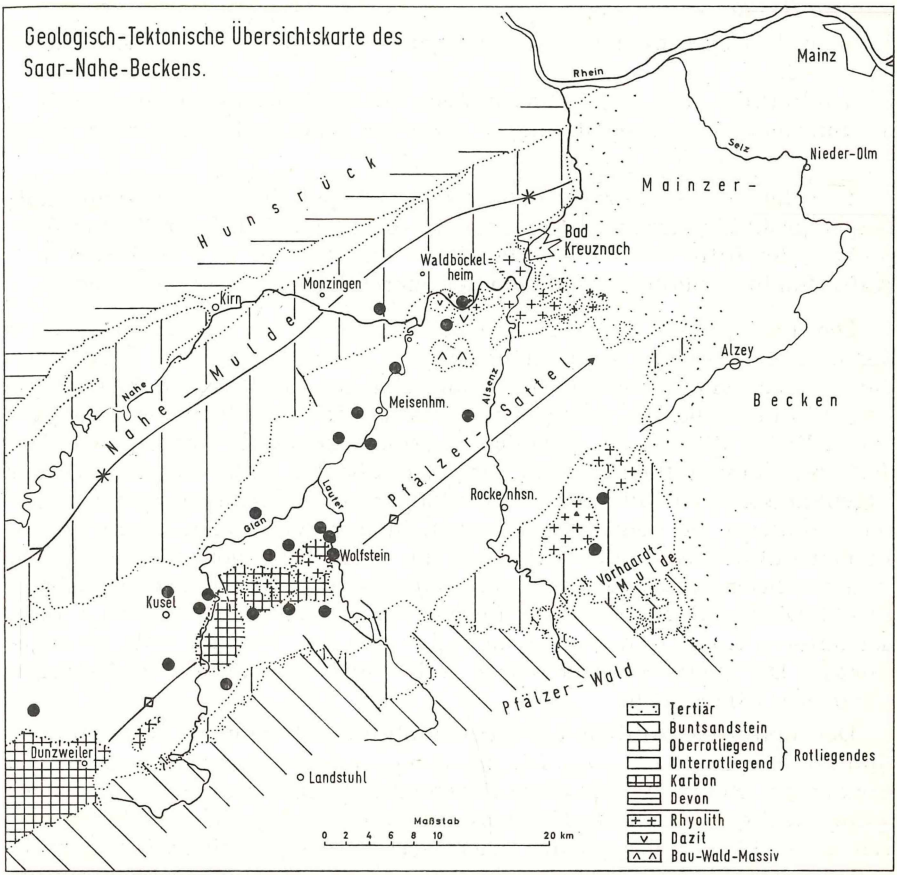


Abb. 1 Geologisch-tektonische Übersichtskarte des südwestlichen Ausschnitts des Saar-Nahe-Beckens mit einigen Stromatolithen-Fundpunkten (schwarze Punkte)

raumes nach Nordosten finden sich Stromatolithen auch in der Wetterau (Vortrag von G. KOWALCZYK, Geo-Tagung in Frankfurt a. M., Okt. 1973).

Am besten sind die Stromatolithen in der unteren und oberen Kuseler Gruppe entwickelt. Hier treten Formen auf, die in ihrer Maximalgröße einen Meter erreichen können. Das bisher größte Exemplar aus der unteren Kuseler Gruppe mißt 1,00 x 0,70 x 0,30 m. Im Durchschnitt haben aber alle gefundenen Exemplare zwischen wenigen Zentimeter und 30 cm Größe. Ein 1972 im Oberkarbon gefundenes Stück, auf das mich freundlicherweise Herr Dr. K. SCHROEDER (Geol. Inst. Univ. Saarbrücken) hinwies, hat bei zylindrischem Umfang einen Durchmesser von 0,70 m und eine Länge von 1,10 m.

