

33
XXV

**Schriften des
Naturwissenschaftlichen Vereins
für Schleswig-Holstein**

Band XXV

Karl-Gripp-Festschrift

**Im Auftrage des Vereins herausgegeben
von R. Weyl,
E. W. Guenther und G. P. R. Martin**

H. Tischer

24. VII. 51

Kiel 1951

Verlag Lipsius & Tischer

INSTITUT FÜR UR- UND FRÜHGESCHICHTE
AM DER UNIVERSITÄT KIEL

8024/49

Mikroorganismen im Unteroligozän von Baden-Baden

Von Dietrich ROTTGARDT, Karlsruhe.

Die stratigraphische Stellung des größten Tertiäraufschlusses in der Umgebung von Baden-Baden, die Tongrube der Hourdiswerke in Baden-Oos, ist in der jüngsten Zeit oft umstritten gewesen. Ursprünglich von THURACH (1913) als oberoligozäne Cyrenenmergel angesprochen, stufte GOPPERT (1935) die aufgeschlossenen Schichten in das von ihm (GOPPERT 1932) gegebene Normalprofil, in die „Streifigen Mergel“ des Unteroligozäns ein. Er wurde hierzu auf Grund ihres petrographischen Charakters und der Untersuchung auf Glimmer- und Dolomitgehalt sowie ihrer Geröllführung veranlaßt. Er parallelisierte die Baden-Ooser Schichtfolge mit der über der „Roten Leitschicht“ folgenden „Unteren bituminösen Zone“ der streifigen Mergel im Unterelsaß (Untere Pechelbronner Schichten).

BILHARZ (1934) hatte sich zunächst gegen diese Deutung gewandt. Er hielt die von GOPPERT angegebenen Kriterien nicht für stichhaltig genug. Das veranlaßte ihn, die fraglichen Schichten in den Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Baden-Baden noch zu den Cyrenenmergeln zu stellen. Er wies bereits damals darauf hin, daß keine ausreichenden Beweise für die Richtigkeit dieser Auffassung vorlagen.

Inzwischen hat BILHARZ (1948) eine in die Mergel eingelagerte, 1935 neu aufgeschlossene Konglomeratlinse genauer untersucht und an Hand der Geröllführung nachgewiesen, daß es sich bei den Baden-Ooser Ablagerungen um Untere Pechelbronner Schichten, möglicherweise um Grenzsichten zwischen unteren und mittleren Pechelbronner Schichten handelt. Jede genaue Altersdatierung ist durch das Fehlen von Leitfossilien erschwert.

Ein Ergebnis bereits angestellter Untersuchungen über den Gehalt der Mergel an Mikrofossilien ist nach freundlicher Mitteilung von Baurat i. R. A. BILHARZ nicht bekannt¹⁾.

Die Mikrofauna der Baden-Ooser Sedimentfolge wurde daher erneut überprüft. Es war die Frage, ob sie mit Hilfe der in ihr enthaltenen Mikroorganismen genauer stratigraphisch eingestuft werden kann, als dies bisher nur bei Anwendung der Geröllanalyse möglich war.

Aufschlußverhältnisse:

Gut aufgeschlossen ist in der Tongrube der Hourdiswerke heute nur die Abbauwand. In ihren unteren Partien stehen bräunliche bis gelbliche, rot und blau gefleckte Mergel an, die durch zwei schmale, etwa handbreite graue Kalksandsteinbänke unterteilt werden. Nach oben gehen die Ablagerungen in, im bergfeuchten Zustand schwärzliche, grünlich und grau gefärbte Mergel und Tone über. An einzelnen Stellen der Wand treten unregelmäßig verteilt Konglomeratlinse auf.

¹⁾ Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Baurat i. R. A. BILHARZ für die Einführung im Gelände und für zahlreiche mündliche Hinweise meinen Dank aussprechen.

Der Mikrofossilgehalt der Schichten von Baden-Oos:

In den bräunlich-gelben Mergeln wurden Mikrofossilien festgestellt²⁾. Bereif ihr Erhaltungszustand zeigte, daß es sich um umgelagerte, an diesen Ort verfrachtete Formen handelt. Diese Faunenelemente sind jurassisch. Das stimmt gut mit dem Vorkommen der von BILHARZ (1948) in den Geröllen bestimmten Makrofauna überein. Die Schalen und Schalenbruchstücke der ausgeschlammten Foraminiferen und Ostracoden sowie die sehr häufigen Echinodermenfragmente sind braun bzw. rötlich gefärbt, meist stark korrodiert oder zerbrochen, Hohlräume und Kammern mit Gestein erfüllt. Nur in einer Probe fand sich ein unbeschädigtes Characeen-Oogon, das als gleichaltrig mit der Ablagerung der Baden-Ooser Mergel angenommen werden darf, da es dünnwandig und hohl war.

