

Die Kontaktmikroradiographie in der Mikropaläontologie

Von **Wolfgang Langer**, Bonn

Mit 1 Tafel

(Eingegangen am 21. 2. 1974)

Kurzfassung

Sieben verschiedene Mikrofossil-Gruppen wurden mit weichen Röntgenstrahlen untersucht. Es zeigte sich, daß im wesentlichen nur Foraminiferen, und diese auch nur unter bestimmten Voraussetzungen, informative Radiographien liefern.

Summary

The application of x-rays in seven different groups of microfossils has been tested. In general this method is useful only for the study of foraminifera, but special conditions have to be observed.

1. Einleitung

1895 wurden die Röntgenstrahlen entdeckt; bereits im folgenden Jahr versuchte man — in Deutschland und in Frankreich — diese Entdeckung auch in der Paläontologie anzuwenden. Das Ziel war die Suche nach im Gestein eingeschlossenen Tierresten oder nach Strukturen im Inneren mancher Fossilien. Zu den frühen Pionieren auf diesem Gebiet gehören unter anderem **W. BRANCO** (in Zusammenarbeit mit dem Krefelder Geologen **Hermann STREMMER**) und der viele Jahre in Bonn wirkende **W. M. LEHMANN** (Schriftenverzeichnis bei **GERTH** 1961). **LEHMANN** wurde berühmt durch seine Forschungen an den verkiesten Fossilien des unterdevonischen Hunsrückschiefers, wo ihm bereits u. a. der Nachweis ehemaliger Weichteile gelang.

Die Durchleuchtung größerer Fossilien mit Röntgenstrahlen ist heute nicht mehr ungewöhnlich. Entsprechende Untersuchungen an Mikrofossilien sind überaus selten; die meisten Autoren befassen sich in diesem Zusammenhang auch weniger mit fossilen als rezenten Formen (Literatur bei **HOOPER** 1965). Prä-quartäre Mikrofossilien haben m. W. bislang nur **HOOPER** (1959), **HEDLEY** (1957) und **SOHN** (1960) abgebildet.

STÜRMER (1967, S. 28, Abb. Mitte links) publizierte ohne Beschriftung ein schönes Röntgenphoto von *Pseudoendothyra struvii* (**MÖLLER**) aus dem Visé. Das aus der Sammlung von **Dr. H. G. EICKHOFF** stammende Stück war sekundär silifiziert und hatte hohle Kammern.

Ob die von **STÜRMER** (1965) als *Elphidium* abgebildete *Heterostegina* fossil ist, bleibt offen.

2. Zur Methodik

Für physikalisch-technische Details sei auf ZANGERL (1965) verwiesen. Meist ziemlich aufwendige technische Neuerungen nennt STÜRMER (1973). In unserem Falle wurde die Kontaktmikroradiographie angewendet; hierbei liegen die auf eine gerahmte, sehr dünne Folie montierten Objekte fast unmittelbar auf der Photoplatte, auf der durch Bestrahlung ein Röntgenshattenbild erzeugt wird. Für die Untersuchung stand ein Radifluor 360 (Philips Electronics) zur Verfügung (Fokus 0,5 mm, Röhrenfenster 0,4 mm Be). Der Fokus-Film-Abstand betrug 20 cm. Als Filmmaterial diente in den meisten Fällen Structurix D 2^P von Agfa-Gevaert. Ein Mittelwert für benthonische Kleinforaminiferen ist 1,8 Minuten, 3 mA, 20 kV.

Von den einzelnen Röntgenshattenbildern wurden über ein Mikroskop wie von einem Dünnschliff, wiederum Mikrophotos angefertigt; je nach benutztem Filmmaterial lassen sich dann später Negativ- oder Positivabzüge herstellen (vgl. Taf. I, Fig. 4 und Fig. 2).