Unter Zugrundelegung der morphologischen Stromatolithen-Klassifikation von TRUSWELL and ERIKSSON (1972) läßt sich feststellen, daß — bezogen

auf die Gesamtmorphologie — folgende Typen auftreten:

1. kuppelförmige (domical) = Riffe (nach VOGEL 1963, STAPF 1970), s. Abb. 2 + 3,
2. tafelförmige (tabular) = Rasen (nach VOGEL 1963, STAPF 1970), s. Abb. 4,
3. umkrustende (encapsulating) = Knollen bzw. Onkolithe (nach STAPF 1970), s. Abb. 5.

Der Geländebefund zeigt, daß diese drei Typen durch das gesamte Rotliegendprofil hindurch vorkommen, daß jedoch hinsichtlich Größe und Ausbildung der Riffe und Knollen deutliche Unterschiede z. B. zwischen dem Auftreten in der unteren und dem der oberen Kuseler Gruppe bestehen.

Die kuppelförmigen Stromatolithen (Riffe), die in der unteren Kuseler Gruppe häufig und markant ausgebildet sind, haben meist einen symmetrischen Umriß und sind im Anschnitt oft birnen- bis knotenförmig. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen nicht verbundenen Riffen differieren erheblich. Hierbei muß jedoch erwähnt werden, daß die Stromatolithen-Riffe in Gruppen auftreten, d. h., daß sich in einer Algenkalksteinbank auf weite Erstreckung nicht eine Kuppel an die andere reiht, sondern die genannten Gruppen in unregelmäßigen lateralen Abständen auftauchen. In den meisten Fällen ist in den Algenkalksteinbänken eine deutliche Größenzunahme von unten nach oben festzustellen (Abb. 2 und 3). Die verschiedenen Wuchsformen der Stromatolithen stellen z. B. in der unteren Kuseler Gruppe keine Endstadien dar. Sie sind plötzlich abgestorben. Der plötzliche Tod wurde z. B. durch vulkanische Aschenregen verursacht (STAPF 1970).

Der texturelle Aufbau der Stromatolithen ist laminar. Die Laminae sind oft wellig und runzelig. Die einzelnen Laminabögen zeigen nach oben bzw. außen. Zum Teil sind diese Bögen oder deren konvexe Teile so angeordnet, daß quer zu ihrem Horizontalverlauf kleine säulige Pfeiler entstehen. Diese können verschieden orientiert, unterschiedlich groß und breit, sowie verzweigt bzw. unverzweigt sein. Diese Merkmale haben für die nomenklatorische Terminologie diagnostische Bedeutung. In den Stromatolithen der unteren Kuseler Gruppe liegen zwischen den Säulen oder Pfeilern häufig Onkoide oder Invertebraten-Schalenreste.

Die tafelförmigen Stromatolithen (Rasen) zeigen im Hinblick auf die Gesamtmorphologie die geringsten Variationen im Profil. Sie treten meist in dünnen Bänkchen auf, die verschiedenen Unterlagen aufsitzen (z. B. kohligen Pflanzenresten, s. Abb. 4, oder verschiedenen Sedimenten).

Die laterale Ausdehnung dieser bis 5 cm dicken Bänkchen kann mehrere Meter betragen, wobei ihre Mächtigkeit nur geringen Schwankungen unterworfen ist.

Auch diese Typen weisen eine laminare Textur auf, die wie bei den Riffen aus verschiedenen Laminaformen aufgebaut werden kann. Aufgrund dieser Abweichungen lassen sich ebenso säulige und nichtsäulige Varietäten unterscheiden.

Die umkrustenden Stromatolithen (Knollen bzw. Onkolithe), speziell die Knollen, verhalten sich ähnlich wie die Riffe, d. h. sie wechseln in Form, Größe und Internaufbau innerhalb des Profils.