Erst in einem Horizont in den grau gefärbten Lagen oberhalb der Kalksandsteinbänke wurde eine ausschließlich aus kalkschaligen Foraminiferen zusammengesetzte Faunengemeinschaft aufgefunden, die wie das erwähnte Oogon als autochthon gelten kann. Die hohlen, feingebauten Foraminiferenschalen müßten sonst Korrosionserscheinungen aufweisen. Man darf annehmen, daß sie einen Transport über größere Entfernungen nicht derartig unbeschädigt standgehalten hätten.

Folgende Arten konnten bestimmt werden:

Bulimina pupoides d'ORB., sehr häufig

Bulimina elongata d'ORB., sehr häufig

Bollvina sp., häufig

Discorbis turbo d'ORB., 1 Exemplar

Einige Bemerkungen zum Vorkommen recenter Foraminiferen in Brackwassergebieten:

Bevor darauf eingegangen wird, was diese Foraminiferenfauna stratigraphisch und ökologisch aussagen kann, sollen hier erst einige Bemerkungen über das Verhalten recenter Foraminiferen in Brackwassergebieten folgen. Denn es darf wohl der ganze Schichtenkomplex der Pechelbronner Schichten als brackische Ablagerung angesprochen werden. Es ist daher nicht abwegig, die ozeanographischen Verhältnisse der heutigen Ostsee auf die Verhältnisse des Meeres im Oberrheintalgraben zur Zeit des Unteroligozäns zu übertragen. In beiden Fällen handelt es sich um Nebenmeere mit schmalen Zugangsstraßen zum vollmarinen Meer.

Verf. konnte in den letzten Jahren recente brackische Ablagerungen an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste auf ihren Bestand an eingebetteten, wahrscheinlich fossil erhaltungsfähigen Mikroorganismen untersuchen (ROTTGARDT 1950). Gegenstand der Bearbeitung waren vornehmlich Foraminiferen, Ostracoden, einige großwüchsige Diatomeen sowie Echinodermenreste.

In diesem Untersuchungsgebiet (Kieler Bucht, Förden, Schlei, Nordostseekanal) werden vier voneinander abgrenzbare Mikrofaunengemeinschaften eingesiedimentiert. Ihre Verbreitung ist mit der Abnahme des Gesamtsalzgehaltes des Wassers von ca. 30 ‰ bis 3 ‰ in Verbindung zu bringen. Die Faunen werden im einzelnen durch bestimmte Foraminiferen und Ostracoden charakterisiert. Mischfaunen in Übergangsbereichen waren vorhanden.

²⁾ Foraminiferen (Cristellarien, Nodosarien, Lagenen, Cornuspiren), einige Ostracoden, Echinodermenfragmente, Radiolarien.

Diese Gemeinschaften waren in die von REMANE (1940) nach biocoenotischen Grundsätzen gegebene Einteilung der natürlichen Brackwässer einzuordnen. Es konnte ein mariner, brackisch-mariner, brackischer und brackisch-limnischer Bereich unterschieden werden.

Dagegen konnte die HILTERMANN'sche strenge Gliederung des Brackwassers (HILTERMANN 1949) in ein oligo-, meso- und pliohalines Gebiet entsprechend den Salzgehaltswerten nicht in vollem Maße bestätigt werden; denn die Schwankungen des Gesamtsalzgehaltes des Wassers in den einzelnen Zonen sind im allgemeinen größer als die Salzgehaltsgrenzen, die HILTERMANN für die einzelnen Biotope angibt.

Bei den im wesentlichen gleichbleibenden Temperaturschwankungen im Bodenwasser der Ostsee im Ablauf eines Jahres^{*)} waren der Minimumwert und die Schwankungsbreite des Gesamtsalzgehaltes weitaus die bestimmenden Faktoren für das Vorkommen der einzelnen Mikroorganismen. Erstaunlich war der erhebliche Aussüßungsgrad, den bei den hier vorherrschend niederen Wassertemperaturen sandschalige Foraminiferen noch vertragen konnten.