Die meisten der untersuchten Objekte zeigen keine einheitliche Dicke; in Hohlräumen können zudem Substanzen wie etwa Pyrit vorhanden sein. Daraus resultiert eine sehr unterschiedliche Schwächung der Röntgenstrahlen beim Durchgang durch das Objekt. Dies wiederum bedeutet, daß die Kontaktmikroradiographien überaus kontrastreich sind. Kein mir bekanntes Photopapier ist in der Lage, diese starken Hell-Dunkel-Gegensätze richtig wiederzugeben. Auf diese Schwierigkeiten wies bereits HEDLEY (1957) hin. So wird man öfter zu leichten Retouchen (Taf. I, Fig. 5), zu einer fast übermäßig beanspruchten „Abwedel-Technik“ oder zur Montage aus mehreren verschieden belichteten Abzügen greifen. Man darf solche Bilder nicht mit den sonst bei der Mikrophotographie üblichen Maßstäben messen. Wenn man von einer *Endothyra*, die HEDLEY (1957) neben seinem sonst wohl rezenten Material abbildete und dem in der Einleitung genannten Photo bei STÜRMER absieht, so zeigt Taf. 1 m. W. erstmals Mikroradiographien fossiler Klein-Foraminiferen.

Bei der Herstellung von Radiographien größerer Fossilien hat man heute nicht derartig große Schwierigkeiten bei der Herstellung von Papierabzügen. Dort nimmt man, in der einschlägigen Literatur beschriebene, Hilfsmittel (Thoriumdioxidpräparat, logetronisches Verfahren). Bei der wissenschaftlichen Auswertung der Kontaktmikroradiographien wird man sich an das primäre Röntgenshattenbild halten, das auf jeden Fall um ein Vielfaches besser ist als ein Papierabzug. Man kann übrigens über eine entsprechende Apparatur auch direkt Zeichnungen von den Schattenbildern anfertigen.

Nachfolgend ein Überblick über die untersuchten Mikrofossilgruppen. Alle Fossilien waren aus dem Gestein isoliert. Großforaminiferen wurden zusätzlich mit Ultraschall gereinigt.

1. *Pisces* i. w. S. — *Material*: Kleinschuppen von Theolodontida aus dem Mitteldevon der Eifel, Placoidschuppen von Selachiern und Zähnen von *Saurichthys* sp. aus dem Muschelkalk SW-Deutschlands sowie Otolithen aus dem niederrheinischen Mittelmiozän.

Ergebnis: Dentinröhrchen wurden nicht sichtbar; die Pulpahöhle und die Halskanäle der Selachierschuppen waren, wenn auch nicht immer eindeutig, zu erkennen. Dünnschliffe liefern wesentlich bessere Ergebnisse. Über die feinere Struktur der Otolithen sagen die Schattenbilder nichts aus.

2. *Echinoidea* (*Echinodermata*). — *Material*: Stacheln von Spatangiden aus dem niederrheinischen Oligo-Miozän.

Ergebnis: Die gitterartige Feinstruktur wird auch im Röntgenbild deutlich. Ein besonderer Informationswert ist derzeit nicht erkennbar.

3. *Ostracoda* (*Arthropoda*). — *Material*: Verschiedene Genera aus dem Silur Schwedens, dem Devon und Karbon der USA, der Kreide Westfalens, dem Oligozän der Niederrheinischen Bucht.

Ergebnis: Wenn gröbere Poren auf dem Röntgenfilm erkennbar sind, dann sind diese auch bei normaler Beleuchtung gut sichtbar. Strukturen des Klappeninneren, z. B. die verkalkte Innenlamelle, wurden bei sedimentgefülltem Material nicht eindeutig hervorgehoben. Bislang bestätigte sich die Feststellung (LANGER 1973, S. 7), daß Radiographien fossiler Ostracoden nicht das erhoffte Resultat zeigen.

4. *Polychaeta Errantia* (*Annelida*). — *Material*: *Scolecodon* (*Arabellites*) aus dem Devon der Eifel.

Ergebnis: Keine brauchbaren Ergebnisse. Geringe Absorption der Röntgenstrahlung.

5. *Foraminifera* (*Protista*). — *Material*: Sehr verschiedene Arten aus dem Devon, Jura, der Kreide und dem Tertiär von Europa und Asien.