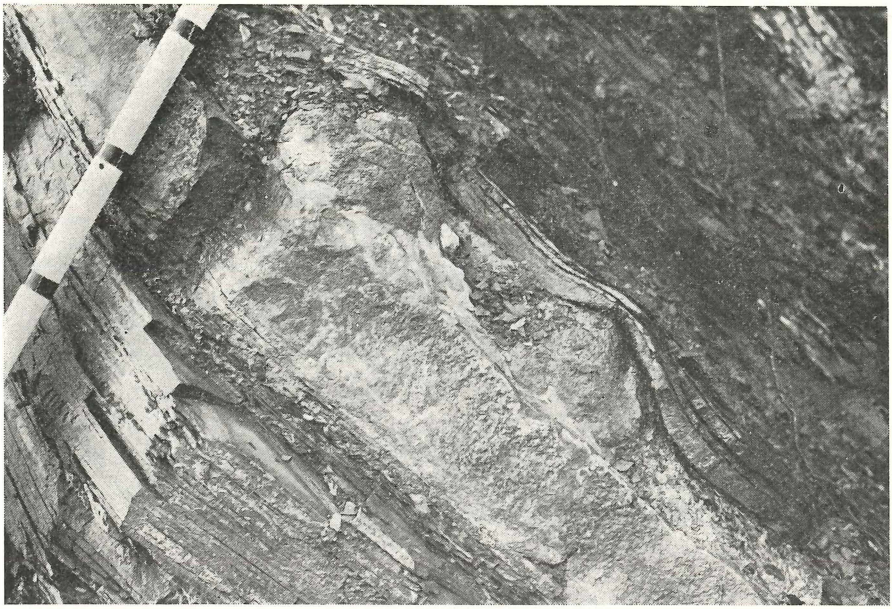


Abb. 2 Stromatolithen (Riffe) im Gesteinsverband. Untere Kuseler Gruppe bei Wolfstein/Pfalz. Abstand der Maßstabsmarkierungen 10 cm.

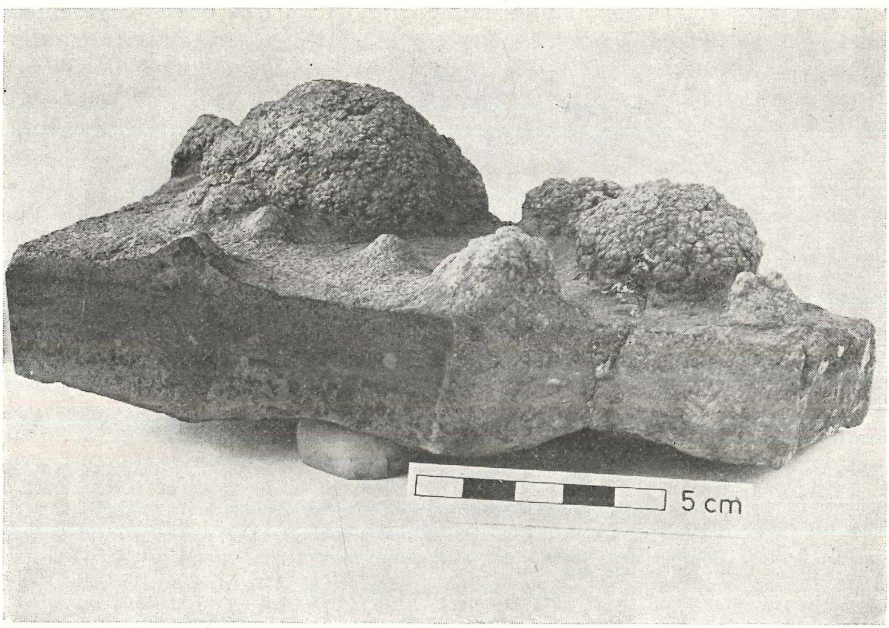


Abb. 3 Stromatolithen (Riffe) in verschiedenen Größen und Abständen, die im ausgewitterten Zustand die typische Oberfläche zeigen. Linke Hälfte der Vorderseite angeschliffen. Untere Kuseler Gruppe bei Bosenbach-Friedelhausen/Pfalz.

