

Möglichkeiten für die Bildung von Radiolarienablagerungen in relativ flachem Wasser

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **46 (1953)**

Heft 2

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Tiefe) zu rechtfertigen. Mindestens der untere Teil der Radiolarienablagerungen von Barbados dürfte also in einem wesentlich flacheren Meere abgelagert worden sein als der rezente Radiolarienschlamm. Die Fauna der unteren Partien des Bath- und Conssets-Profiles schliesst eine etwas grössere Meerestiefe nicht aus. Die Häufigkeit von *Vulvulina* und *Cristellaria* sowie die ziemlich gleichmässigen prozentualen Anteile der einzelnen Familien (vgl. Tabelle 1, p. 313) sprechen zwar gegen eine sehr starke Vertiefung des Ablagerungsraumes. Wir haben zwar eine Faziesdifferenz zwischen dem Bath-Conssets- und dem Mt.-Hillaby-Profil vermutet (p. 311). Selbst wenn wir aber die Distanz zwischen Mt. Hillaby und Bath-Conssets durch Ausglätten der Falten von 12 auf 25 km erhöhen, würde ein Abfall des Meeresbodens von 1000 auf 5000 m auf dieser Strecke eine ziemlich starke Boden­neigung erfordern (ca. 9°). Eine so steile Böschung entspricht ungefähr den Rändern der heutigen Tiefsee­gräben und ist unwahrscheinlich, wenn man die sehr einförmige Ausbildung der Sedimente der Oceanic Formation in Betracht zieht.

Auf jeden Fall liefern uns die benthonischen Foraminiferen der Oceanic Formation keine Hinweise für eine Ablagerungstiefe von mehr als 1500 m. BRADY (in JUKES-BROWNE & HARRISON 1892, p. 198) hat die Foraminiferen der Oceanic Formation mit den Faunen der Challenger-Expedition verglichen und vermutet eine Ablagerungstiefe von 900–1800 m. Unsere Schlussfolgerungen liegen also ungefähr in derselben Grössenordnung wie diejenigen von BRADY. Heute sind in diesen Meerestiefen keine Radiolarienablagerungen von grösserem Umfang bekannt. Wir müssen daher im folgenden Abschnitt versuchen, die Bedingungen zu rekonstruieren, unter denen sich ein radiolarienreiches Sediment in geringer bis mässiger Tiefe bilden könnte.

10. Möglichkeiten für die Bildung von Radiolarienablagerungen in relativ flachem Wasser

Rezenter Radiolarienschlamm wurde nur in einigen eng begrenzten Gebieten des Indischen und Pazifischen Ozeans in Tiefen von 4298–8184 m gefunden (SVERDRUP, JOHNSON & FLEMING 1946, p. 978). Allein schon diese beschränkte Verbreitung zwingt uns zur Annahme, dass für die Bildung des Radiolarienschlammes nicht allein eine grosse Meerestiefe erforderlich ist, sondern dass noch andere spezielle Bedingungen erfüllt sein müssen, welche das Leben eines besonders reichen kiesel­schaligen Planktons ermöglichen.

Das grösste Gebiet, in dem heute Radiolarienschlamm sedimentiert wird, liegt im Zentralpazifik auf ca. 10° nördlicher Breite und hat die Form eines schmalen Streifens, der parallel zum Äquator verläuft. Von den Oberflächenschichten dieses Gebietes (bis 300 m Tiefe) liegt nun ein sehr aufschlussreiches Nord-Süd-Profil vor. Es wurde vom „Carnegie“ längs des 140. westlichen Längengrades aufgenommen (SVERDRUP, JOHNSON & FLEMING 1946, p. 709, fig. 198). In diesem Gebiet herrschen auf 10° nördlicher Breite, also gerade über dem erwähnten Streifen von Radiolarienschlamm, sehr eigenartige Verhältnisse. Hier liegt die Grenze zwischen dem nördlichen Äquatorialstrom und dem in West-Ost-Richtung fliessenden Gegenstrom. Diese beiden Strömungen rotieren derartig um ihre eigene Achse, dass zwischen ihnen kaltes Wasser aus der Tiefe an die Oberfläche steigen kann. Der aufsteigende Wasserstrom ist sehr sauerstoffarm, aber reich an Phosphaten und Silikaten. Es ist sehr wohl möglich, dass die Anreicherung von Nährstoffen und Kieselsäure längs dieser Zone für die Ausbildung eines reichlichen kiesel­schaligen Planktons und damit für die Ablagerung des Radiolarienschlammes an dieser Stelle verantwortlich ist.