Ergebnis: Verkieselte Kleinforaminiferen (Devon, Trias) zeigen eine nur geringe Absorption. Entsprechend heben sich die Schattenbilder nur schwach von der mäßig geschwärzten Röntgenfilmpolplatte ab. Die Brauchbarkeit solcher Bilder ist etwas eingeschränkt. Ähnliches kann man auch bei sehr kleinen und dünnchaligen Foraminiferen mit weitgehend luftgefüllten Kammern feststellen (Taf. I, Fig. 11).

Foraminiferen aus Mergeln und Kalken (untersucht wurden u. a. *Fronicularia*, *Neoflabellina*, *Praeglobotruncana*, *Orbitoides*, *Lepidorbitoides*) zeigen meist keine ausreichenden Differenzen in der Röntgenstrahl-Absorptionsfähigkeit von Gehäusewand und kalkiger Hohlraumfüllung. Selbst einseitig angeschliffene Exemplare von *Orbitoides media* zeigten nur schwach am Außenrand die Lateralkammern. Diese Schwierigkeiten erkannten bereits SCHINZ & BEYER (1934) bei einem großen *Nummulites*. Bei grob agglutinierenden Gehäusen können in solchen Fällen aber auch kontrastreichere Bilder gewonnen werden.

Gehäuse mit pyritischer Füllung sind in der Regel gut brauchbare Objekte (Taf. I, Fig. 1, 12). Abhängig von der Belichtungsdauer können bei manchen Formen (z. B. Taf. I, Fig. 6) Septen teilweise kaum sichtbar sein (Juvenilteil).

Gute Kontraste liefern in der Regel Gehäuse mit luftgefüllten Kammern. Dieser Erhaltungszustand kann noch im Jura auftreten. Für die Untersuchung sollte man möglichst Formen nehmen, bei denen sich nur wenige Strukturelemente auf dem zweidimensionalen Bild überdecken. Trochospirale oder planispirale Formen mit mehreren involuten Windungen liefern in der Regel unbrauchbare Bilder; es ist kaum möglich, den Initialteil im Röntgenshattenbild deutlich zu machen (Taf. I, Fig. 3 gibt einen schwachen Eindruck hiervon). Unbrauchbar waren die Bilder von Amphisteginiden und Discocyclinen. Bei einer fehlenden Differenzierung in Äquatorial- und Lateralkammern wie etwa bei *Omphalocyclus* (Taf. I, Fig. 10) kommen brauchbare Bilder zustande. Wegen der bikonvexen Gestalt wird an gut gereinigten Exemplaren auch der Nucleoconch deutlich. — Die Untersuchung frühontogenetischer Stadien mikrosphärischer Gehäuse bereitet leider in sehr vielen Fällen unüberwindbare Schwierigkeiten.

6. *Conodontophoridae* (incert. sed.). — Material: Einzelzähnen aus dem schwedischen Oberkambrium, Plattformtypen (*Palmatolepis*) aus dem sauerländischen Devon.

Ergebnis: Bei *Furnishina* wird die Basalhöhle schwach sichtbar. Weitere Strukturmerkmale waren nicht zu erkennen. Bessere Resultate erhält man, wenn das Material in einem stark lichtbrechenden Immersionsmedium untersucht wird (ggfs. nach einer Vorbehandlung mit Chorlauge in Gelatinelösung).

7. *Charales* (Thallophyta). — Material: Einige Gyrogonite aus dem älteren Oligozän des Neuwieder Beckens.

Ergebnis: Die Dicke der Wandung (verkalkte Hülschläuche) könnte man ggfs. bei einer statistischen Untersuchung messen.

3. Zusammenfassendes Arbeitsergebnis

Bei den untersuchten Mikrofossilgruppen ist die Röntgenmethode fast nur bei den Foraminiferen angebracht. Folgende Punkte sollte man beachten:

1. Die zu untersuchenden Foraminiferen sollten einen möglichst einfachen Bau aufweisen. Also: uni-, biserial (Taf. I, Fig. 7, 8, 9), plani- oder schwach trochospiral und dabei nur evolut bis konvolut (Taf. I, Fig. 2, 4).