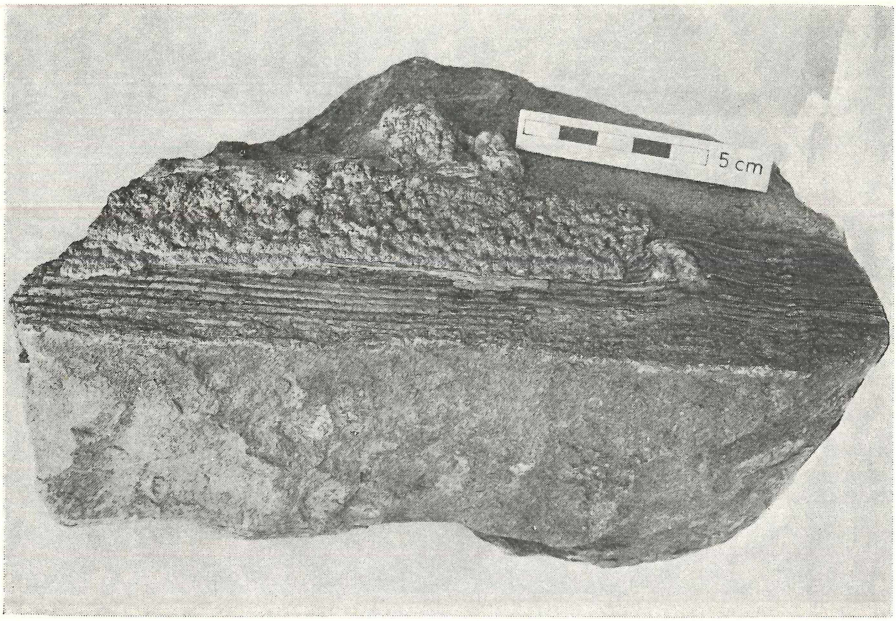


Abb. 4 Stromatolithen (Rasen) auf einem Calamiten-Rest. Untere Kuseler Gruppe bei Bosenbach-Friedelshausen/Pfalz.

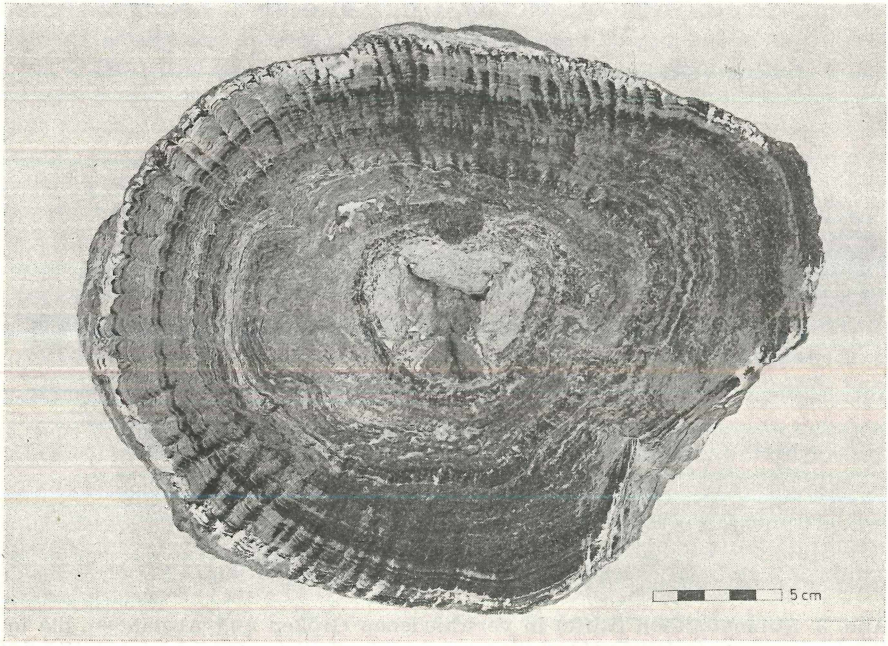


Abb. 5 Stromatolithen (Knollen). Obere Kuseler Gruppe bei Liebsthal/Pfalz (Sammlung K. Theis, Reichweiler/Pfalz).

