

**Statistische Untersuchung der Foraminiferen-Faunen
aus dem Profil Köveskál/W-Ungarn
(Fassan – tieferes Cordevol)**

**von
W. Resch**

2 Tab., 5 Taf.

Anschrift:

Dr. Werner Resch
Institut für Geologie und Paläontologie
der Universität Innsbruck
Universitätsstraße 4/II
A-6020 Innsbruck

| | | | |
|-------------------------------|---------|-----------|-----------------|
| Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. | 21. Bd. | S.513–538 | Innsbruck, 1972 |
|-------------------------------|---------|-----------|-----------------|

Inhalt:

| | |
|---|-----|
| 1. Zusammenfassung, Summary | 515 |
| 2. Einleitung und Problemstellung; Dank | 517 |
| 3. Kritische Bewertung der Probenaufschließung mittels Essigsäure | 518 |
| 4. Allgemeine Bemerkungen zu den untersuchten Foraminiferenfaunen | 520 |
| 5. Bemerkungen zu den Gattungsbestimmungen | 522 |
| 6. Häufigkeitsverteilung der Foraminiferen im Profil | 529 |
| 7. Überlegungen zur Palökologie | 530 |
| 8. Schlußwort | 535 |
| 9. Literatur | 536 |

1. Zusammenfassung

Aus 17 Proben einer ca. 30 m mächtigen, karbonatischen Trias-Schichtfolge (Fassan bis tieferes Cordevol) von Köveskál/W-Ungarn wurden die mittels Essigsäure herausgeätzten Foraminiferen statistisch bearbeitet. Einleitend wird die Anwendbarkeit dieser Aufbereitungsmethode von Karbonatgesteinen besprochen und ihr oft großer Wert hervorgehoben.

Kontrolluntersuchungen an Dünnschliffen zeigten, daß im bearbeiteten Profil die Foraminiferen nach ihrer endgültigen Einbettung durch die Gesteinsdiagenese kaum zerstört wurden und daß die herausgeätzten Faunen den in den Dünnschliffen nachweisbaren qualitativ und quantitativ weitgehend entsprechen. Nur die vor der Einbettung der Faunen ihre Zusammensetzung eventuell auch selektiv beeinflussenden Faktoren, wie die Tätigkeit von Sedimentfressern und Verfrachtung, entziehen sich in ihrer Bedeutung größtenteils einer Kontrolle.

Die generische Bestimmung der Foraminiferen war mit Problemen der morphologischen Gattungsdefinition und bei Berücksichtigung des Dünnschliffmaterials auch mit Fragen der Gehäusestruktur und des Baumaterials verbunden. Im unlöslichen Rückstand fanden sich 37 verschiedene, teils nur fraglich bestimmbare Foraminiferengattungen. Die Dünnschliffbearbeitung brachte noch weitere 4 Gattungen dazu. Interessante Probleme der Fossilidiagenese, wie der Verkieselung, werden mit Beispielen besprochen.

Die statistische Auswertung der Foraminiferen des unlöslichen Rückstandes ergab zwei klare Maxima, und zwar in jeweils dreifacher Hinsicht: 1) hinsichtlich der Individuenzahlen, 2) bezüglich der Anzahl der vorhandenen Gattungen, 3) im Prozentanteil systematisch höherstehender Formen. Die beiden Maxima entwickeln sich ganz allmählich aus den jeweils älteren Proben heraus, wobei das eine etwa ins mittlere Langobard, das andere ins tiefere Cordevol zu liegen kommt.

Die Zeitabschnitte, in die die Maxima der Foraminiferen-Häufigkeitskurve hineinfallen, werden als Zeiten relativ optimaler Lebensbedingungen für benthonische Foraminiferen im Sedimentationsraum gedeutet. Von den prinzipiell variablen, diskutierten Faktoren, die auf das Biotop der Foraminiferen Einfluß nehmen konnten, werden für das untersuchte Profil Änderungen der Wassertiefe als am wahrscheinlichsten angesehen. Für allmähliche Abnahme der Wassertiefe, wohl sicher durch Hebung des Meeresbodens gegen die Foraminiferen-Maxima hin, sprechen außer an anderen Mikrofossilien gewonnene Untersuchungsergebnisse auch mikrofazielle Befunde. Die Kurvenmaxima dürften ein relativ gut durchlichtetes und durch Wasserzirkulation gut durchlüftetes Biotop mit dementsprechend reichem Nahrungsangebot für die Foraminiferen anzeigen.

Summary

Statistical investigation of foraminiferal faunas of a rock section near Köveskál/W-Hungary (Fassanian – lower Cordevolian)

Acetic acid was used to obtain foraminifera from 17 rock samples of approx. 30 metres thick carbonate Triassic strata (Fassanian to lower Cordevolian). The foraminifera were then subjected to statistical investigation. In the introduction the practical usefulness of this method of treating samples of carbonate rocks is discussed and its importance for many cases stressed.

Checks carried out on the thin sections showed that the foraminifera in the profile investigated were hardly destroyed by the diagenesis of the rocks studied after their definite embedding and that the fauna obtained largely corresponded both in quantity and in quality to those detected in the thin sections. The significance of some factors was largely beyond investigation, but only those factors that influenced the composition and possibly selection of the fauna before embedding, such as the activity of the mud-ingesting animals and transport.

The generic determination of the foraminifera was connected with problems of definition of morphological genera and with regard to the thin sections with questions of the structure of the walls of the foraminiferal tests as well. In the insoluble residues 37 different genera of foraminifera were detected, some of which defied accurate determination. The examination of the thin sections added another 4 genera. Some interesting problems of diagenesis during fossilisation, such as silicification, are discussed and illustrated with examples.