Eine mikropaläontologische Röntgendiagnostik gibt es noch nicht. Auch kompliziert gebaute Formen kann man manchmal röntgen, doch sind zur Interpretation des Röntgennegativs gute Kenntnisse der Morphologie notwendig um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

2. Zwischen der Hohlraumfüllung (inclus. Luft) und der Wandung müssen genügende Absorptionsdifferenzen vorhanden sein. Foraminiferen aus stark kalkigen Sedimenten sind daher meist weniger günstig als solche aus feinstsandigen oder tonigen mit Pyritführung.

Leicht erliegt man der Gefahr einer nur spielerischen Anwendung der Röntgenmethode. In vielen Fällen gewinnt man schon durch Einbetten in lichtbrechende Medien hervorragende Ergebnisse.. Opake Foraminiferengehäuse muß man nicht immer röntgen, um ihre Innenstruktur zu erkennen (BENTON-VILA 1973, S. 25). Vielmehr kann man solche Gehäuse durch Behandlung mit HF in glasiges CaF_2 umwandeln; das Material wird dabei aber brüchig. Bei einer starken sekundären Färbung der Wandung, etwa durch Fe^{III} -Ionen, empfiehlt sich aber eher die Durchstrahlung mit einem Röntgengerät (Taf. I, Fig. 8 zeigt ein stark durch Eisenhydroxyde gefärbtes Stück, dessen Proloculus durch eine starke Berippung noch zusätzlich verdeckt wird).

Den besonderen Wert der Kontaktmikroradiographie sehe ich in folgenden Punkten:

1. Das Material wird weder durch Immersionsmittel noch durch andere Chemikalien beeinflusst.

2. Wenn die oben genannten zwei Bedingungen erfüllt sind, dann kann man viele hundert Exemplare einer Art oder Artengruppe schnell photographieren wobei es vorteilhaft ist, wenn man das Material in nach Größen geordneten Fraktionen auf den Film bringt. Die Belichtung wird dabei einheitlicher. Dünnschliffe kann man sich so oft ersparen. Meßwerte entnimmt man unter dem Mikroskop sofort dem Röntgennegativ.

3. Wertvolles Typmaterial, was nicht zerstört werden darf, sollte man röntgen. Immerhin lassen sich dabei auch noch Zahnplatten feststellen (Taf. I, Fig. 5).

4. Für viele Darstellungen sind Röntgenschatenbilder mit ihrer schematischen Zeichnung wichtiger morphologischer Details für Demonstrationszwecke sehr geeignet, zumal sich die Kontaktmikroradiographien auch auf Diapositivfilm aufnehmen lassen.

