

Zonengliederung mit Foraminiferenfaunen und Ökologie im Neogen des Wiener Beckens

von Kurt Turnovsky*)

Zusammenfassung

Aus der Zusammensetzung der Foraminiferenfaunen im Neogen des Wiener Beckens lassen sich ökologische Schlüsse ziehen.

Im Torton ist im allgemeinen nicht mit größerer Wassertiefe als höchstens 200 m zu rechnen. Der entscheidende Faunenschnitt bezüglich des Planktons erfolgt zwischen unterer und oberer Lagenidenzone (Zurücktreten der Globorotalien) und ist auf Reduzierung der Verbindung mit dem Weltmeer von einer breiteren Meeresstraße auf das ungefähre Ausmaß einer Straße von Gibraltar zurückzuführen.

Im Sarmat herrschte allgemein sehr geringe Wassertiefe, höchstens 100 m, wahrscheinlich weniger. Die Faunenfolge im Sarmat ist auf Abnahme des Salzgehaltes zurückzuführen.

Summary

Analysis of foraminiferal Faunas in the Neogene of the Vienna Region permits ecological conclusions.

The depth of the Tortonian Sea was never more than 200 ms. The most important faunal break within the Tortonian of the Vienna Basin occurs between the Lower and Upper Lagenidenzone (almost complete disappearance of Globorotalia), presumably due to a considerable narrowing of the connection with the open ocean.

The Sarmatian Inland Sea was not deeper than 100 ms. The faunal succession in the Sarmatian is due to a reduction in salinity.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. K. Turnovsky, Österreichische Mineralölverwaltung A. G., Wien IX, Otto-Wagner-Platz 5.

Einleitung

Der reiche Mikrofossilinhalt der jungtertiären Schichten des Wiener Beckens hat schon seit alter Zeit die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Die klassischen Bearbeitungen durch d'ORBIGNY, KARRER, HAUER, CZJZEK und andere sind zu bekannt, als daß es notwendig wäre, darauf noch weiter einzugehen. Während nun diese älteren Arbeiten zunächst einmal hauptsächlich der Herausarbeitung der systematischen Stellung der aufgefundenen Faunenelemente dienten, widmeten sich spätere Arbeiten, insbesondere in Zusammenhang mit der nach dem ersten Weltkrieg einsetzenden Erdölforschung, stratigraphischen Fragen, wozu ja insbesondere die Foraminiferen herangezogen wurden (GRILL 1943). Der Ökologie wurde wenig Raum gewidmet. Dies erklärt sich leicht, da es sich ja zunächst eben um die Klärung der oben erwähnten Fragenkomplexe bzw. um die Fixierung des Erkenntnisstandes auf diesen Sektoren handelte.

In diesem Zusammenhang ist auf die Zonengliederung des Sarmats und „Tortons“ durch GRILL (1941 und 1943) hinzuweisen. Diese erwies sich als in den Grundzügen richtig und durchaus annehmbar. Da es sich aber um Fazieszonen handelte, wurden wiederholt Zweifel an ihrer Richtigkeit geäußert, vor allem bezüglich ihrer Gültigkeit im Torton. Untersuchungen bezüglich der Entwicklung der Uvigerinen im „Torton“ des Wiener Beckens (PAPP-TURNOVSKY 1953) zeigen freilich die Richtigkeit der Grill'schen Gliederung. Es soll im Folgenden gezeigt werden, daß die Faktoren, welche die Faunenentwicklung im Wiener Becken beherrschen, nicht lokaler, sondern regionaler Natur sind und daher für das ganze Becken Gültigkeit besitzen. Daß die Grill'schen Zonen auch noch in weiteren Bereichen der Paratethys angewandt werden können, wurde vielfach gezeigt (BUDAY 1959).

Als Grundlagen werden ausschließlich Gesamtfauen benutzt. Schlüsse auf Grund einzelner Arten sind mit Vorsicht aufzunehmen, selbst wenn wir im Neogen dieselbe Art vorliegen haben wie rezent. Nach PHLEGER (p. 90) soll z. B. *Höglundina elegans* (d'ORB.) nicht in seichterem Wasser als ca. 730 m vorkommen. Nach CUSHMAN (in PHLEGER p. 52) ist sie nur für Tiefen unter 100 m kennzeichnend. Mit letzterer Angabe läßt sich auch im Neogen des Wiener Beckens, wo die Art vorkommt, etwas anfangen. Mit der vorhergehenden aber nicht; denn der Annahme von Wassertiefen über 700 m, ja auch nur über 200—300 m im Bereich des Wiener Beckens widerspricht alles andere, was wir über seine Fauna feststellen können.

Für die Erlaubnis zur Publikation dieser Arbeit dankt der Verfasser der ÖMV A. G.

Helvet-Burdigal.

Diese älteren Stufen sind noch nicht so eingehend durch Bohrungen erschlossen und können daher in Kürze behandelt werden.