The statistical evaluation of the foraminifera of the insoluble residues revealed two clear maxima, each seen from three points of view: 1) with regard to the number of specimens, 2) concerning the number of the determined genera, and 3) in the percentage of systematically superior forms. The two maxima emerge gradually from the older samples in each case, with one situated in the middle Langobardian and the other in the lower Cordevolian.

The time points indicating the maxima of the foraminifera frequency curve are interpreted as periods of relatively optimal living conditions for benthonic foraminifera in the area of sedimentation. Of the in principle variable factors discussed that might influence the biotope of the foraminifera, changes in the depth of the water were considered the likliest for the profile investigated. Not only the results of investigations carried out on other microfossils but also microfacial findings suggest a connection between the gradual reduction in the depth of the water, almost certainly as a result of lifting of the sea-floor, and the foraminifera maxima. It is presumed that the maxima of the curves indicate a biotope that is relatively well lit and well aired by the circulation of the water and that correspondingly offers an abundance of food for the foraminifera.

2. Einleitung und Problemstellung; Dank

In der vorliegenden Arbeit wird über statistische Untersuchungen an Foraminiferenfaunen aus einem Trias-Profil, umfassend den Zeitabschnitt Fassin—Langobard—tieferes Cordevol, von Köveskál im Balaton-Hochland/W-Ungarn berichtet. Die Foraminiferen stammen aus 17 Proben einer ca. 30 m mächtigen, vorwiegend karbonatisch entwickelten Schichtfolge, die nur in tieferen Teilen mehrere tuffitische Lagen (Pietra verde) eingeschaltet hat. Die Foraminiferen wurden mittels Essigsäure aus dem Gestein herausgeätzt.

Das gesamte der Arbeit zugrunde liegende Material wurde mir dankenswerterweise von Herrn Univ.-Doz. Dr. H. MOSTLER, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck, zur Bearbeitung überlassen. Außer meinem Dank für dieses großzügige Entgegenkommen möchte ich an den Anfang meiner Ausführungen einen Hinweis auf die Arbeit von H. KOZUR & H. MOSTLER, 1971, „Holothurien-Sklerite und Conodonten aus der Mittel- und Obertrias von Köveskál (Balaton-Hochland, Ungarn)“ stellen. In dieser Arbeit können genauere Angaben über die Lage des Profils, die Mikrofazies, die Fossilführung und die zeitliche Einstufung sowie über die mutmaßlichen Ablagerungsbedingungen nachgelesen werden. Um im folgenden Wiederholungen zu vermeiden, werden die bereits publizierten Daten nur so weit als notwendig erwähnt bzw. auch dann, wenn sich aus der Bearbeitung der Foraminiferen ergänzende Gesichtspunkte dazu ergaben. Die obzitierte Arbeit von KOZUR & MOSTLER wurde vom „Fonds der wissenschaftlichen Forschung in Österreich“ unterstützt und es sei hier dankbar vermerkt, daß diese Unterstützung damit auch meinen Untersuchungen indirekt zugute kam.

Ziel der statistischen Bearbeitung der Foraminiferen war es vorerst weniger, einen biostratigraphischen Beitrag zu liefern, sondern vielmehr zur Beantwortung palökologischer Fragestellungen beizutragen, ein Problemkreis, der auch von H. MOSTLER mit dem Wunsch um eine Stellungnahme dazu als vorrangig an mich herangetragen wurde.

Außer für die Beistellung des Untersuchungsmaterials danke ich Herrn Doz. Dr. H. MOSTLER auch für das Interesse am Fortgang der Arbeit, für die vielseitigen Möglichkeiten zur Diskussion und nicht zuletzt für seine Anregung zur Publikation der Untersuchungsergebnisse. Dazu wurde mir von ihm dankenswerterweise auch die Originalzeichnung des Säulenprofils zur Verfügung gestellt.

Herrn Univ.-Prof. Dr. P. BRÖNNIMANN/Genf danke ich für die Diskussionsmöglichkeit gelegentlich des Symposiums im März 1972 in Innsbruck und für seinen Rat zu einigen taxonomischen Problemen. Mein größter Dank gebührt ihm aber dafür, daß er mir eine Gelegenheit vermittelt hat, an der Universität Bern die hier wiedergegebenen Scanningphotos anfertigen lassen zu können. Den dort damit befaßten Herren gilt ebenfalls mein Dank.

Herrn R. BAENSCH/Optische Werke Ernst Leitz GmbH Wetzlar gilt mein Dank für die Anfertigung der beiden Dünnschliff-Aufnahmen. Herrn Dr. R. BRANDNER, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck, danke ich für die kritische Stellungnahme zu den Kalkalgen-Bestimmungen und Herrn Dr. B. HAUSER/Muséum d'Histoire Naturelle, Genf, bin ich für Literaturhinweise verpflichtet.

Das freundliche Entgegenkommen von Schriftleitung und Herausgebern der vorliegenden Zeitschrift ermöglichte mir dankenswerterweise bis zuletzt Ergänzungen im Text und die Verwertung auch neuerer Literatur. Die vorliegende Arbeit ist daher eine erweiterte Fassung des beim Symposium gehaltenen Vortrages zum gleichen Thema; letzte Nachträge: Oktober 1972.