Ein Beispiel für ein rezentes kieseliges Sediment, das in nicht sehr grossen Tiefen abgelagert wird, ist der Diatomeen-Schlamm im Golf von Kalifornien (REVELLE 1950). Es liegen Bodenproben aus Tiefen bis 1800 m vor, welche darauf hinweisen, dass in den tieferen Partien des Golfes feingeschichteter Diatomeenschlamm weit verbreitet ist. Die Feinschichtung scheint auf starken jahreszeitlichen Schwankungen in der Häufigkeit des Diatomeenplanktons zu beruhen. Im Winter blasen die Nordweststürme das Oberflächenwasser nach Süden. Als Kompensation steigt aus der Tiefe kaltes, sauerstoffarmes, phosphat- und kieselsäurereiches Wasser empor. Die Folge davon ist eine plötzliche Zunahme der Diatomeen im Dezember. Im Frühjahr und Sommer stellt sich eine Temperaturschichtung ein, Nährstoffe und Kieselsäure werden aufgebraucht und das Plankton verschwindet. REVELLE nimmt an, dass das kalte, kieselsäure- und nährstoffreiche Tiefenwasser vom Ozean her ständig erneuert wird.

Der Diatomeenschlamm des Golfes von Kalifornien erinnert in mancher Beziehung an die miocaenen diatomeenführenden Monterey-Schichten von Kalifornien. Die kieseligen Schichten, deren Fossilinhalt hauptsächlich aus Diatomeen besteht, haben zusammen mit den kalkigen Zwischenlagen im Reliz Canyon eine Mächtigkeit von ca. 1600 m (KLEINPELL 1938). Die Foraminiferenfauna ist in den kieseligen Partien sehr spärlich und besteht vor allem aus Steinkernen von *Bulimina*, *Buliminella*, *Bolivina* und *Nonion*. Die basalen kalkigen Schichten sind reich an benthonischen und planktonischen Foraminiferen, doch ist hier die Seltenheit der agglutinierten Formen (eine Species) und das Fehlen der Miliolidae bemerkenswert. Die Buliminidae sind vorherrschend (37% der Arten), reichlich vertreten sind auch *Valvulineria*, *Pulvinulinella*, *Cassidulina* und *Robulus*. Diese Fauna ist also bedeutend weniger differenziert und artenreich als diejenige der Oceanic Formation. Nach KLEINPELL (1938, p. 18) könnte sie in einem flachen, geschützten Meeresbecken abgelagert worden sein. Der Übergang in die darüberliegenden foraminiferenarmen, kieseligen Ablagerungen wären auf einen Temperaturrückgang zurückzuführen.

Viel häufiger als fossile Diatomeenablagerungen sind fossile Radiolarienerden und Radiolarienhornsteine. Viele Beispiele finden sich in der umfangreichen Literatur, welche die Streitfrage um die Ablagerungstiefe der Radiolarite behandelt. Kürzlich (1951) hat CORNELIUS die diversen Standpunkte kurz zusammengefasst und die Argumente für und gegen die aktualistische Deutung als Tiefseesedimente einander gegenübergestellt.

Ein Beispiel für einen Radiolarit, der ziemlich sicher in Küstennähe und nicht in der Tiefsee abgelagert worden ist, ist der „Franciscan chert“ von oberjurassischem Alter in Kalifornien (DAVIS 1918; TALIAFERRO 1943, p. 147). Dieser Radiolarit enthält Einlagerungen von Sandsteinen, Konglomeraten und vulkanischen Laven und Tuffen. Die Assoziation von radiolarienreichen Gesteinen mit vulkanischen Produkten ist eine so häufige Erscheinung, dass sie kaum als Zufall angesehen werden kann. WENK (1949) hat dieses Problem zusammenfassend dargestellt und vom gesteinschemischen Standpunkt aus untersucht. Er stellt fest, dass eine Anreicherung von Kieselsäure im Meerwasser sowohl durch Entweichen von SiO₂-reichen vulkanischen Lösungen und Dämpfen, als auch durch Abbau von Aschenmaterial möglich ist. Ferner kann gleichzeitig die Kalkauflösung durch Kohlendioxyd, welches als vulkanisches Gas ins Meerwasser gelangt, eine Rolle spielen. Auch in der Oceanic Formation ist das Zusammenfallen der Radiolarienschichten mit zahlreichen vulkanischen Tufflagen bemerkenswert (s. Textfig. 4, p. 308). Die Tufflagen sind auf die Oberen Mt.-Hillaby- und Unteren Bath-Schichten beschränkt, also genau auf die Schichten mit maximaler Radiolarienhäufigkeit.

Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass keine rezenten Beispiele für einen Zusammenhang zwischen Radiolarienhäufigkeit und Vulkanismus bekannt sind. Wenn solche Beziehungen bestehen würden, müsste man z. B. erwarten, dass das vulkanreiche Gebiet von Indonesien mit seiner ausgedehnten Tuffsedimentation (KUENEN 1950, p. 342) ein ideales Lebensmilieu für kieselschaliges Plankton darstellen würde.

Auf eine weitere Möglichkeit für die Bildung von Radiolariten hat WOOLNOUGH (1942) hingewiesen. Sehr lange Abtragung eines Landgebietes, das weder durch orogenetische noch durch epirogenetische Vorgänge gehoben wird, muss schliesslich zu einem Gleichgewichtszustand („ultimate peneplanation“) führen. Die Zufuhr von terrigenem Material zum Meer hört fast ganz auf, und die Flüsse transportieren nur noch kolloidales toniges Material und gelöste Kieselsäure. Damit sind die Möglichkeiten für die Entstehung eines sehr feinkörnigen kalkarmen Sedimentes gegeben; auch die Entwicklung einer reichen Radiolarienfauna könnte damit verbunden sein. Ähnliche Bedingungen sind heute an der Westküste von Australien verwirklicht. Als Beispiel eines fossilen Radiolarites, der auf diese Art entstanden sein könnte, nennt WOOLNOUGH die Danau-Formation von Borneo. Solche Vorgänge sind allerdings nur in der Umgebung eines sehr ruhigen Kontinentalsockels möglich und kommen für ein so bewegliches Gebiet wie Westindien kaum in Frage.

Im mittelamerikanischen Tertiär sind radiolarienreiche Ablagerungen ziemlich häufig. Am bekanntesten sind neben den Radiolarienablagerungen von Barbados diejenigen von Cuba, Trinidad und Ecuador.

Die Radiolarienablagerungen von Trinidad (die sog. Retrench beds) sind von geringer Ausdehnung und als Linsen in die Globigerinenmergel der oligocaenen Cipro-Formation eingelagert. STAINFORTH (1948b, p. 1326) erkennt eine gewisse Ähnlichkeit mit den Radiolarienerden von Barbados, kann aber über die ökologische Bedeutung der Retrench Beds nichts aussagen.

Radiolarienreiche Gesteine aus Cuba wurden von PALMER (1934) beschrieben. In der obereocaenen Principe Formation sind die Radiolarien stellenweise allein herrschend. An anderen Orten sind sie mit einer reichen Begleitfauna assoziiert (Foraminiferen, Echinodermen, Cirripedier, Brachiopoden, Korallen, Haifischzähne). Nach PALMER besteht kein Anlass, diese Radiolarienablagerungen als Tiefseesedimente zu betrachten.

Besonders aufschlussreich sind die tertiären radiolarienführenden Schichten von Ecuador (STAINFORTH 1948a, p. 137). Neben neritischen bis litoralen Fazies-typen tritt eine Radiolarienfazies auf. Die Fauna dieser Radiolarienfazies besteht u. a. aus typischen Kaltwassermollusken. Die Foraminiferen sind spärlich vertreten, auffallend ist aber die relativ grosse Häufigkeit von *Hastigerinella eocanica*. Geologische und paläontologische Argumente sprechen für eine Ablagerung in ziemlich flachem Wasser. STAINFORTH vermutet, dass kalte Meeresströmungen aus dem Polargebiet die Ursache für die Seltenheit der pelagischen Foraminiferen und für das häufige Vorkommen der Radiolarien in diesen Gesteinen sind.

Diese Theorie erinnert an die oben (p. 322) erwähnten Beziehungen zwischen aufsteigendem kaltem Tiefenwasser und reichem Kieselplankton im Pazifischen Ozean und im Golf von Kalifornien. Die Assoziation von Radiolarienablagerungen mit kalten Meeresströmungen ist ein Problem, das nähere Beachtung verdient und das, neben der Vergesellschaftung mit vulkanischem Material, die Radiolarienfrage einer Lösung näher bringen könnte.