Die Ablagerungen des Korneuburger Beckens (Teiritzberg) zeigen brakische Einflüsse und sind, wie das Vorkommen von Elphidien und *Rotalia beccarii* beweist, Ablagerungen sehr seichten Wassers. Sie sind vermutlich altersgleich den Laaer Schichten. Diese („karpathische Serie“ tschechoslowakischer Autoren), im nördlichen Bereich des außeralpinen Wiener Beckens verbreitet, sind ein in sich nicht ganz einheitlicher Komplex. Es liegen auch hier zum Teil Faunen seichten Wassers mit brackischem Einschlag vor, wie sie durch Bohrungen der ÖMV im Raume Wildendürnbach bekannt geworden sind. Die Schichten von Laa an der Thaya, der Typuslokalität selbst, aber sind in ihrer Ablagerungstiefe denen des Tortons gleichzustellen. Es handelt sich bei ihnen jedenfalls um hochmarine Schichten, jedoch solche eines nicht stark durchströmten Meeres, im Gegensatz zur basalen Badener Serie (Vasicek 1946). Die Hauptverbindung dieses Meeres mit dem Ozean dürfte im Gegensatz zur Badener Serie eher nach Norden gegangen sein.

Marine Faunen finden sich auch im Bereich des Steinberg-Schliers. Dieser umfaßt unterhelvetische und oberburdigale Anteile und wird als in sich einheitliches Schichtpaket (KAPOUNEK-PAPP-TURNOVSKY 1960) als „Luschitzer Serie“ bezeichnet.

GRILL unterschied einen tieferen Anteil als Cyclammina-Bathysiphon-Schlier, einen höheren als Elphidium-Cibicides-Schlier. Es handelt sich um zwei ausgesprochene Fazieszonen, deren Unterschiede auf eine Änderung der bathymetrischen Verhältnisse zurückgehen. Der Elphidium-Cibicides-Schlier ist eine Ablagerung sehr seichten Wassers, der Cyclammina-Bathysiphon-Schlier eine solche in etwas tieferem. Die Tatsache, daß eine Sand-schalerfauna vorliegt, scheint auf relativ stagnierendes Wasser hinzudeuten.

Die Foraminiferenfaunen aus dem sogenannten Matzener Helvet dürften altersmäßig etwa dem Steinberg-Schlier entsprechen. Sie sind durch *Rotalia beccarii* (L.) und *Elphidium* gekennzeichnet, dürften unter Bedingungen ähnlich denen des Untersarmats entstanden sein (etwa 2 Prozent Salzgehalt und geringe Wassertiefe).

Das eigentliche Burdigal ist im Raum von Eggenburg (TOLLMANN 1957) durch ausgesprochene Seichtwasserfauna vertreten. Eine Beckenfazies wurde erst durch Tiefbohrungen erschlossen (KAPOUNEK-PAPP-TURNOVSKY 1960, pg. 218).

Derartige Faunen wurden auch in der Bohrung Großkrut 5 nachgewiesen, ziemlich unmittelbar unter der tiefsten Lagenidenzone der Badener Serie, und ihr Habitus ähnelt den in dieser auftretenden Faunen außerordentlich. Wir dürfen auch hier wohl nicht an eine größere Wassertiefe als etwa 200 m denken.

Badener Serie — Torton des Wiener Beckens

Wenn an dieser Stelle der Ausdruck „Torton“ gebraucht wird, so handelt es sich um das Torton in dem Sinne, wie dieser Ausdruck seit SCHAFFER im Wiener Bereich gebraucht wurde, d. h. er deckt sich nicht mit dem Torton im Sinne der Typuslokalität! Deshalb wurde ja auch (KAPOUNEK-PAPP-TUROVSKY 1960) der Ausdruck Badener Serie vorgeschlagen. Das Torton der Typuslokalität entspricht nur dem höheren Anteil der Badener Serie, deren tieferer Teil unzweifelhaft mit dem Elveziano der Italiener identisch ist!

Was die Grenzziehung zwischen einem höheren und tieferen Anteil der Badener Serie betrifft, so ist dies eine Sache der Konvention. Wie gezeigt werden soll, ist die Grenze zwischen oberer und unterer Lagenidenzone mindestens vom selben Rang wie die zwischen Lagenidenzone und Sandschalerzone. An letztere die Hauptgrenze zu legen (CICHA 1961) erscheint wohl etwas verfrüht. Es ist im Rahmen der Arbeiten der ÖMV üblich, die Grenze „Ober/Untertorton“ (Torton im Wiener Sinn = Badener Serie) an die Grenze zwischen Sandschaler- und Buliminien-Bolivinenzone zu legen.

Was die tortonen Foraminiferenfaunen betrifft, so haben wir es bei ihnen mit marinen Faunen von weitaus größerer Reichhaltigkeit als im Sarmat zu tun. Wenn wir die Abfolge der Faunen im gesamten Becken betrachten, so besteht ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem Sarmat! Die sarmatische Abfolge, von der Zone mit großen Elphidien über die Zone des *Elphidium hauerinum* bis zu der Zone mit *Nonion granosum*, die ja auch häufig Elphidien führt, ist eine ausgesprochene Aussüßungsfolge. Wenn wir aber die Tortonzonen betrachten, wie sie ursprünglich von GRILL festgelegt und später von PAPP-TURNOVSKY unterbaut wurden, so sind diese anders zu deuten. Der Wechsel Sandschaler-, Lageniden-, Bolivinen-, Buliminienzone hat hauptsächlich bathymetrische bzw. ähnliche ökologische Ursachen. Eine Aussüßung liegt erst im obersten Torton vor.