3. Kritische Bewertung der Probenaufschließung mittels Essigsäure

Über die Methode des AuflöSENS von Karbonatgesteinen mittels Essigsäure zur Gewinnung von Mikrofossilien machte vor allem H. MOSTLER 1968 (S. 5–6) nähere Angaben. Die Methode selbst soll hier nicht neuerlich beschrieben werden; diesbezüglich sei auf die Veröffentlichung von H. MOSTLER verwiesen. Die große Zahl der in den letzten Jahren publizierten mikropaläontologischen Arbeiten über Conodonten und vor allem über Echinodermenreste und Ostrakoden ist in vielen Fällen ein Beweis für den Wert dieser Aufschließungsmethode. Im folgenden soll ihre Anwendbarkeit zur Gewinnung von Foraminiferen aus karbonatischen Gesteinen kurz hervorgehoben werden. Zumindest im bearbeiteten Beispiel hat es sich gezeigt, daß der Informationswert der mit dieser Aufbereitungsmethode erhaltenen Foraminiferenfaunen dem bei etwa gleichem Aufwand mittels Dünnschliffen allein gewinnbaren Datenmaterial weit überlegen ist.

Es sei aber schon gleich einleitend darauf hingewiesen, daß auf eine zusätzliche Untersuchung der Gesteinsproben in Dünnschliffen nicht verzichtet werden darf, weil die Essigsäure doch selektiv angreift und gewisse Foraminiferen auflösen kann und schließlich, weil eine mikrofazielle Ergänzung von mikropaläontologischen Arbeiten immer angestrebt werden soll.

Geeignet für das Aufschließen mittels Essigsäure zur Gewinnung von Foraminiferen sind besonders leicht kieselig verunreinigte bis hornsteinführende und/oder schwach dolomitische, sonst aber möglichst reine Kalke. Die Karbonatgesteine sollen jedenfalls möglichst wenig tonig verunreinigt sein und bei einem Tongehalt über ca. 10 % ist das Ergebnis auch bei im Dünnschliff feststellbarer reicher Foraminiferenführung meist völlig negativ. Beispiele dafür sind die grauen, vorwiegend neritischen, gut gebankten Kalke bis Dolomite des Rhät und Lias im westlichen Etschbuchtgebirge, die massenhaft Sandschaler, Milioliden und unter den perforaten Kalkschalern Involutinen führen können (vergl. P. TSAMANTOURIDIS 1971). Das gleiche gilt für gewisse Typen anisischer und norisch-rhätischer Kalke bis Dolomite der Nördlichen Kalkalpen (z. B. der norische Plattenkalk von Vorarlberg und Tirol; vergl. K. CZURDA & L. NICKLAS 1970: 193) und der Südtiroler Dolomiten, Gesteine, die fallweise sehr reich an verschiedenen Ammodisciden sind. Ebenso negative Ergebnisse erbrachten im Dünnschliff nachweisbar Foraminiferen führende Gesteine der ladinischen Lagunenfazies (z. B. gebankter Wettersteinkalk). Aus Karbonaten, deren Komponenten umkrustet sind („coated grains“ bis Onkoide), können die kalkigen Mikrofossilien, also auch die meisten Foraminiferen, mit den bisherigen Methoden noch nicht herausgeätzt werden. Auf diese Tatsache hat bereits H. MOSTLER (1968: 5) hingewiesen und eigene Versuche, z. B. an den Onkolithen („Sphaerocodien-Kalke“) der Raibler-Schichten verliefen dementsprechend negativ. Aus

verhältnismäßig sehr reinen Karbonatgesteinen und seltener auch aus etwas stärker tonig verunreinigten Kalken können aber fallweise wenigstens die sandschaligen Foraminiferen gewonnen werden, wenn das Bindemittel der agglutinierten Gehäuse nicht rein karbonatisch, sondern mehr (und fallweise erst sekundär?) kieselig ist.

Ursprünglich kalkschalige Foraminiferen werden in der Regel also nur dann von der Säure nicht oder kaum angegriffen, d. h. durch Weglösen des Gesteins gewonnen, wenn sie gegenüber diesem diagenetisch, also sekundär etwas stärker verkieselt oder dolomitisiert sind. Dies ist am ehesten in den oben als zum Aufschließen mittels Essigsäure geeignet bezeichneten Gesteinen der Fall.

Aus einigen Kalken (in der Trias z. B. die Hallstätter Kalke und Kalke ähnlicher Faziesentwicklung – mündliche Mitteilung H. MOSTLER) kann man mittels Essigsäure auch sehr gut erhaltene Steinkerne kalkschaliger Mikrofossilien gewinnen, wenn diese Steinkerne stärker tonhändig sind oder bereits in Glaukonit bzw. Vorstufen von Glaukonit umgewandelt wurden. Ebenso begünstigt eine Umwandlung der Steinkerne in Calciumphosphat oder eine stärkere Dolomitisierung als der Gehäuse selbst, bei Säurebehandlung die Erhaltung der Steinkerne im unlöslichen Rückstand. Auch aus den hier besonders interessierenden Proben von Köveskál liegen einige Foraminiferen ebenfalls nur als Steinkerne vor, und zwar, wie bei Trias-Proben überhaupt häufig zu beobachten, hauptsächlich von den Gattungen *Pseudonodosaria*, *Fronicularia* und *Lingulina* sowie diesfalls auch alle als „höhere“ Rotaliina bezeichnete Formen. Bei den uniserialen Lageniden sind oft die Kammern des Anfangsteiles noch vollkörperlich, die paar zuletzt gebildeten Kammern nur in Steinkernerhaltung nach der Säurebehandlung im unlöslichen Rückstand zu finden. Natürlich sind die Steinkerne meist im besten Fall nur gattungsmäßig bestimmbar.