Eine Ablagerung in einem abgeschlossenen Becken kommt für die Oceanic Formation kaum in Frage. Die starke Differenzierung der Foraminiferenfauna und ihre grosse Ähnlichkeit mit der Fauna anderer mittelamerikanischer Gebiete (vgl.

Kap. 12) sprechen eher für eine Ablagerung im offenen Meer. Es ist sogar nicht ausgeschlossen, dass die in Ecuador, Cuba und Barbados gleichzeitig auftretenden Radiolarienablagerungen auf die gleiche Ursache zurückzuführen sind. Für das Mittel- bis Ober-Eocaen darf man eine Meeresverbindung zwischen dem pazifischen und dem karibischen Gebiet annehmen (RUTTEN 1934, p. 584). Es erscheint daher ohne weiteres möglich, dass Meeresströmungen aus dem pazifischen Gebiet die Bildung von radiolarienreichem Plankton im Gebiet von Cuba und Barbados begünstigt haben.

Es wurde schon oben (p. 310) erwähnt, dass gleichzeitig mit dem Erscheinen der Radiolarien die Globigerinen stark zurücktreten und in den radiolarienreichen Gesteinsproben eine ganz untergeordnete Rolle spielen. Wenn man das zeitweise Verschwinden der Globigerinen nicht durch Kalkauflösung erklären will, so muss man die Ursache dafür im Meerwasser suchen, in dem die Globigerinen als Plankton gelebt haben. Es wäre denkbar, dass in diesem Gebiet damals spezielle physikalisch-chemische Bedingungen geherrscht haben, welche für die Radiolarien günstiger waren als für die Globigerinen.

11. Zusammenfassung der Resultate und Schlussfolgerungen über die Ablagerungstiefe der Oceanic Formation

Die benthonischen Foraminiferen lassen für die Globigerinenmergel eine Ablagerungstiefe von 800–1000 m vermuten. Für einen Teil der Radiolarienerden ist eine grössere Ablagerungstiefe nicht ausgeschlossen; ein Absinken des Meeresbodens in die Tiefen des heutigen Tiefsee-Radiolarienschlammes ist aber unwahrscheinlich. Die Ursache für die Bildung eines radiolarienreichen Sediments liegt sicher nicht in erster Linie in einer grossen Meerestiefe, sondern anscheinend in den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Meerwassers. Es kommt z. B. eine Zufuhr von SiO_2 und Nährstoffen durch Meeresströmungen in Frage, eventuell verbunden mit einer Verdrängung des übrigen Planktons infolge kühler Wassertemperaturen. Auch vulkanische Vorgänge können bei der Lieferung der Kieselsäure eine Rolle spielen. Es lässt sich nicht entscheiden, welcher dieser Faktoren bei der Bildung der Radiolarienerden von Barbados in erster Linie wirksam war. Das Erscheinen der Radiolarien und das gleichzeitige Zurücktreten der Globigerinen stehen sicher in engem Zusammenhang. Über die Ursachen der Abnahme der Globigerinenhäufigkeit lässt sich aber nichts Sicheres sagen.

12. Vergleich der Foraminiferen der Oceanic Formation mit eocaenen und oligocaenen Faunen der umliegenden Gebiete

Die Fauna der Oceanic Formation ist nahe verwandt mit gleichalterigen Faunen auf den übrigen westindischen Inseln sowie in Mexiko, Panama, Venezuela und Ecuador. Genauere Angaben über die Verbreitung der einzelnen Foraminiferenarten von Barbados in diesen Gebieten finden sich im systematischen Teil (14. Abschnitt).

Besonders eng sind die Beziehungen zu Trinidad. Aus Trinidad liegen Beschreibungen von Foraminiferenfaunen vor, die in einem ähnlichen Milieu abgelagert worden sind wie die Fauna der Oceanic Formation. Sie stammen aus folgenden Formationen:

Navet-Formation = Unter- und Mittel-Eocaen und Hospital-Hill-Formation = Ober-Eocaen (CUSHMAN & RENZ 1948), Cipero-Formation = Oligocaen, gegliedert von unten nach oben in die Zonen I–III (CUSHMAN & STAINFORTH 1945).