Es empfiehlt sich, die Besprechung der Badener Serie im stratigraphischen Sinne durchzuführen, d. h. von unten nach oben. Wir haben also mit jenen Schichten zu beginnen, welche von GRILL als „Schichten mit Landerdorfer Fauna“ bzw. untere Lagenidenzone bezeichnet wurden. Diese auch im außeralpinen Bereich sehr verbreiteten Schichten sind in den letzten

Jahren durch Kartierungsarbeiten der Geologischen Bundesanstalt (WEINHANDL 1955), noch früher durch unveröffentlichte Kartierungsarbeiten der SMV (KÖLBL, MILLES, W. E. PETRASCHECK) bekannt geworden. Die Fauna dieser Schichten ist sehr reich, sie ist faktisch sogar die allerreichste, die wir überhaupt aus dem Torton kennen. Sie ist gekennzeichnet durch eine besonders üppige Entfaltung der Lageniden im weiteren Sinn, nicht nur Robuli, Dentalinen, Nodosarien, Nodogenerinen, sondern auch Marginulinen, Vaginulinen; die Robuli treten in besonders großwüchsigen Exemplaren auf, die z. B. beim Schlämmen häufig auch in der Grobfraction verbleiben.

Sandschaler spielen in dem hier erwähnten Bereich eine eher untergeordnete Rolle. Es sind Textularien vorhanden, ferner *Martinotiella communis*.

Reich vertreten ist auch die Planktonkomponente, unter der großwüchsige Globigerinoiden (besonders *Globigerinoides trilobus* (REUSS) sowie Globorotalien auffallen. Häufig sind auch Orbulinen primitiven Typs („*Globigerinoides glomeratus*“ BLOW (PAPP 1961). Es ist im Sinne des zitierten Autors die Transgressionsfauna der Badener Serie. Inwieweit zwischen ihr und der darunter liegenden Laaer Serie wenigstens stellenweise eine Kontinuität oder aber eine Diskordanz besteht, kann vorläufig noch nicht entschieden werden. Gewisse Feststellungen aus den seismischen Schußprofilen scheinen anzudeuten, daß gelegentlich ersteres anzunehmen ist, da es Proben gibt, bei denen sich bereits die ersten Planktonelemente der Badener Serie (Globorotalien) finden, während die Benthosfauna ziemlich unverändert noch aus Typen der Laaer Serie besteht. Ein Hauptunterschied dürfte jedenfalls darin bestehen, daß wir mit Beginn der Badener Serie eine Einwanderung von wohlentwickelten Formen wärmeren Wassers vor uns haben. Dafür spricht die allgemeine Großwüchsigkeit der Planktonelemente und das Auftreten der Globorotalien. Bei ihnen und den Orbulinen handelt es sich sicher nicht um eine Entwicklung aus endemischen Formen, sondern vielmehr um Einwanderer mit der neuen Fauna. Die Tatsache der ausgeprägten Warmwasserfauna spricht deutlich dafür, daß diese von Süden gekommen ist. ČIČHA (1961) meint, daß die Verbindung des Tortonmeeres mit dem Ozean über das Gebiet zwischen Julischen Alpen und Dinarischem Gebirge ging. Üppige Faunen von Globorotalien gelten allgemein als Warmwasserfaunen, ja sogar als solche tropischer Natur.

Da auch alle anderen Kriterien bei der basalen Tortonfauna für eine ausgesprochene Warmwasserfauna sprechen, können wir aus all diesem schließen, daß die Tortontransgression eine südliche Warmwasserfauna in den Bereich des Wiener Beckens gebracht hat. Es läßt sich annehmen, daß

die Wassertemperatur eine untere Grenze von rund 20° C nicht unterschritten hat.

Diese reiche Tortonfauna ist weit verbreitet, wie erwähnt besonders im außeralpinen Wiener Becken. Im inneralpinen Wiener Becken wird sie nach GRILL (1943) als Lanzendorfer Fauna bezeichnet. Sie ist indessen auch durch mehrere Tiefbohrungen der ÖMV aufgeschlossen worden, wozu besonders die Bohrungen Dürnkrot 2 und Dobermannsdorf 1 zu zählen sind. Ferner gehören in diesen Bereich auch tiefe Anteile der Bohrungen im Raum Enzersdorf. Die stratigraphische Einstufung erfolgt hier auf Grund von *Uvigerinen* (*Uvigerina macrocarinata* PAPP & TURNOVSKY 1953). Andererseits setzt sich die Fauna bezüglich der Benthosformen überwiegend aus Sandschalern zusammen und die Planktonkomponente ist geringfügig, wobei Globorotalien nicht beobachtet wurden. Auf Grund des Vorkommens von *Uvigerina macrocarinata* wurde jedoch, wie erwähnt, eine Einstufung in die basale Badener Serie als richtig erachtet.