Pyritisierung von kalkigen Mikrofossilien bzw. von deren Steinkernen als ein das Herausätzen aus dem Gestein begünstigender Erhaltungszustand spielt keine so große Rolle. Dafür können aber pyritisierte und stärker glaukonitische Mikrofossilien mittels Magnetscheider zeitsparend aus dem Schlämmrückstand herausortiert werden. Entsprechende positive Ergebnisse wurden besonders mit Karbonatgesteinen der nordalpinen Raibler-Schichten erzielt.

Die nach Säurebehandlung der Proben aus dem unlöslichen Rückstand gewonnenen Foraminiferen, darunter besonders die Sandschaler, sind in der Regel leichter zu bestimmen, als die durch Schlämmen aus mergeligen bis mergelig-tonigen Sedimenten erhaltenen Exemplare, weil sie besser „gereinigt“, d. h. von anhaftenden Sedimentpartikeln völlig befreit sind. Die aus tonigen Sedimenten nach rein mechanisch wirksamer Aufbereitung ausgeschlammten Foraminiferen bereiten wegen den in Reliefvertiefungen (Suturen, Nabel, Apertur usw.) noch haftenden Sedimentresten oft ziemliche Schwierigkeiten beim Bestimmen. Auf Grund der durchschnittlich besseren Erhaltung ist die Bearbeitung einer durch Säurebehandlung gewonnenen Probe oft weniger zeitraubend und eine Betrachtung einer auch sehr formenreichen Gesamtfaua in einer Zelle schon auf den ersten Blick informativer.

Schließlich sei auch erwähnt, daß die Aufbereitung von Karbonatgesteinen mittels Essigsäure außer den gesuchten Foraminiferen noch andere Mikrofossilien liefern kann, die in Dünnschliffen überhaupt schwer nachweisbar sind (z. B. Holothurien-Sklerite, Echinidenpedicellarien, Ophiurenstacheln, Conodoten) oder bei Beobachtung jedenfalls

kaum einer Artbestimmung zugänglich sind (z. B. Radiolaren, Roveacriniden).

Ein genereller Nachteil der Säure-Aufbereitungsmethode ist der, daß keine so klar begrenzten Homogenitätsbereiche der Gesteinsproben erfaßt und dadurch bezüglich ihrer Mikrofossilführung kontrolliert werden können, wie in Dünnschliffen. Von nur teilweise verkieselten oder dolomitisierten Foraminiferen findet man im ungelösten Probenrückstand auch nur diese Teile. Leider geht bei manchen durch Säurebehandlung gewonnenen Foraminiferen, besonders bei Lageniden, auch die für eine spezifische Bestimmung nötige feine Skulpturierung offenbar etwas verloren.

Bezüglich der Trias kann vielleicht die bisher gemachte Erfahrung mit einigen Vorbehalten verallgemeinert werden, daß folgende Foraminiferen bzw. Foraminiferengruppen durch Säurebehandlung auch aus sonst ergiebigen Proben kaum gewonnen werden können: Gewisse massenhaft vorkommende Ammodisciden (z. B. großwüchsige Glomospiren und Glomospirellen, verbreitet vorwiegend ab dem Anis), dann die meisten Milioliden (z. B. auch die Meandrosiren des Skyth und Anis) und in der Obertrias die als Leitfossilien wichtigen Involutinen. Die Ursache jedenfalls, daß die Milioliden sich kaum heraussetzen lassen, dürfte darin liegen, daß deren Gehäuse aufgrund der dichten, imperforaten Struktur wenig geeignet ist, diagenetisch Magnesiumkarbonat oder Kieselsäure gegen Calciumkarbonat auszutauschen bzw. aufzunehmen.

Da aber gerade die genannten Foraminiferengruppen in den erwähnten Abschnitten der Trias gute Leitfossilien stellen, ist eine vorherige Überprüfung der einer Säureaufschließung zugeführten Gesteine in Dünnschliffen völlig unerlässlich.

Wie weit die also doch etwas selektive Wirkungsweise der Aufschließung mittels Essigsäure im vorliegenden Trias-Profil von Köveskál eine Rolle spielte und durch Dünnschliffüberprüfung einer Korrektur unterzogen werden mußte, soll erst im folgenden Kapitel erwähnt werden.

4. Allgemeine Bemerkungen zu den untersuchten Foraminiferenfaunen

Die Gesteinsproben waren nach im Gelände erfaßbaren, lithologischen und mikro-faziellen Gesichtspunkten aufgesammelt worden. Auch das Aufschließen der Proben im Labor und das Auslesen der Foraminiferen aus dem unlöslichen Rückstand wurde von anderer Seite vorgenommen, z. T. und besonders die Auslesearbeit von H. MOSTLER selbst, ansonsten von verlässlichen Hilfskräften.

Es wurden von jeder Probe 200–500 g, durchschnittlich aber etwa 300 g aufgelöst. Jede Probe wurde wiederholt in Säure angesetzt, was die prinzipielle Fehlermöglichkeit des Ausgehens von einer eventuell einmal ungünstigeren Säurekonzentration für das ganze Material einer Probe stark herabsetzt. Den statistischen Untersuchungen dieser Arbeit liegen im wesentlichen auch nur diese mittels Essigsäure aus den Proben herausgeätzten Foraminiferen zugrunde, die jeweils restlos ausgelesen wurden. Von Probe x 17 lag mir kein Material vor.