Besonders eindrucksvoll sind sie in der oberen Kuseler Gruppe entwickelt. Hier sind sie auch im Durchschnitt größer als in anderen Profilabschnitten (Abb. 5). Sie werden im umgebenden Sediment isoliert, und, wenn sie länglich ausgebildet sind, liegend aufgefunden. Meist umkrusten sie andere Gegenstände, wie z. B. Holzreste, die dann nach ihrer Inkohlung Hohlräume schufen, welche im Laufe der Diagenese mit Karbonat zementiert wurden. Bei schnellem Zerfall der Holzreste können die Hohlräume mit jüngerem Sediment gefüllt sein. Weiterhin lassen sich an den Knollen frühdiagenetische Kompaktionsdeformationen in Form von Zerbrechungen der bereits verfestigten Stromatolithenkruste feststellen, die unter Umständen wieder von jüngeren Algen-Generationen überkrustet sind.

In ihrem texturellen Aufbau stimmen die Knollen mit den beiden vorgenannten Gruppen überein. Allerdings können nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungsergebnissen säulige Typen noch nicht eindeutig erkannt werden. Dagegen ist es bei einigen Stücken möglich, aufgrund von Form und Anordnung der Laminae — ohne Bezug auf den Schichtverband — die ursprüngliche Ober- und Unterseite zu bestimmen. Damit erweist sich die Lamination als Produzent geopetaler Gefüge.

Der petrographische Aufbau der Stromatolithen

Aufgrund von Dünnschliffuntersuchungen können die Stromatolithen — wie jedes andere Karbonatgestein — nach mikrofaziellen Gesichtspunkten behandelt werden.

Bei den Mineralkörnern, die zusammen die Strukturmerkmale ausmachen, lassen sich an Komponenten einmal *detritische Minerale* erkennen. Es sind Quarze, Feldspäte, Glimmer sowie Chlorite, die als Sedimentpartikel aus einem Liefergebiet antransportiert und auf bzw. in der Umgebung der Stromatolithen abgelagert wurden. Sodann kann man *Lithoklaste* beobachten. Dies sind karbonatische und nicht karbonatische Gesteinsbruchstücke sowohl von außerhalb als auch von innerhalb des Ablagerungsraumes, die nach einer ersten Sedimentation erodiert, zerbrochen und erneut eingebettet wurden. Weiterhin treten *authigene Komponenten* in Form von Erzkörnern (Bleiglanz, Pyrit), Bitumenklümpchen und Karbonatmineralen (Calcit, Mg-reicher Calcit, Fe-Dolomit, Ankerit) auf. Diese wurden im Ablagerungsraum gebildet, und zwar während und/oder nach der Sedimentation. Ferner sind *Pellets* und *Rindenkörner* zu erwähnen. Unter Pellets werden bis 1 mm große spärische bis eiförmige Partikel aus mikritischem Karbonatmaterial ohne Interntextur verstanden, während sich bei den Rindenkörnern in den vorliegenden Fällen meist Onkoide befinden, die als rundliche (selten lappige), aus Kern und unregelmäßiger Schale bestehenden Körnern aufgefaßt werden. Die Schalen setzen sich aus einer nicht konzentrischen Aufeinanderlagerung einzelner Ringe zusammen. Zuletzt sind die *biogenen Komponenten* zu nennen, die als bestimmbare Faunen- (Fischschuppen, -zähne, -knochenstücke) und Florenreste (?Algenfäden) in Erscheinung treten. Die Algenreste weisen eine Zonierung der Karbonatminerale auf, wobei Fe-Dolomit oder Ankerit in den Innenzonen, Calcit am äußeren Fossilrand auftritt.

Soweit hier von einer Grundmasse die Rede sein kann, wird sie meist von sparitischem Fe-Dolomit- oder Ankerit-Zement oder von mikritischem Calcit gebildet.