Als Arbeitshypothese wird angenommen, daß gegenüber den oben erwähnten plankton- und lagenidenreichen Vorkommen im außeralpinen Wiener Becken, auch vielfach auf der Hochscholle im nördlichen Wiener Becken, nach GRILL (1955) auch in Baden (Pelzgasse), im Raume von Enzersdorf eine viel weniger intensive Durchströmung des Wassers vorliegen dürfte. Hiezu dürfte passen (laut mündlicher Mitteilung von STRADNER), daß das Nannoplankton der erwähnten Schichten in Enzersdorf eher mit Baden-Soos (höhere Lagenidenzone mit *Uvigerina cf. acuminata*) zu vergleichen ist als mit typischen Proben aus der unteren Lagenidenzone (z. B. Frättingsdorf). Nach mündlicher Mitteilung von A. BACHMANN treten auch die Radiolarien in der Fauna von Baden-Soos sehr zurück, verglichen mit Frättingsdorf. Da aus den oben erwähnten Gründen an der stratigraphischen Einstufung von Enzersdorf kein Zweifel herrschen kann, müssen hier fazielle Gründe vorliegen. Da wir annehmen dürfen, daß die Verbindung mit dem offenen Meere nach Osten bzw. Südosten erfolgte, also durch die Brucker bzw. Hainburger Pforte, könnte man sich vorstellen, daß der Raum von Enzersdorf, sozusagen im Strömungsschatten des Leithagebirges liegend, eine Fläche mehr oder minder stagnierenden Wassers darstellte. Natürlich ist damit nicht völlig unbewegtes Wasser gemeint, sondern Mangel an Meeresströmungen und dadurch Mangel an bestimmten Planktonformen.

Zu diesem Zweck müssen die Unterschiede der Fauna des Niveaus von Baden-Soos gegenüber Frättingsdorf betrachtet werden. Diese sind erstens ein fast völliges Verschwinden der Globorotalien, zweitens eine nicht große, aber immerhin merkliche Verarmung speziell der Lagenidenfauna. Die großen Formen, z. B. *Vaginulina legumen* (L.) verschwinden. Die

Fauna als solche — was nicht nur für die Foraminiferen gilt — bleibt aber hochmarin, irgendwelche Anzeichen einer Verbrackung sind nicht festzustellen.

Als wahrscheinlichste Erklärung, speziell die Globorotalien betreffend, erscheint eine Herabsetzung der Wassertemperatur (d. h. zumindest der Minimaltemperatur).

Was das Vorkommen von Globorotalien in höheren Zonen der Badener Serie betrifft (CICHA 1961, WESSELY 1961), so ist nachzuprüfen, wieweit es sich hier nicht etwa um Umlagerungen handelt. Solche konnten vom Autor z. B. im obersten Torton, ja auch im Sarmat der Bohrung Hohenau 1 festgestellt werden. Es erschien bei Berücksichtigung aller Umstände sehr unwahrscheinlich, daß gerade in diesem obersten Torton, das deutliche Verbrackungserscheinungen aufweist, jedenfalls eine regressive Phase mit ausgesprochener Abschnürung vom Weltmeer darstellt, Globorotalien vorhanden sein sollten, während sie doch schon in der oberen Lagenidenzone sehr zurücktreten bzw. in der Sandschalerzone nicht beobachtet wurden. Ist es nicht wahrscheinlicher, daß in dieser regressiven Phase in den Randpartien entblößte tortone Sedimente der tieferen Lagenidenzone zum Teil erodiert und in den inneren Beckenteil gespült wurden?

TAUBER (1952) nimmt an, daß für das Torton im allgemeinen eine Temperaturschwankung zwischen 19° und 25° vorliegen dürfte. Er kommt zu diesem Schluß auf Grund von Terediniden, die größtenteils aus Leithakalken der Gegend des Leithagebirges selbst stammen (z. T. obere Lagenidenzone). Diese sind auf jeden Fall höher einzustufen als die erwähnte basale Badener Serie und würden mit der erwähnten Minimaltemperatur von 19° bereits Verhältnisse ergeben, die für die Globorotalien nicht mehr optimal sind. Für das von STRADNER untersuchte Nannoplankton dürfte das gleiche gelten. Der von ihm beobachtete Rückgang zwischen unterstem Torton und Badener Niveau ist hier auch zu bedenken.

Für eine Temperaturherabsetzung sind an sich mehrere Gründe denkbar. Zunächst könnte man sich vorstellen, daß der schließlich im ganzen Neogen im europäischen Raum deutliche Temperaturrückgang wirksam wäre. Dies mag auch der Fall sein und mit ein Grund für die Verarmung der Fauna. Besonders wichtig dürfte aber sein — wofür ja die erwähnte Tatsache der verarmten Enzersdorfer basalen Tortonfauna spricht — daß die freie Durchströmung des Meeres nahezu oder völlig aufhörte.

Der Grund dafür könnte sein, daß im Niveau von Baden-Soos die Verbindung mit dem Weltmeer bereits nicht mehr auf so breiter Front erfolgte wie beim Beginn der Transgression der gesamten Serie. Weitergehende Schlüsse in dieser Hinsicht können natürlich auf Grund der Wiener Verhältnisse allein nicht gezogen werden, sie würden uns insbesondere

auch zur Frage der Verbindung des Tortonmeeres mit dem freien Ozean i. A. und der Lage derselben speziell führen. Man könnte sich vorstellen, daß anstelle einer breiten Verbindung nur mehr eine „Straße von Gibraltar“ vorhanden war.