Von jeder Probe, mit Ausnahme von Probe x 16, war aber auch mindestens ein Dünnschliff vorhanden. Für die Beistellung dieser Schriffe zum Studium danke ich Herrn Doz. Dr. H. MOSTLER herzlich. Die Dünnschliffe wurden einmal daraufhin durchgesehen

Verteilung der verschiedenen Foraminiferengattungen (mit Individuenzahlen) auf die Proben des Profils Köveskői
(Nach Auswertung des in Essigsäure unlöslichen Rückstandes)

| Probe | ? Dendrophya | ? Psammosphaera | ? Saccodendron | ? Sagenina | ex subfam. Diffusulininae; gen.indet. | ? Thuramminoides | Ammodiscus | ? Baissunella | Glomospira | Glomospirella | Tolypamina | Ammodiscella | Ammolagena | Lituotuba | ? Serpulopsis | Reophax | Haplophragmoides | Ammobaculites | ex subfam. Placopsiliminae; gen.indet. | Textularia | Trochammina | Verneulinoides | Nodosaria | Astacolus | ? Citharina | Dentalina | Fronicularia | Lenticulina | Palmula | Pseudonodosaria | Vaginulina | Vaginulinopsis | Lingulina | ? Eoguttulina | ? Tristix | Oolina | höh.Rotalina (?) | Individuenzahl pro Probe | | |
|-------------------------------|--------------|-----------------|----------------|------------|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|-----------|---------------|----------|------------------|---------------|--|------------|-------------|----------------|-----------|-----------|-------------|-----------|--------------|-------------|---------|-----------------|-------------|----------------|-----------|---------------|-----------|--------|------------------|--------------------------|------------|-----|
| x1 | | | 1 | 2 | 2 | 1 | ~ 20 | | 12 | ~102 | 4 | 16 | | 1 | 2 | 2 | | 1 iuv. | 1 | | | 8 | | | | 6 | | 5 | | 32 | 1 | | 4 | | | | | 9 1? | 234 | |
| x2 | | 1 | | | 1 | | 2? | | ~7 | ~18 | 4 | 7 | | | | | | | | | 1 | | | | | 11 | | 6 | | 58 | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | 121 | |
| x3 | | | | | | | ~ 6 | | ~20 | ~61 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 89 | |
| x4 | | | | | | | ~ 27 | | 1 | ~8 | 1 | 16 | | | | | | | | | 4? | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | 60 | |
| x5 | | 2 | | | | | 2 | | 7 | 17 | | | | 1 2? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 31 | |
| x6 | 3 | 1 | | | | | 3 1? | | 1 | 3 | | 6 | | ~5 | | | | | | | | | | | | | 9 | | | 23 | 4 (?) | | 1? | | | | 1 | | 61 | |
| x7 | | | | | | | ~ 15 iuv. | | | ~6 iuv. | | 20 | | 3? | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | | | | | | | | 49 | |
| x7/8 | | | | | | | ~ 15 | | | ~ 4 | | 23 | 1 | 17 | | | | | | | | | | | | 2 | | 28 | 7 | 7 | 1 | 125 | 7 | 1 | | | 2 | 1 | 11 | 252 |
| x8 | | 6 | | | | | ~ 18 | | ~ 5 | ~ 8 | ~ 5 | ~52 | | ~5 | | 30 | | 23 | | 3 | 6 | | 1 | | | | 2 | 2 | 2 | | 30 | | | | | 2 | | | 200 | |
| x9 | | 1 | | | | | 20 | 1 | | 5 | 8 | 37 1? | | 3 1? | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | 79 | |
| x10 | | | | | | | 1 1? | | | 1 | 5 | 7 | | 2 | | 5 | | | | 1 | | | | | 1 | 5 | 1 | 2 | | 13 | | | | | | | | 1 | 46 | |
| x11 | | | | | | | 2? | | 1 | 1 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 4 | | 4 | 1 | | | | | | | | 19 | |
| x12 | | | | | | | ~ 7 | | | ~2 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 1? | | | 10 | | | | | 1 | | | | | | 23 |
| x13 | | | | | | | 8 | | | 2 | | 4 | | | | | | | | | | | | | | 3 1? | | | 6 | | 1 | | | | | | | 3 | 28 | |
| x14 | | | | | | | | | 1 | | 1 | 6 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 9 | |
| x15 | | | | | | | 3 | | | 1 1? | | 8 | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | 16 | |
| x16 | | | | | | | 3 | | | 1 | 1 | 4 | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 11 | |
| Individuen pro Gattung | 3 | 11 | 1 | 2 | 3 | 1 | 148 6? | 1 | 55 | 240 1? | 29 | 214 1? | 1 | 34 6? | 2 | 37 | 1 | 24 | 1 | 4 | 8 4? | 11 | 1 | 4 | 1 | 70 2? | 10 | 26 | 1 | 308 | 10 4 (?) | 3 | 5 1? | 1 | 4 | 2 | 25 1? | | 1328 | |
| ca.Arten pro Gattung (maxim.) | 1 | 2 (3) | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 (4) | 1 (2) | 2 | 1 | 1 (2) | 1 | 2 (3) | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 (2) | 1 | 1 (2) | 1 | 4 (5) | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 (3) | 1 (2) | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 58 (68) | |

Tabelle 1

- a) ob die herausgeätzten Foraminiferenfaunen durch die im Schliff beobachtbaren Foraminiferen einer wesentlichen Ergänzung bedürfen;
- b) um mikrofazielle Hinweise und Kontrollmöglichkeiten für die Deutung der Foraminiferenhäufigkeit zu bekommen.