LITERATUR

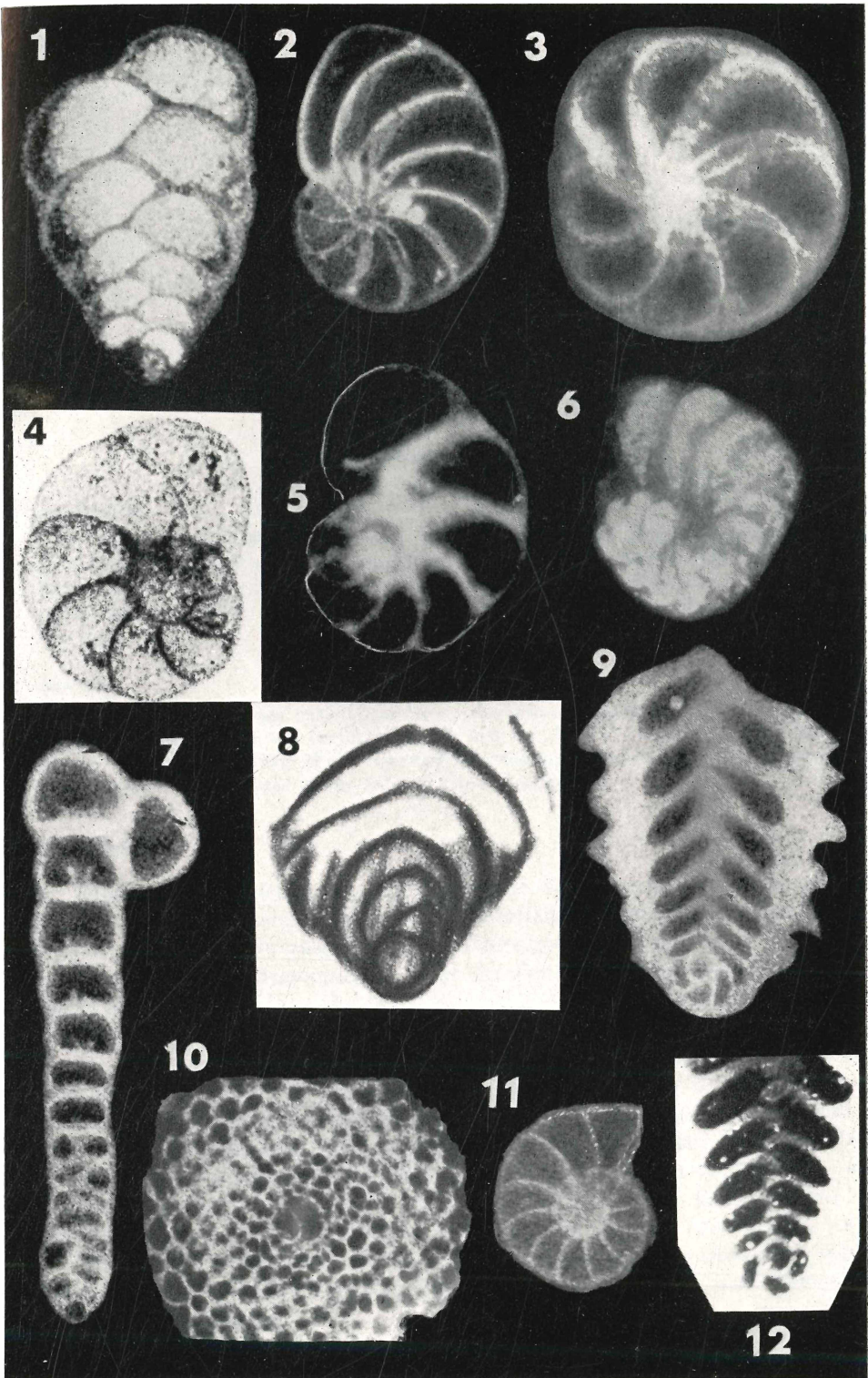
- Bentot-Vila, F. (1973): Analyse micropaléontologique de quelques carottes du Plateau catalan. — Trav. Lab. Paléont. Université Paris, Fac. Sci. Orsay, 165 S.
- Branco, W. (1906): Die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Paläontologie. — Abh. Preuß. Akad. Wiss. Berlin, 1—55.
- Gerth, H. (1961): Walter Maximilian Lehmann (1880—1959). — Paläont. Z., **35**, 231—234 (Bibliographie!).
- Hedley, R. H. (1957): Microradiography applied to the study of foraminifera. — Micropaleontology **3**, 19—28.
- Hooper, K. (1959): X-ray absorption techniques applied to statistical studies of Foraminifera populations. — J. Paleont., **33**, 631—640.
- (1965): X-ray microscopy in morphological studies of microfossils. In: Kummel, B. & Raup, D. (Hrsg.): Handbook of paleontological techniques, 320—326. — San Francisco u. London (Freeman).
- Langer, W. (1973): Zur Ultrastruktur, Mikromorphologie und Taphonomie des Ostracoda-Carapax. — Palaeontogr. (A) **144**, 1—54.
- Schinz, H. R. & Peyer, B. (1934): Über die Anwendungsmöglichkeiten der Röntgenuntersuchung in der Zoologie. — Acta Radiologica **15**, 380—408.
- Schmidt, R. A. M. (1952): Microradiography of microfossils with x-ray diffraction equipment. — Science **115**, 94—95.
- Sohn, I. G. (1960): Paleozoic species of *Bairdia* and related genera. — U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. **330-A**, 1—105.
- Stürmer, W. (1965): Röntgenaufnahmen von einigen Fossilien aus dem Geologischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg. — Geol. Bl. NO-Bayern **15**, 217—223.
- (1967): Röntgenaufnahmen von Fossilien. — Image, Mediz. Bilddokumentation Hoffmann & Laroché, **22**, 25—32, Basel.
- (1973): Neue Ergebnisse der Paläontologie durch Röntgenuntersuchungen. — Naturwissenschaften, **60**, 407—411.
- Zangerl, R. (1965): Radiographic techniques. In: Kummel, B. & Raup, D. (Hrsg.): Handbook of paleont. techniques, 305—320. — San Francisco u. London (Freeman).