Zu den Texturmerkmalen gehören die charakteristischsten Kennzeichen der Stromatolithen, nämlich die bereits mehrfach erwähnten Laminationen. Hierbei handelt es sich um eine Feinstschichtung, die aus einzelnen, oft welligen Laminae (oder Lamellen) besteht. Die Dicke dieser Laminae schwankt zwischen 0,05 und 0,1 mm. Sie werden aufgebaut aus hellem (karbonatischem) und dunklem (bituminösem) Material. Die alternierende Abfolge solcher karbonatischer und bituminöser Laminae ergibt die Lamination. Untersuchungen an vergleichbaren, rezenten Stromatolithen zeigten, daß die hellen Laminae entweder durch die sedimentfangende oder kalkfällende Tätigkeit von Blaugrün-Algen entstehen und die dunklen Laminae Algenfilme oder dünne Algenmatten darstellen, in denen keine Sedimentbildung erfolgt (Golubic 1973).

Genese und Paläoökologie

Über die Genese der Stromatolithen lassen sich vorerst nur allgemeine Angaben machen. Aufgrund ihrer Bedeutung als fossile Süßwasser-Stromatolithen, die besonders aus dem Paläozoikum nur spärlich bekannt sind, hat jedoch die genetische Deutung ein großes Gewicht.

Sowohl aus der makroskopischen Erscheinungsform als auch aus den Texturmerkmalen ergeben sich einige Hinweise zur Genese.

So kann man schon im Gelände feststellen, daß die meisten Stromatolithen-Riffe in Silt-, Ton- oder Kalksteine eingebettet sind und keine Einregelung der halbkugeligen Oberflächenformen (Halbsphäroide, „Blumenkohlköpfe") erkennen lassen. Nach den Ergebnissen von Gebelein (1969) kann man daraus schließen, daß diese Formen in strömungsarmen Wässern entstanden sind. Damit stimmen Beobachtungen in der unteren Kuseler Gruppe gut überein, wo z. B. vulkanische Aschen, welche die Stromatolithen während ihrer Ablagerung abtöteten, in geringer Mächtigkeit circa 30 km weit in absolut gleicher Profilposition verfolgt werden können.

Die in der Nachbarschaft der Riffe häufig auftretenden Schrumpfrisse zeigen zudem geringe Wassertiefen bzw. zeitweiliges Trockenfallen der ehemaligen Schlammoberflächen an.

Ebenso vielfältige Aussagekraft wie die Stromatolithen-Riffe besitzen die Stromatolithen-Knollen und/oder Onkolithe. Durch sie werden ebenfalls Flachwasserverhältnisse angezeigt. Ihre rezente Bildung wurde in der Flachwasserzone vieler Seen beobachtet (z. B. im Bodensee von Schöttle 1969), womit andererseits das Auftreten von Wasserbewegungen dokumentiert wird. Solche Wasserbewegungen werden im Saar-Nahe-Becken durch längliche Einregelungen von Stromatolithen-Knollen in Sandsteinen der oberen Kuseler Gruppe sowie durch Auftreten von kleinmaßstäblichen Schrägschichtungen in Verbindung mit Lithoklasten in Onkolithen belegt.

Zusammenfassung und Ausblick

Im limmisch entwickelten Rotliegenden des Saar-Nahe-Beckens treten in verschiedenen Profilabschnitten Stromatolithen auf. Sie lassen sich in drei Typengemeinschaften einteilen und zwar 1. kuppelförmige Stromatoli-

then (Riffe), 2. tafelförmige Stromatolithen (Rasen) und 3. umkrustende Stromatolithen (Knollen, Onkolithe).

Hierbei sind die Riffe besonders gut in der unteren Kuseler Gruppe, die Onkolithe in der oberen Kuseler Gruppe entwickelt, während innerhalb des Rotliegend-Profils die Rasen nur geringe Variationen aufweisen.