Zu Punkt a) kann schon vorweg festgestellt werden, daß für das bearbeitete Profil die Dünnschliffauswertung gegenüber den herausgeätzten Faunen nur relativ wenig ergänzende Daten beisteuerte. In Tabelle 2 ist zu Vergleichszwecken in den drei rechten Spalten die Gesamtzahl der in einer Schlifffläche von ca. 12 cm² (wo mehr als 1 Schliff pro Probe vorhanden war, wurde diese Zahl auf 12 cm² umgerechnet) beobachtbaren und der davon gattungsmäßig bestimmbareren Foraminiferen-Exemplare eingetragen. Die Zahl der pro Probe insgesamt im Dünnschliff festgestellten Foraminiferengattungen bezieht sich auf das ganze Schliffmaterial der jeweiligen Probe (maximal 27 cm² – bei Probe x 15). Aus der Gegenüberstellung der durch Dünnschliffauswertung gewonnenen Ergebnisse mit den Ergebnissen, die durch Auswertung des unlöslichen Rückstandes gewonnen wurden, geht für das bearbeitete Profil die große Überlegenheit letzterer Methode gegenüber der üblichen Dünnschliffuntersuchung eindeutig hervor.

Da, soweit im Dünnschliff überprüfbar, die herausgeätzten Foraminiferenfaunen tatsächlich den im Gestein fossil überlieferten qualitativ und quantitativ weitgehend entsprechen, sind noch Überlegungen anzustellen, wieweit die im Gestein erhaltenen Faunen als Thanatozöosen die ursprüngliche Lebensgemeinschaft widerspiegeln und ob sie auch allochthone Komponenten enthalten.

Die teilweise sehr intensive Bioturbation (Wühlgefüge; siehe auch das Profil auf Taf. 1 und Taf. 2, Abb. 1), die hier soweit geht, daß KOZUR & MOSTLER (1971: 5) sogar bankweise völlige Entschichtung annehmen, rührt z. T. wohl auch von Sedimentfressern her. Außerdem gehören zu diesen sicher auch die meisten der durch ihre Sklerite überlieferten, offenbar sehr häufigen Holothurien und teilweise evtl. die spärlicher nachweisbaren Echiniden (KOZUR & MOSTLER 1971: Tab. 2). Durch die Tätigkeit dieser und der nur durch ihre Lebensspuren allein nachweisbaren Organismen wurden ziemlich sicher auch manche Foraminiferengehäuse (gedacht wird dabei in erster Linie an zartschalige Textulariina) völlig zerstört, also ausgemerzt. Die Möglichkeit der völligen Zerstörung von bestimmten Foraminiferengehäusen durch die Tätigkeit von Sedimentwühlern konnte von C. H. v. DANIELS (1970: 57–58) auch durch aktualistische Untersuchungen (Limski kanal/Jugoslawien) nachgewiesen werden.

Der Einfluß von Umlagerung und Sedimentverfrachtung ist eine in ihrer Bedeutung für die überlieferten Foraminiferenfaunen qualitativ und quantitativ ebenfalls wichtige und vielleicht sogar noch schwerer zu beurteilende Komponente. KOZUR & MOSTLER (1971: 11) konnten z. B. gerade bezüglich der Zusammensetzung der Ophiurenreste eine durch Sedimenttransport bedingte Auslese sehr wahrscheinlich machen. Auch die Resedimente (Plastiklasts nach KOZUR & MOSTLER; ϕ bis ca. 0,5 cm) sprechen für zumindest zeitweise vorhandene Wasserströmung, die jedenfalls leicht imstande war, auch Foraminiferengehäuse zu verfrachten, also sowohl wegzutransportieren, wie auch aus einem eventuell anderen Biotop heranzutragen. Jedenfalls sei hier ausdrücklich auf die diskutierten, den Wert einer statistischen Faunenanalyse sicher etwas mindernden Tatsachen hingewiesen.

Die geschilderten Vorgänge der Bioturbation und Wiederaufarbeitung der Sedimente mit Resedimentation dürften auch die Ursache dafür sein, daß manche Biogene, besonders die Filamente (z. T. von Ammonitengehäusen herrührend) und teilweise die Ostrakoden, Echinodermenreste usw. als Bioklaste vorliegen, also noch vor der endgültigen Einbettung mechanisch mehr oder weniger zerbrochen sind. Unter den Bioklasten finden sich auch zerbrochene Foraminiferen, in einem Fall (Schliff x 11) sogar ein sehr dickwandiges, also robustes Exemplar von *Pseudonodosaria*.

Wie die Überprüfung der Dünnschliffe und die gute Erhaltung fast aller aus dem unlöslichen Rückstand gewonnenen Foraminiferen zeigt, ist nach deren endgültiger Einbettung im Sediment durch die Vorgänge der Diagenese kaum mehr ein die Foraminiferengehäuse generell oder selektiv zerstörender Einfluß wirksam gewesen. Diese Feststellung trifft zumindest bezüglich der Foraminiferen ziemlich sicher auch für den tieferen Profilabschnitt (Probe x 15 und x 16; von x 17 lag mir kein Rückstand vor) zu, für den KOZUR & MOSTLER (1971: 5) stärkere Verkieselung bis Hornsteinbildung und Dolomitisierung angeben. Auf die generelle Armut dieses Profilabschnittes an Resten benthonischer Mikroorganismen wird im Kapitel über die Ökologie nochmals eingegangen.