Anschrift des Verfassers: Priv.-Doz. Dr. Wolfhart Langer, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität, D-5300 Bonn, Nußallee 8.

Tafel I

Die Maßangaben beziehen sich jeweils auf die größte Länge des abgebildeten Exemplars.

- Figur 1. *Textularia partschiana* LANGER 1963. — Miozän, Langenfelde-„Stufe“, Hohenwoos/Mecklenburg; 0,5 mm; die mit Pyrit gefüllten Kammern zeigen ein deutliches Geopetalgefüge (Gehäuse lag auf der rechten Seite).
- Figur 2. *Florilus boueanus* (D'ORB. 1846). — Miozän „Reinbek-„Stufe“, Künings-Mühle b. Dingden/Westf.; 0,6 mm; die weißen Punkte in den Kammern sind Pyrit.
- Figur 3. *Elphidium inflatum* (REUSS 1861). — wie vor; 0,4 mm.
- Figur 4. *Valvulineria complanata* (D'ORB. 1846). — wie vor; 0,4 mm; das Gehäuse liegt mit der Spiralseite gegen den Film.
- Figur 5. *Ceratobulimina (Ceratocancris) haueri* (D'ORB. 1846). — Miozän, Badener Serie, Wiener Becken (Soos); 0,6 mm; das mit der Spiralseite auf dem Film liegende Gehäuse zeigt bei den letzten zwei Kammern deutlich die Zahnlatte, leichte Retouchen am Umriss.
- Figur 6. *Ammomarginulina* sp. — Lias, Göttingen; 1 mm.
- Figur 7. *Martinottiella communis* (D'ORB. 1846). — Wie Fig. 2; 1,8 mm; man beachte die Mündungsfiguren, das kurze zweizeilige Stadium, die teratologische Kammer wurde von der Basis der letzten uniserialen Kammer her gebildet.
- Figur 8. *Fronicularia striata* (ROEMER 1838). — Oligozän, Eochatt, Süchteln/Niederrhein; 1,3 mm; die Rippen treten als dunkle Streifen hervor.
- Figur 9. *Spiroplectammina carinata oligocenica* NIKITINA 1966. — Oligozän, oberes Rupel, Breitscheid nördl. Düsseldorf; 0,9 mm; Photo mußte stellenweise sehr stark beim Abzug „abgewedelt“ werden.
- Figur 10. *Omphalocyclus macroporus* (LAMARCK 1816). — Kreide, Maastricht, St. Petersberg bei Maastricht; 2,3 mm.
- Figur 11. „Nonion“ *dalpiazi septentrionalis* LANGER 1964. — Oligozän, tieferes Rupel, Schermbeck/Lippe; 0,3 mm; Peripherie stellenweise retouchiert.
- Figur 12. Wie Fig. 9. — Miozän, Reinbek-„Stufe“, Dingden/Westf.; Proloculus 0,07 mm; Kammern mit Pyrit gefüllt, durch starke Belichtung ist die Peripherie des Gehäuses nicht mehr sichtbar.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [127](#)

Autor(en)/Author(s): Langer Wolfhart

Artikel/Article: [Die Kontaktmikroradiographie in der Mikropaläontologie 215-219](#)