Es bleibt nun noch der Versuch, auch bezüglich der bathymetrischen Verhältnisse etwas auszusagen. Die reichen Faunen im außeralpinen Wiener Becken mit ihrer starken Planktonkomponente würden dazu verführen, hier an tieferes und landferneres Milieu zu denken. Während letzteres — relativ genommen — der Wirklichkeit entsprechen dürfte, können für das gesamte Torton des Wiener Beckens Zweifel hinsichtlich größerer Wassertiefe geäußert werden. Zwingend für tieferes Wasser sind diese Faunen nie.

Es sind zwar jeweils Kriterien vorhanden, die, für sich allein genommen, auf eine Wassertiefe von über 100 m schließen lassen könnten. Dahin gehört z. B. allein schon die Tatsache der relativ reichen Faunen, d. h. daß ein beträchtlicher Teil des Schlämmrückstandes nur aus Foraminiferen besteht. Dies wird von PHLEGER (1960) als Kriterium für Sedimente auf dem „Continental slope“ gedeutet. Daß dies aber für die Verhältnisse im Wiener Becken nicht zutrifft, dürfte schon allein daraus erhellen, daß diese reiche Fossilführung auch in den bekannten klassischen Aufschlüssen von Soos vorliegt. Die dortigen Faunen sind aber sicher keine Tiefwasserfaunen, denn es finden sich in ihnen neben den typischen Lageniden, Uvigerinen etc. auch Milioliden, und zwar großwüchsige Quinqueloculinen, die als sicheres Seichtwasserkriterium zu bezeichnen sind.

Schlüsse bezüglich einer Seichtwassernatur der Badener Tegel wurden z. B. schon von GRILL (1955) gezogen. Wir können uns diesen nur anschließen, und zwar auch bezüglich der außeralpinen Vorkommen der tiefsten Lagenidenzone. Es sei auch angeführt, daß nach GRILL (1955) in dem Aufschluß von Frättingsdorf *Elphidium fichtelianum* (d'ORB.) auftritt.

Zu ähnlichen Schlüssen kommt man auch auf Grund einer Durchsicht der zahlreichen seismischen Schußprofile, die in den letzten Jahren dort abgeteuft wurden und einen eingehenden Überblick über die tortonischen Ablagerungen geben. Es läßt sich überall beobachten, daß fast immer auch in Faunen, die überwiegend aus Planktonen (*Globorotalia*, *Globigerinoides trilobus* (REUSS), zuweilen *Gl. bisphaericus* TODD) und „Orbulinen“ bestehen — Faunen, die einem sehr tiefen Glied der Badener Serie angehören — Seichtwasserelemente wie Elphidien, Rotalien etc. zu finden sind.

Auf Grund dieser Tatsachen scheint es dem Autor sehr unwahrscheinlich, daß irgendwo im unteren Torton des Wiener Beckens, d. h. in der tieferen und höheren Lagenidenzone im Sinne von GRILL 1943 und PAPP-TURNOVSKY 1953, eine Wassertiefe von mehr als 200 m anzunehmen wäre.

Was die Sandschalerzone betrifft — bei GRILL Zone der *Spiroplectamina carinata* (d'ORB.) — so sind auch hier nirgends Kriterien zu finden, die für eine größere Wassertiefe sprechen, allerdings auch nicht für eine generelle Abnahme der Wassertiefe gegenüber der Lagenidenzone. Übrigens hat sich im Beckeninneren bei der Untersuchung von Bohrprofilen (Aderklaa, Enzersdorf) im allgemeinen auch in der Lagenidenzone, sogar in der tieferen, eine starke Sandschalerkomponente gezeigt (Siehe auch GRILL 1955).

Es wurde dies als Einwurf gegen die Zweckmäßigkeit des Terminus „Lagenidenzone“ verwendet. Es soll in diesem Zusammenhang keine Polemik begonnen werden. Man könnte natürlich auch mit Ausdrücken wie „Untertorton Zone 1“ usw. oder mit „Zone der *Uvigerina macrocarinata*“ etc. operieren.

Es dürfte sich jedoch in der Stratigraphie ähnlich wie in der Taxonomie empfehlen, den Namen möglichst selten zu wechseln, solange keine zwingenden Gründe vorliegen.

Wir dürfen die stärkere Sandschalerkomponente im Beckeninneren auf etwas größere Wassertiefe zurückführen (wobei der Ton auf „etwas“ liegt). Der entscheidende Faktor für die Faunenzusammensetzung liegt übrigens gar nicht so sehr in den bathymetrischen Verhältnissen, sondern in der geringen Strömung und — damit zusammenhängend — daß wir es hier mit einem sehr schlammigen tonigen Untergrund zu tun haben dürften (Siehe PHLEGER p. 79).

Es ist in diesem Zusammenhang freilich interessant, daß sich diese Tendenz stärker für das Benthos als für das Plankton geltend macht, da aus zahlreichen Bohrungen (z. B. Enzersdorf 17) bekannt ist, daß sich auch in der hier erwähnten Zone reichlich Globigerinen und Orbulinen finden. Anscheinend sind die Lageniden für eine Änderung der Umweltbedingungen besonders empfindlich.