Es tritt z. B. in der Innenschlei bei Schleswig eine neue *Ammodiscus*-Art mit sehr scharfer Begrenzung ihres Vorkommens zur Seeseite auf. Die Salzgehalte schwanken in diesem Bereich im allgemeinen zwischen 3 und 5 ‰ (bei 3—8 m Wassertiefe) und steigen je nach Wetterlage und entsprechendem Ein- oder Ausstrom bis zu 12 ‰. Die Gattung *Ammodiscus* ist bisher in brackischen Gewässern noch nie nachgewiesen worden. In Gemeinschaft mit ihr wurden gefunden: *Millammina fusca* BRADY, *Trochammina nitida* BRADY, *Trochammina inflata* MTG., der Brackwasserostracode *Cyprideis littoralis* BRADY, die Süßwasserostracoden *Candona angulata* G. W. MÜLLER und *Darwinula stevensoni* BRADY & ROBERTSON sowie Brackwasserdiatomeen.

Bei einer Betrachtung der Mikrofauna erlauben daher nicht die Foraminiferen allein, sondern erst ihre Vergesellschaftung zusammen mit anderen Faunenelementen wie Ostracoden oder Diatomeen eine Aussage über die am Ablagerungsort vorherrschenden Temperatur- und Salzgehaltsverhältnisse.

Aus einer Muddprobe aus dem Nordostseekanal ostw. Rendsburg (Audorfer See) wurde eine Mikrofauna herausgeschlämmt, die fast ausschließlich aus *Elphidium asklundi* BROTZEN gebildet wurde. Ein Größenvergleich zwischen den Individuen von *E. asklundi* aus dem Nordostseekanal mit Exemplaren dieser Art aus dem Seegebiet von Helgoland ergab keine meßbaren Unterschiede. Aus dem Vorkommen dieser Art allein ließen sich keine Schlüsse auf die Umweltverhältnisse ziehen (Salzgehalt im Bodenwasser des Audorfer Sees am 18. 3. 49: 14 ‰). Erst das Auftreten einiger weniger Exemplare des typischen Brackwasserostracoden *Cytherura gibba* O. F. MÜLLER gestattete es, auch diese Fauna als brackisch anzusprechen.

Beachtenswert ist es, daß bei den untersuchten Ostsee-Foraminiferen auch in vollbrackischen Gewässern keine Größenunterschiede gegenüber vollmarinen Individuen gleicher Art zu beobachten waren. Foraminiferen und auch Ostracoden verhalten sich also beim Übergang in Brackwasser nicht wie andere Tiergruppen. Auf das gleiche Ergebnis von Untersuchungen RHUMBLER's hat REMANE (1940) bereits hingewiesen.

Sediment und Tiefe hatten anscheinend keinen Einfluß auf die Verbreitung der bearbeiteten Protozoen. Dagegen ist auch die Strömungsgeschwindigkeit ein bestimmender Faktor. Eine stärkere Verdriftung von Individuen über mehr als einige 100 m war nicht nachweisbar. Sehr wechselnd erwies sich auch die Besiedlungsdichte des Meeresbodens durch die behandelten Mikroorganismen in der Kieler Bucht.

*) Beobachtungen auf den Feuerschiffen Kiel, Flensburg, Fehmarnbelt 1937—1942: — 0,51 (Febr. 37) bis + 18,2 C (Sept. 39) = in diesem Beobachtungszeitraum niedrigster und höchster Monatsmittelwert (Bodenwasser).

Vergleicht man die Ergebnisse der Untersuchung in der westlichen Ostsee mit den Ergebnissen der Arbeiten von PRATJE (1932), NATLAND (1933), P. MARIE (1938), BARTENSTEIN (1938), MEYER-ABICH (1949) und HOGLUND (1947), um nur einige Autoren zu nennen, so sind folgende ökologische Faktoren in ihrer Reihenfolge von beherrschendem Einfluß auf die Zusammensetzung und Verbreitung von Foraminiferengemeinschaften im Brackwasser: Temperatur und Temperaturschwankungen des Wassers, Gesamtsalzgehalt (Minimumwert und Schwankungsbreite), und Strömungsgeschwindigkeit. Die Korngrößenverteilung des Sedimentes wird durch die letztere bestimmt und erscheint von geringerer Bedeutung. Die Tiefe stellt nur eine Funktion der vorherrschenden Wassertemperatur dar.