Ob sich hinter diesen auffallenden Unterschieden evolutionäre Trends verbergen, kann beim jetzigen Untersuchungsstand noch nicht entschieden werden. Auch die damit zusammenhängende Frage einer Biostratigraphie des Rotliegenden auf der Basis einer evtl. Stromatolithen-Gliederung muß noch offen bleiben.

Danksagung

Für wertvolle Diskussionen und die kritische Durchsicht des Manuskripts danke ich meinen Kollegen Dr. A. SCHÄFER und Dr. A. K. THEUERJAHR (beide Mainz). Für die Bereitschaft, mir Probenstücke zur wissenschaftlichen Bearbeitung überlassen zu haben, bin ich besonders Herrn K. SCHULTHEISS (Kusel/Pfalz), ferner den Herren K. THEIS (Reichweiler/Pfalz) und A. STAPF (Nierstein) dankbar. Gedankt sei auch Herrn M. SCHMICKING (Mainz), der die Reinzeichnung und die Fotoabzüge herstellte.

Schriften

AMMON, L v. (1910): Erläuterungen zu dem Blatte Kusel (Nr. XX) der Geognostischen Karte des Königreiches Bayern (1 : 100 000). — Hrsg. unter Mitwirkung von O. M. REIS, M. SCHUSTER und W. KOEHNE, 186 S. mit einem Blatte (Nr. XX) der Geognostischen Karte des Königreiches Bayern, München.

BERTRAND-SARFATI, J. und FABRE, J. (1972): Les stromatolites des formations lacustres post-moscoviennes du Sahara septentrional (Algérie). — Internat. Geol. Congr., 24th session Canada 1972, Sect. 7: Paleontology, 458—470, 6 Fig., 5 Taf., Montreal.

BUROLLET, P. F. (1972): Introduction à l'étude des laminites algaires. — Internat. Geol. Congr., 24th session Canada 1972, Sect. 7: Paleontology, 486—489, Montreal.

CLOUD, P. E., Jr. und SEMIKHATOV, M. A. (1969): Proterozoic stromatolite zonation. — Amer. J. Sci., **267**, 9: 1017—1061, 15 Abb., 7 Taf., New Haven/Conn.

FALKE, H. (i. Druck): Das Rotliegende des Saar-Nahe-Gebietes. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **56**, 1—13, 3 Abb., Stuttgart.

GEBELEIN, C. D. (1969): Distribution, morphology, and accretion rate of Recent subtidal algal stromatolites, Bermuda. — J. sediment. Petrol., **39**, 1: 49—69, 19 Fig., Tulsa.

GINSBURG, R. N., REZAK, R. und WRAY, J. L. (1971): Geology of calcareous algae. Notes for a short course. — Sedimenta I, Miami.

GLAESSNER, M. F., PREISS, W. V., WALTER, M. R. (1969): Precambrian columnar stromatolites in Australia: Morphological and stratigraphic analysis. — Science, **164**, No. 3883, 1056—1058, 3 Fig., Washington.

GOLUBIC, St. (1973): The relationship between blue-green algae and carbonate deposits. — In: CARR, N. G. and WHITTON, B. A. (Ed.): The biology of blue-green algae, 434—472, 19 Fig., Oxford.

GÜMBEL, K. W. v. (1894): Geologie von Bayern. **2**: Geologische Beschreibung von Bayern. — 1184 S., Cassel (Th. Fischer).

HABICHT, H. (1953): Stratigraphische und fazielle Untersuchungen im Bereich der Lemberg- und Obermoscheler Kuppeln (Nordostpfalz). — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1952, **104**: 379—421, 5 Abb., Hannover.

HOFMANN, H. J. (1969): Attributes on stromatolites. — Geol. Surv. Canada, Paper 69—39, 58 S., 22 Fig., 16 Tab., Ottawa.

— (1973): Stromatolites: characteristics and utility. — Earth Sci. Rev., **9**, 4: 339—373, 12 Fig., 1 Tab., Amsterdam.