Für generell geringe Wassertiefe in der eigentlichen Sandschalerzone seien ferner folgende Tatsachen angeführt: Im Bereich der Matzener Bohrungen kommt es vielfach vor, daß der 14. und 15. Tortonhorizont, die in die Sandschalerzone gestellt werden, durch Faunen gekennzeichnet sind, die im wesentlichen aus *Bulimina elegans* d'ORB. bestehen (mündliche Mitteilung durch H. HLADICEK). Wichtig ist auch das Vorkommen von Lithothamnien in verschiedenen Matzener Tortonhorizonten, was auf besonders seichtes Wasser hinweist.

Bulimina elegans d'ORB. ist als ausgesprochene Seichtwasserforaminifere anzusprechen. Das Obertorton vollends ist allgemein eine Zone sehr seichten Wassers, wie sich sowohl aus den Faunen mit Bulimininen und Bolivinen, als auch aus denen mit *Rotalia beccarii* und *Elphidium crispum* ergibt.

Faunen von letzterem Typ können natürlich im ganzen Torton auftreten. Man kann dabei Sandfazies und Leithakalkfazies unterscheiden. In der Sandfazies (Vöslau) sind an Elphidien besonders solche aus der Gruppe fichtelianum-flexuosum anzutreffen. Im Leithakalk treffen wir *Elphidium crispum* (L.) in typischer optimaler Entwicklung neben Formen des Riffbereiches, wie *Heterostegina*, *Neovalveolina* etc.

Wir hatten schon wiederholt Gelegenheit, auf das Auftreten ausgesprochener Seichtwasserfaunen in der Badener Serie hinzuweisen, und zwar gelegentlich sogar im Beckeninneren.

Nun erwähnt GRILL (1941, 1943) als oberste Tortonzone eine solche mit *Rotalia beccarii*. Was solche Faunen betrifft, so sind diese natürlich reine Faziesfaunen, und zwar solche des Seichtwassers. Die namensgebende große, in der Badener Serie vielfach anzutreffende Art läuft als *Rotalia beccarii* (L.). Ihre Stellung bezüglich Nomenklatur ist etwas dubios, sie wurde seinerzeit als *Rotalia* bezeichnet, dann *Streblus*, nunmehr meist als *Ammonia*. Ich ziehe es hier vor, bei dem in der Wiener Literatur eingebürgerten Namen *Rotalia beccarii* (L.) zu bleiben, was sich ja auch deshalb empfiehlt, da wir gewohnt sind, von einer Rotalienzone zu sprechen.

Eines freilich müssen wir festhalten: Faunen, in denen große, wohlentwickelte Exemplare in Vergesellschaftung mit Echinodermenresten und *Elphidium crispum* (L.) auftreten, sind charakteristisch für echt marines Milieu des Seichtwassers in Sandfazies. Brackische Einflüsse sind in solchen nicht festzustellen. Die Ablagerungstiefe wird so gut wie in allen Fällen geringer als 50 m Wassertiefe anzusetzen sein. Solche Rotalienfaunen sind in allen Zonen der Badener Serie anzutreffen, auch in den erwähnten stratigraphisch sehr tiefen Schichten der basalen Zone, die der weitgehenden Transgression entsprechen und die im außeralpinen Becken besonders verbreitet sind. Hier sind Rotalienfaunen, in denen auch häufig das großwüchsige *Elphidium crispum* (L.) auftritt, Vertreter verschiedener Zonen der Badener Serie, eventuell auch ihrer basalen Zonen. Zu unterscheiden davon sind Faunen, wie sie erst durch die Bohrtätigkeit im Beckeninneren aufgeschlossen wurden (Bereich von Aderklaa etc.; siehe auch WESSELY 1961). In diesen liegt eine ärmliche und kleinwüchsige Fauna vor, mit kleinwüchsigen Rotalien, Elphidien und Milioliden — sehr auffallend auch im Gegensatz zu den großwüchsigen Faunen mit *Elphidium reginum* (d'ORB.) im untersten Sarmat. Diese Rotalienfaunen sind nicht, bzw. nicht nur auf Seichtwassermilieu zurückzuführen. Es wurde ursprünglich als Erklärung auch an Brackwasserverhältnisse gedacht — da ja die Kombination von Milioliden, Elphidien und *Rotalia*, zusammen mit dem Fehlen von echt marinen Formen, wie Echinodermen, an solche erinnert. Diese obertortonischen Schichten des südlichen Wiener Beckens lassen sich jedoch mit dem Ober-

torton von Matzen korrelieren, wo Rotalienfaunen, jedoch in Zusammenhang mit echt marinen Elementen (Mollusken, Lithothamnien) vorliegen. Die Ärmlichkeit und das Fehlen von Echinodermen bzw. reicher Molluskenfaunen läßt sich auch durch sonstige ungünstige Biotope erklären. Da sich in diesen Schichten auch Pyrit findet, ist an ein reduzierendes Milieu zu denken, d. h. ein wenig durchlüfteter Meeresboden.

Lokal konnten in diesem oberen Torton natürlich ausgesprochene Verbrackungserscheinungen beobachtet werden, dies jedoch mehr im nördlichen Wiener Becken.