5. Bemerkungen zu den Gattungsbestimmungen

In Fragen von Gattungsdiagnosen und in der Systematik, auch was die Zusammenfassung von Gattungen zu Gruppen höheren systematischen Ranges betrifft (siehe Tab. 2), wurde nach A. R. LOEBLICH & H. TAPPAN (1964) vorgegangen.

Aus der Tabelle 1 sind die in jeder Probe nachgewiesenen Foraminiferengattungen mit den jeweiligen Individuenzahlen ersichtlich. Insgesamt lagen demnach aus den unlöslichen Probenrückständen 1328 Foraminiferen vor, die sich auf mindestens 37 Gattungen verteilen. Es wurde für alle Exemplare eine möglichst verlässliche Gattungsbestimmung angestrebt, um für die statistische Auswertung wenigstens vom einmal gegebenen Material her exakte Unterlagen zu erhalten. Ansonsten käme bei der statistischen Auswertung leicht eine Auslese bezüglich des Erhaltungszustandes ins Spiel, dadurch daß z. B. besonders zartschalige oder aus anderen Gründen leicht zerbrechliche und daher häufiger beschädigt vorliegende Formen unberücksichtigt blieben. Durch die möglichst genauen, wenn auch fallweise zeitraubenden Bestimmungen wurde verhindert, daß ganze Gattungen evtl. nicht gezählt werden, was dann leicht passiert, wenn die Zartschaligkeit oder sonstige leichte Zerbrechlichkeit der ganzen Gattung eigen ist oder gerade den eine Gattung vertretenden Arten bzw. oft auch juvenilen Exemplaren überhaupt.

Besonders die nur als fraglich bestimmbar Gattungen bedürfen im folgenden noch allgemeiner Erläuterungen. Wie Tab. 1 zeigt, handelt es sich bei diesen hauptsächlich um im System tiefstehende, phylogenetisch primitivere und sehr oft merkmalarne Vertreter der Textulariina. Die als fraglich bestimmten Gattungen sind außerdem meistens mit jeweils nur sehr wenig Individuen vertreten, was einen exakten Gattungsnachweis eher erschwert, auch weil diese selteneren Exemplare bei der Untersuchung besser nicht zerstört oder aufgebrochen werden sollten. Einige schlechter erhaltene,

individuenarme Gattungen ließen auch darum eher noch eine mehr fragliche Bestimmung als geraten erscheinen, weil sie bisher nur aus viel jüngeren Schichten, ja sogar nur rezent bekannt sind.

Die Zahl von 37 aufgeführten Gattungen bleibt trotz der fraglichen Bestimmungen als Minimum sicher bestehen, denn — um ein Beispiel herauszugreifen — wenn auch etwa *Psammosphaera* als fraglich bestimmt wurde, sind darunter jedenfalls Formen, die sich unter keine der übrigen angeführten Gattungen einordnen lassen, auch wenn bei einigen Exemplaren noch statt an *Psammosphaera* evtl. als sehr fraglich an *Thuramina* bzw. *Saccamina* gedacht werden könnte. Diesfalls wurde einfach die als am wahrscheinlichsten betrachtete Zugehörigkeit zu *Psammosphaera* angeführt. Die Gesamtzahl der aus dem unlöslichen Probenrückstand ausgelesenen Foraminiferengattungen dürfte also eher wohl noch größer als 37 sein, abgesehen davon, daß die Dünnschliffuntersuchung noch 4 weitere, unter den herausgeätzten Exemplaren nicht nachgewiesene Gattungen ergab.

Artbestimmungen sind meist noch ausständig und sollen einer getrennten taxonomischen Bearbeitung des Materials vorbehalten bleiben. Teilweise bedarf diese auch variationsstatistischer Methoden, für die bei einigen Gattungen das vorliegende Material von Köveskál allein nicht ausreicht. In Tab. 1 (unterste Zeile) wurde aber versucht, die auf Grund der bisherigen Untersuchungsergebnisse vermutete Anzahl von Arten pro Gattung darzustellen. Es dürfte demnach allein schon in dem Material, das aus dem unlöslichen Probenrückstand ausgelesen wurde, also ohne die Dünnschliffe, mit mindestens 58 Arten, maximal sogar mit über 60 Arten gerechnet werden. Es zeigt sich jedenfalls schon jetzt, daß hohe Individuenzahlen einer Gattung nicht immer auch relativ große Artenzahl für diese Gattung bedingen, wofür als Beispiele die Gattungen *Glomospirella* und *Pseudonodosaria* angeführt sein sollen.

Zu den auf Taf. 3–5 abgebildeten Formen soll allgemein erwähnt werden, daß sie trotz dem weitgehenden Fehlen von Artbenennungen u. a. wiedergegeben wurden, um den meist sehr guten Erhaltungszustand der aus dem unlöslichen Probenrückstand gewonnenen Foraminiferen („Säureleichen“) zu zeigen. Eine Abbildung der häufigeren Vertreter der Fauna schien auch darum wünschenswert, weil bei späterer taxonomischer Bearbeitung die einzelnen systematischen Gruppen evtl. getrennt abgehandelt und publiziert werden sollen und daher keine Gelegenheit mehr bestünde, einen bebilderten Überblick über die wichtigsten Formen der Gesamtfaua zu geben.