HUBBARD, J. A. E. B. (1972): Stromatolitic fabric: a petrographic model. — Internat. Geol. Congr., 24th session Canada 1972, Sect. 7: Paleontology, 380—396, 2 Fig., 2 Tab., 2 Taf., Montreal.

INTERNATIONALER CODE DER BOTANISCHEN NOMENKLATUR (1972). Angenommen vom elften Internationalen Botanischen Kongreß, Seattle, August 1969. — Verfaßt und hrsg. von Stafleu, F. A. et al., 426 S., Utrecht.

JOHNSON, J. H. (1969): Algal stromatolites from the Wellington Formation of Kansas and Oklahoma. — In: TASCH, P. et al.: Lower Permian algal stromatolites from Kansas and Oklahoma, Part 2, 9—19, 10 Fig., 3 Tab., Lawrence/Kansas.

KALKOWSKY, E. (1908): Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein. — Z. deutsch. geol. Ges., **60**: 68—125, Taf. 4—11, 3 Abb., Berlin.

MONTY, C. L. V. (1965): Recent algal stromatolites in the windward lagoon, Andros Island, Bahamas. — Ann. Soc. géol. Belgique, **88 f.** 1964—1965, Bull. No. 6: 269—276, Liège.

— (1967): Distribution and structure of recent stromatolitic algal mats, Eastern Andros Island, Bahamas. — Ann. Soc. géol. Belgique, **90**: 55—99, Bruxelles.

RAABEN, M. E. (1969): Columnar stromatolites and late Precambrian stratigraphy. — Amer. J. Sci., **267**, 1: 1—18, 6 Abb., 2 Taf., New Haven/Conn.

REIS, O. M. (1903): Ueber Stylolithen, Dutenmergel und Landschaftenkalk (Anthracolith zum Theil). — Geogn. Jh., 15. Jg. f. 1902, 157—279, Taf. 2—5, München.

SCHÖTTLE, M. (1969): Die Sedimente des Gnadensees. Ein Beitrag zur Sedimentbildung im Bodensee. — Arch. Hydrobiol., Suppl. — Bd. **35**, 3: 255—308, 25 Abb., 11 Tab., Taf. 1—3, Stuttgart.

SHARP, J. H. (1969): Blue-green algae and carbonates — Schizothrix calcicola and algal stromatolites from Bermuda. — Limnology and Oceanography, **14**: 568—578, 3 Fig., 3 Tab., Lawrence/Kansas.

STAPF, K. R. G. (1970): Lithologische Untersuchung der Altenglaner Schichten im saarpfälzischen Unterrotliegenden mit besonderer Berücksichtigung der Karbonatgesteine. — Diss. Univ. Mainz, 231 S., 52 Abb., 15 Tab., 22 Profiltaf. u. 1 geol. Kt. im Anhang.

TRUSWELL, J. F. und ERIKSSON, K. A. (1972): The morphology of stromatolites from the Transvaal dolomite north-west of Johannesburg, South Africa. — Trans. Geol. Soc. South Africa, **75**, 2: 99—110, 2 Abb., 31 Bild., 2 Tab., Johannesburg.

VOGEL, K. (1963): Riff, Bioherm, Biostrom — Versuch einer Begriffserklärung. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., Jg. 1963: 680—688, 1 Abb., Stuttgart.

WALTER, M. R. (1972): Stromatolites and the biostratigraphy of the Australian Precambrian and Cambrian. — Special Papers in Paleontology, No. 11, 190 S., 55 Fig., 6 Tab., 33 Taf., London.

Anschrift des Verfassers:

Dr. K. R. G. Stapf, Akadem. Oberrat, Geologisches Institut der Johannes Gutenberg-Universität, 65 Mainz, Saarstraße 21

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: 20

Autor(en)/Author(s): Stapf Karl R. G.

Artikel/Article: Limnische Stromatolithen aus dem pfälzischen Rotliegenden 103-112