Temperatur und Salzgehalt dagegen als bestimmendste Faktoren stehen in Bezug auf ihre Einwirkung auf die Verbreitung der Foraminiferen in brackischen Gewässern in inniger Wechselwirkung zueinander.

Diese Beziehungen können durch folgende Tatsache am besten erläutert werden: *Globigerina bulloides* d'ORB. trat in keiner der 83 untersuchten Ostseeproben auf. In der Nordsee kommt sie dagegen noch im Jadegebiet vor (BARTENSTEIN 1938). Unter dem Einfluß noch höherer Wassertemperaturen dringt diese Art an der französischen Kanalküste weit in die Mündung der Rance flüßaufwärts vor (P. MARIE 1938).

Ähnlich verhält es sich auch mit der Verbreitung der recenten Vertreter der Gattung *Bulimina* und *Bolivina*. PAUL (1938) bezeichnet sie als seichtmarine bis brackische Arten. In der heutigen Ostsee sind sie nicht vorhanden. In der Nordsee sind Buliminen erst im tieferen Wasser zu finden, während Bolivinen sogar im Watt von Mt. St. Michel (Bretagne) anzutreffen sind. Sie dringen also dort in Zonen geringerer Salinität ein, als in der Kieler Bucht vorherrschend sind.

Im Gullmar-Fjord dominieren die angeführten Gattungen in Tiefen von 20—40 m, im Skagerrak dagegen in Tiefen um 200 m. Sie reichen dort bis in Tiefen von 700 m herunter (HOGLUND 1947, S. 294/295). HOGLUND (1947, S. 296) weist darauf hin, daß die Häufigkeitsverteilung in Beziehung zur Wassertiefe nur in Verbindung mit den Tiefenverhältnissen des Untersuchungsgebietes betrachtet werden kann. Diese wenigen Beispiele können genügen, um zu zeigen, daß aus dem Vorkommen allein von Foraminiferen nur schwer auf die ökologischen Faktoren in ihrem Lebensraum geschlossen werden kann.

Letztlich ergibt sich aus dem Eindringen von Foraminiferen in brackisch-limnisches Gebiet, daß sie nicht ohne weiteres als Indikatoren für eine vollmarine Umgebung angesprochen werden dürfen.

Zur Frage der Altersstellung der Baden-Ooser Schichten:

Foraminiferen in alttertiären Schichten des Oberrheintales sind von den verschiedensten Autoren bearbeitet worden. Außerordentlich wichtig für die Gliederung des Rheinaltertiärs mit Hilfe von Mikrofaunen ist die Arbeit von B. PAUL (1938). Er gibt darin bisher das einzige zusammenhängende Profil tertiärer Schichten, und der darin enthaltenen Foraminiferenfauna im Oberrheintal auf Grund der Untersuchung von Kernproben einer Erdölbohrung (DPAG Baden 1) bei Bruchsal. Es muß daher als Leitprofil gelten.

Er vertritt dort die Ansicht (PAUL 1938, S. 28), daß nur der Vergleich von Faunen bei der Verwendung von Foraminiferen zu stratigraphischen Zwecken zu brauchbaren Ergebnissen führt. Zweifelsohne läßt sich beim Fehlen von Leitforaminiferen keine andere Vergleichsbasis finden.

Auf die Fehlerquellen dieser Methodik hat SCHINDEWOLF (1950) mit Nachdruck hingewiesen. Seiner Ansicht nach stellen Foraminiferen ihrem zeitlichen Verhalten nach keine idealen Leitformen dar. Er hält sie nur in begrenzten, geotektonisch einheitlichen Gebieten und zusammenhängenden Meeresbereichen zu einer einwandfreien Altersbestimmung brauchbar. Diese Forderung wird unbestritten für das Gebiet des Oberrheins im Tertiär zutreffen. Es besteht für SCHINDEWOLF (1950, S. 101) kein Zweifel, daß das Auftreten und die Verbreitung der Foraminiferen und damit die Faunengemeinschaft in höherem Maße von biofazialen, ökologischen Faktoren beeinflusst wird, d. h., daß der größte Teil der Foraminiferen Faziesfossilien darstellt. Dieser Meinung muß zugestimmt werden.