Zusammenfassend ist festzustellen: Die typischen Foraminiferenfaunen der Badener Serie sind hochmarine Faunen relativ geringer Wassertiefe. Der Wechsel des Faunencharakters ist auf zunehmende Abschnürung vom Weltmeer zurückzuführen, wobei der entscheidende Schnitt zwischen unterer und oberer Lagenidenzone liegt.

Das Sarmat

Die Foraminiferenfauna des Sarmats ist eine teilweise zwar sehr individuenreiche, gegenüber der des Torton aber artenarme Brackwasserfauna. Wir dürfen annehmen, daß die untersarmatische Fauna mit ihren großwüchsigen Elphidien etwa einem Salzgehalt von ca. 2‰ entspricht, während bis zum Obersarmat eine Abnahme bis zu etwa 1,5‰ festzustellen ist. Das stimmt auch mit der Molluskenfauna überein (PAPP 1951). Seltene Nachzügler der sarmatischen Foraminiferenfauna wurden auch noch im Pannon beobachtet, nachdem schon in den obersten Sarmatschichten (Verarmungszone nach PAPP 1951) eine Reduktion der Zahl der Individuen zu beobachten war, vor allem aber auch Kleinwüchsigkeit und Dünnschaligkeit.

Die letzten Foraminiferennachzügler im Pannon dürften bei einem Salzgehalt von höchstens 1,2‰ existiert haben (TURNOVSKY 1958). Die Foraminiferenfauna des Sarmats erscheint weitgehend beherrscht durch Elphidien, neben denen im Obersarmat vor allem *Nonion granosum* eine bedeutende Rolle spielt, ja geradezu das Zonenfossil darstellt. Nichtsdestoweniger lassen sich zusammen mit ihm auch immer wieder Elphidien beobachten, die im wesentlichen *Elphidium rugosum* (d'ORB.) entsprechen. Im mittleren Sarmat findet sich eine schmale Zone mit *Elphidium hauerinum-antonium* (d'ORB.), während im Untersarmat *Elphidium reginum* (d'ORB.), *Elphidium aculeatum* (d'ORB.) und *Elphidium aff. crispum* (nach GRILL) hervortreten.

Auffällig an diesen untersarmatischen Foraminiferenfaunen ist die ausgeprägte Großwüchsigkeit und man wäre an sich geneigt, dies auf besonders günstige Lebensbedingungen zurückzuführen. Nach PHLEGER 1961

(p. 256) wird aber ungewöhnliches Größenwachstum bei Foraminiferen im Gegenteil auf ungünstige Lebensbedingungen zurückgeführt, unter denen das Tempo der Reproduktion stark herabgesetzt ist und daher die Individuen ein höheres Alter und damit auch bedeutendere Größe erreichen.

Gegen sehr ungünstige Lebensbedingungen im Untersarmat spricht allerdings der ausgeprägte Reichtum der Fauna, man könnte sich aber vorstellen, daß die nunmehr eingetretenen ökologischen Verhältnisse, nämlich ein Binnenmeer mit geringem Salzgehalt, ihren Einfluß ausübten. Vielleicht haben wir hierin auch einen Grund für das Auftreten der aberranten Art *Elphidium reginum* (d'ORB.) zu erblicken.

Ohne im einzelnen auf die Zonengliederung näher einzugehen bzw. die systematischen Fragen zu verfolgen (wahrscheinlich dürfte es sich um Formen handeln, die im weiteren Sinne aus der Gruppe des *Elphidium flexuosum* (d'ORB.) hervorgehen; eine Elphidiestudie ist in Vorbereitung), sei hier eine generelle Feststellung getroffen: Elphidien sind Formen des seichten Wassers (PHLEGER 1960). Massenvorkommen von Elphidien überhaupt sind im wesentlichen in Gebieten zu finden, deren Wasserbedeckung seichter als etwa 50 m ist.

Die Tatsache der allgemein verbreiteten reichen Elphidienvorkommen im sarmatischen Binnenmeer des Wiener Beckens läßt uns also den Schluß ziehen, daß dieses Binnenmeer sehr seicht war. Die sonstigen im Sarmat vorkommenden Formen, wie Milioliden und *Rotalia beccarii*, gelegentlich Peneropliden (*Spirolina*) widersprechen diesem Bilde nicht.

Daß in gewissen Gebieten — speziell des südlichen Wiener Beckens — das Untersarmat in einer durch *Cibicides lobatulus* (WALKER u. JACOB) gekennzeichneten Fazies auftritt, läßt sich hier zwanglos einfügen. *Cibicides lobatulus* ist eine Form, deren bevorzugter Aufenthalt wahrscheinlich Algenrasen sind, wobei die Schale auf den Pflanzen angeheftet ist. Hier dürfte es sich um sehr seichtes Wasser handeln und der Unterschied gegenüber den Elphidiengebieten dürfte eher in der Beschaffenheit des Untergrundes zu suchen sein. Die Elphidien lebten wahrscheinlich meist auf Sandboden, die Algen benötigten einen weniger beweglichen Untergrund.