Keine der in den Baden-Ooser-Schichten (S. 39) festgestellten Foraminiferenarten besitzt einen stratigraphischen Wert. Diese Tatsache wird z. B. dadurch gekennzeichnet, daß die gleichen Formen in fast gleicher Faunenzusammensetzung sowohl in den mittleren Pechelbronner Schichten des Unteroligozäns wie auch in den „graugrünen Mergeln mit *Mytilus*“ im Untermitiozän von Bruchsal (PAUL 1938) gefunden wurden.

Die Ergebnisse der ökologischen Bearbeitung recenter Foraminiferen im Brackwasser und die Tatsache, daß es sich bei den Pechelbronner Schichten um brackische Ablagerungen handelt, erschweren die Einordnung der vorgefundenen Faunengemeinschaft. Im Brackwasser können auch erheblich voneinander abweichende Faunen altersgleich sein. Der Fund von Foraminiferen in den mittleren Pechelbronner Schichten spricht nicht dagegen, auch diese als in einem Brackwassergebiet abgesetzt aufzufassen. Die artenarme Fauna deutet jedenfalls nicht auf eine vollmarine Umgebung.

Trotzdem ist es möglich, die Ansicht von BILHARZ über die stratigraphische Stellung der Schichten von Baden-Oos zu bestätigen. Die Buliminen und Bolivinen unmittelbar über Schichten eingelagert, in denen jurassische umgelagerte Formen zu finden sind, erlauben es, diesen Horizont mit den mittleren Pechelbronner Schichten von Bruchsal zu parallelisieren. Auch bei Bruchsal treten jurassische Foraminiferen zunächst häufig in den unteren Pechelbronner Schichten auf, die erst in den oberen Pechelbronner Schichten verschwinden. Zu ihnen treten dort erstmalig tertiäre Foraminiferen (*Bulimina*, *Bolivina*, *Cibicides*, *Discorbis*) in den mittleren Pechelbronner Schichten (PAUL 1938, S. 25).

Es ist sehr wahrscheinlich, daß der *Bulimina-Bolivina*-Horizont bei Baden-Oos und bei Bruchsal der gleiche im mittleren Unteroligozän ist. Im oberen Teil des Schichtenstoßes von Baden-Oos ist daher der Beginn der mittleren Pechelbronner Schichten anzunehmen.

Ob nun zunehmende Versalzung des Unteroligozänmeeres oder nur eine Erhöhung der Wassertemperatur die beschriebenen Arten in das Unteroligozänmeer im Oberrheintalgraben — bei Annahme des letzteren Falles in Regionen geringerer Salinität — einwandern ließ, läßt sich nicht entscheiden.

Auch die Ursache einer eventuellen Temperaturerhöhung kann verschieden gedeutet werden, einmal dadurch, daß das Meer verflachte, andererseits durch vorübergehende Klimaschwankung.

Bei der Betrachtung der Bruchsaler Foraminiferenfauna des oberen Unteroligozäns fällt auf, daß zunehmend sandschalige z. T. recht großwüchsige Foraminiferen an die Stelle der Kalkschaler treten. Die verwandten rezenten Vertreter dieser Sandschaler bevorzugen kühlere Wassertemperaturen, wie PAUL bereits feststellte. Ein großer Teil war auch in den brackischen Küstengewässern der

schleswig-holsteinischen Ostseeküste zu beobachten (*Ammodiscus*, *Ammobaculites*, *Protonina*, *Trochammina*). Neben einer allgemeinen Abkühlung der Wassertemperaturen ließe sich daher auch eine Abnahme des Gesamtsalzgehaltes annehmen. Da nicht einer der beiden Faktoren das Vorkommen der Foraminiferen allein beeinflusst, ist eine Deutung des Faunenwechsels schwierig, wenn nicht z. T. noch unmöglich. Zumindest ist es gewagt, bereits hieraus Schlüsse zu ziehen. Sicher ist es falsch, daraus z. B. auf die Meerestiefe schließen zu wollen.

Das Problem der Altersdatierung tertiärer Schichten, vornehmlich des Unteroligozäns im Oberrheintalgraben ist noch nicht gelöst. Hierzu sind die Unterlagen noch nicht ausreichend. Um hier Klarheit zu schaffen, ist es notwendig, die Mikroorganismen möglichst vieler bereits eindeutig in ihrer Altersstellung bestimmter Tertiäraufschlüsse zu analysieren und miteinander zu vergleichen. Er dann wird es möglich sein, eine einwandfreie stratigraphische Eingliederung eindeutig eingestuft oder umstrittener Schichten mit Hilfe darin enthaltenen Mikroorganismen zu geben, wenn Leitfossilien fehlen. Hierzu sollte vorliegende Arbeit einen Beitrag liefern.