Vielleicht haben wir es also in den Algenrasen mit *Cibicides lobatulus* eher mit jenen Gebieten des sarmatischen Binnenmeeres bzw. dessen Wiener Bucht zu tun, wo keine jähren Wasserbewegungen vorlagen, d. h. mit Gebieten, die aus verschiedenen Gründen, vielleicht topographisch bedingt, sowohl vor stärkerer Wellenbewegung als auch Strömungen geschützt waren. Das völlige Zurücktreten anderer Faunenelemente neben *Cibicides lobatulus* erlaubt uns auch vielleicht den Schluß, daß das eigentliche Benthos schwach entwickelt war, d. h. daß der Boden selbst relativ ungünstige Bedingungen bot, z. B. auch bezüglich Sauerstoff. Das Leben spielte sich

vor allem innerhalb des Algen- und Tangrasens ab, auf dem Boden war so gut wie nichts.

Die großen Elphidien des Untersarmats nämlich finden sich regelmäßig vergesellschaftet mit einer reichen Molluskenfauna, in der besonders Rissoen (*Mohrensternia div. sp.*) und Hydrobien häufig sind und nach denen diese Zone auch den Namen Rissoenschichten führt. In den Schichten mit *Cibicides lobatulus* aber treten die Mollusken stark zurück.

Wir hätten es also in den *Cibicides lobatulus*-Schichten mit einem ganz bestimmten Typ von Lebensraum zu tun, nämlich mit einem Algenrasen.

Zusammenfassend ist also festzustellen: Es handelt sich bei den Foraminiferen des Sarmats fast durchwegs um solche geringer Wassertiefe in wahrscheinlich relativ warmen Wasser, dessen Salzgehalt von Unter- zum Obersarmat von ca. 2‰ auf ca. 1,5‰ abnimmt.

Literaturverzeichnis

- Berger, W. — Flora und Klima im Jungtertiär des Wiener Beckens — Z. dtsh. Geol. Ges. J. 1953, Bd. 105/2, Hannover 1954.
- Buday, T. — Die Entwicklung des Neogens der tschechoslowakischen Karpaten — Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 52 (Verhandl. Comité du Neogene medit.), Wien 1960.
- Cicha, I. — Versuch einer Korrelation des Torton in den paratethyschen Becken — Geologické Prace, 22, Bratislava 1961.
- Grill, R. — a) Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den benachbarten Molasse-Anteilen — Öl & Kohle, 37/H. 31/Berlin 1941.
b) Mikropaläontologie und Stratigraphie in den tertiären Becken und in der Flyschzone von Österreich — Internat. Geologenkongreß, Report of the eighteenth session, Great Britain, 1948.
c) Über die Verbreitung des Badener Tegels im Wiener Becken — Verhandl. Geol. A. B. 1955/2, Wien.
- Kapounek, J. — Papp, A. — Turnovsky, K. Grundzüge der Gliederung von Oligozän und Alt-Miozän in Niederösterreich nördlich der Donau — Verhandl. Geol. B. A., Heft 2, Wien 1960.
- Marks, P. jr. — A revision of the smaller foraminifera from the Miocene of the Vienna Basin — Contr. Cushman Found. Foramin. Res. II, 1951.
- Papp, A. Fazies und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken — Mitt. Geol. Ges. Wien, 47, Wien 1954.
- Turnovsky, K. — Entwicklung der Uvigerinen im Vindobon (Helvet und Torton) des Wiener Beckens — Jahrb. Geol. B. A. 96, Wien 1953.
- Phleger, Fr. B. — Ecology and distribution of Recent Foraminifera, Baltimore 1960.
- Reiss, Z. — Klug, K. — Merling, P. — Recent Foraminifera from the Medit. and Red Sea Coasts of Israel — Geolog. Survey of Israel, Bullet. No. 32, Jerusalem 1961.
- Stradner, H. — Papp, A. — Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und ihre stratigraphische Bedeutung — Jahrb. Geol. B. A., Sonderband 7, Wien 1961.
- Tauber, E. — Die fossilen Terediniden der burgenländischen und niederösterreichischen Tertiärablagerungen — Wissenschaftl. Mitteilungen aus dem Burgenland, Heft 3, Eisenstadt.
- Thenius, E. — Geologie der österreichischen Bundesländer: Niederösterreich Verhandl. Geol. B. A., Wien 1962 (S. 91—92) mit ausführlichem Literaturverzeichnis über Tertiär des Wiener Beckens.

- Turnovsky K. — Foraminiferen im Pannon. Erdöl-Zeitschr. 74/12, Wien 1958.
- Tollmann, A. — Die Mikrofauna des Burdigals von Eggenburg — Sitz. Ber. österr. Akademie d. Wissensch., mathem.-naturwiss. Klasse I, 166, 165—213, Wien 1957.
- Vasicek, M. — Moravian Neogene Orbulineta and their stratigraphic significance — Vestník SGU 21, Praha 1946.
- Wessely, G. — Geologie der Hainburger Berge — Jahrb. Geol. B. A. 104, 273—349, Wien 1961.
- Weitere Literatur bei Phleger (Ökologie) und Thenius (Stratigraphie des Wiener Beckens).

Bei der Schriftleitung eingegangen am 8. Oktober 1962.