Zusammenfassung:

Vorliegende Arbeit stellt einen Beitrag zur Gliederung des Rheintalalters (Unter-Oligozän) in Hilfe von Foraminiferen dar: Die Pechelbronner Schichten werden als brackische Sedimente aufgefaßt. Die stratigraphische Einstufung der Schichten der Tongruben der Hourdswerke in Baden Oos durch BILHARZ (1948) als Grenzschichten zwischen unteren und mittleren Pechelbronner Schichten wird auf Grund der in ihnen enthaltenen Mikrofossilien bestätigt.

Gleichzeitig werden einige Bemerkungen über das Vorkommen recenter Mikroorganismen, v. a. Foraminiferen, im Brackwasser gemacht: im Brackwasser stellen Temperatur und Salzgehalt die die Verbreitung der Foraminiferen bestimmenden ökologischen Faktoren dar. Beide stehen ihrer Auswirkung auf die Mikrofauna in diesem Medium in enger Wechselbeziehung zueinander. Foraminiferen drängen ohne erkennbare Veränderung ihrer Gestalt und Größe z. T. weit in südwärts gerichtete Gebiete vor. Sie dürfen daher nicht als Indikatoren für eine vollmarine Umgebung angesehen werden. Aus dem Vorkommen von Foraminiferen allein kann nicht auf die Umweltbedingungen in ihrem Lebens- und Sedimentationsraum geschlossen werden. Da im Brackwasser verschiedene voneinander abgrenzbare Faunengemeinschaften beobachtet wurden, wird nochmals darauf hingewiesen, daß verschiedene fossile Faunen in einem solchen Gebiet nicht gleichzeitig an unterschiedlichen Stellen angesprochen werden dürfen.

Schriften

- BARTENSTEIN, H.: Foraminiferen der meerischen und brackischen Bezirke des Jadegebietes Senckenbergiana, 20, H. 5, 1938.
 BILHARZ, A.: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte, Blatt Baden (Nr. 67). Bad. Geol. L. A. Freiburg i. Br. 1934.
 BILHARZ, A.: Das Oligozän der Tongrube der Hourdswerke in Baden-Baden. Mitt. Bad. geol. L. A. 1948.
 GUPPERT, O.: Das Oligozän bei Baden-Baden und seine Bedeutung für die alttertiäre Paleogeographie. N. Jb. f. Min. etc. B. B. 88, Abt. B. 1932.
 GUPPERT, O.: Unter-, Mittel- und Oberoligozän am Rheintalrand bei Baden-Baden. Zentr. Bl. Min. etc., Abt. B., No. 6, 1937.
 HILTMANN, H.: Klassifikation der natürlichen Brackwässer. Erdöl & Kohle, 2, S. 4—8, 1949.
 HOGLUND, H.: Foraminifera in the Gullmar-Fjord and the Skagerak. Zool. Bidrag från Uppsala 26, 1947.
 HOHNE, E.: Geologische Untersuchungsergebnisse im Erdölgebiet des Unterelsaß. Mitt. Bad. geol. L. A., 9, 1923.
 MARIE, P.: Sur la faune des Foraminifères de l'estuaire de la Rance. Bull. Lab. maritime de Dinard, 20, 1938.
 MEYER-ABICH, H.: Die Sedimente vom Borkum-Riffgrund. Dissertation Hamburg 1949.
 NATLAND, M. L.: The Temperature and Depth-Distribution of some recent and fossil foraminifera in the south end California region. Bull. Scripps Inst. of Oceanogr. Univ. of Calif. Techn. Ser. 3, Nr. 10, 1933.
 PAUL, B.: Gliederung und Foraminiferenfauna des Rheintalalters bei Bruchsal. Mitt. Bad. geol. L. A., 12, H. 1, 1938.
 REMANE, A.: Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee. Tierw. N.- u. Ostsee 1, a 1940.
 ROTTGARDT, D.: Mikropaläontologisch wichtige Bestandteile recenter brackischer Sedimente an der Küsten Schleswig-Holsteins. Dissertation Kiel 1950.
 SCHINDEWOLF, O. H.: Grundlagen und Methoden der paläontologischen Chronologie. 3. Aufl. Berlin 1950.