Im folgenden sollen noch einige Angaben zu den interessanteren Foraminiferengattungen und zu den bei deren Bestimmung aufgetretenen Problemen gemacht werden:

Von ?*Dendrophrya* (Probe x 6) sind zwei mehr proximale Röhrenteile mit der wenig verbreiterten basalen Anwachsstelle und ein verzweigtes, etwas gröber agglutiniertes Bruchstück vorhanden. Diese Gattung ist nach LOEBLICH & TAPPAN (1964) erst seit dem Pleistozän nachgewiesen. Daß sie aber älter sein kann, zeigt ihr primitiver Bau und weiteres die Tatsache, daß *Dendrophrya* auch rezent offenbar selten im Sediment eingebettet gefunden wird.

So fehlt diese auch im Werk „Fauna und Flora der Adria“, 2. Aufl., von R. RIEDL (1970: 111) abgebildete und ausdrücklich als häufig bezeichnete Gattung in der umfangreichen Foraminiferenliste von C. H. v. DANIELS (1970: 20) aus dem Linski

kanal von Istrien. Sie ist dort an schattigen Stellen auf Tangen aber nicht allzu selten. Davon konnte ich mich an Hand von Probenmaterial überzeugen, das ich anlässlich einer von Univ.-Prof. Dr. H. JANETSCHKEK geführten Exkursion aufsamelte.

Für ?*Psammospaera* wurde in diesem Kapitel schon die Problematik der Bestimmung erwähnt. Jedenfalls können aber abgebrochene Einzelkammern von *Hormosira* gerade bei Berücksichtigung der neuesten Bearbeitung dieser Gattung durch J. HOFKER, Sen. (1972: 59) ziemlich sicher ausgeschlossen werden.

Von ?*Saccodendron* (Probe x 1) liegt der aufgeblähte basale Teil mit den Ansätzen mehrerer abgebrochener Röhren vor; nach LOEBLICH & TAPPAN (1964: 205) bisher nur rezente bekannt.

Als „ex subfam. Diffusulininae; gen. indet.“ wurden Formen bezeichnet, von denen das Exemplar aus Probe x 2 mit der von E. KRISTAN-TOLLMANN (1972) neu aufgestellten Gattung *Diplosphaerella*, evtl. mit *D. radiata* KRISTAN-TOLLMANN, zumindest eng verwandt ist; die diesbezügliche Publikation kam erst nach der Drucklegung der Tabellen dieser Arbeit dank des Entgegenkommens von Herrn Doz. MOSTLER zu meiner Kenntnis. Bei dem betreffenden Exemplar handelte es sich um ein beschädigtes, aber offenbar linsenförmiges und auf einer Flachseite leicht eingedelltes, einkammeriges Gehäuse. Im Innern sah man röhrenartige Streben, die das Lumen (eine Zentralkapsel war nicht mehr vorhanden) gegen die konvexe Außenwand hin radial orientiert durchzogen. Leider ging dieses Exemplar beim Bestimmen, das sich infolge schlechter Erhaltung und der Seltenheit der Form sehr schwierig gestaltete, in Brüche.

Die beiden ebenfalls schlecht erhaltenen Exemplare aus Probe x 1 sind innen labyrinthisch und lassen am ehesten an *Daitrona* oder *Pseudowebbinella* denken.

Die exakte gegenseitige Abgrenzung der Gattungen *Ammodiscus*–*Glomospira*–*Glomospirella* gestaltete sich bei den meisten Proben für einen kleineren Teil der Individuen als sehr zeitraubend und hätte fallweise eine Untersuchung im Schliff oder die Zerstörung der Exemplare mit der Präpariernadel erfordert. Die Individuenzahlen für diese Gattungen sind daher oft nur ungefähre Werte (Tilden der Tab. 1 für „ca.“). Diese Tatsache verfälscht die Statistik nicht, da diesfalls eine als vorhanden ausgewiesene Gattung immer auch durch sicher bestimmbare Exemplare vertreten ist. Die Schwierigkeiten bei der Bestimmung bestanden bei mehr oder weniger juvenilen Formen vor allem in der Abgrenzung der Gattung *Glomospira* von *Glomospirella*.

Ammodiscus und *Glomospirella* sind deshalb fallweise etwas schwer voneinander abgrenzbar, weil sehr oft bei *Glomospirella* (besonders bei makrosphärischen Formen; siehe Taf. 3, Fig. 4–6) nur die ersten 2–3 Windungen mehr unregelmäßig aufgerollt sind, dann aber schön planspiral weiterwachsen. Manchmal sind die 2–3 Umgänge des „streptospiralen“ Anfangsteiles überhaupt nur ganz leicht gegenüber dem meist 2–5 Windungen zählenden planspiralen Endteil verkippt. Daher kann man *Ammodiscus* und *Glomospirella* im Dünnschliff nur dann sicher unterscheiden, wenn die Schnittebene wirklich möglichst genau durch das Zentrum geht.

Alle drei erwähnten Gattungen der Ammodiscinae agglutinieren sehr fein bis seltener relativ grob, wie die abgebildeten Beispiele von *Glomospira* (Taf. 3, Fig. 2–3) zeigen. Variabel ist auch oft die Geschwindigkeit der Zunahme des Windungsdurchmessers und der Grad der Umfassung der Umgänge.

Schwierigere Probleme einer Gattungsabgrenzung als innerhalb der Ammodiscinae gab es zwischen *Tolypammina* und *Lituotuba*, da versucht wurde, auch die größeren Bruchstücke noch gattungsmäßig zu bestimmen. Von einer Unterlage völlig abgelöst bis frei gewachsene Abschnitte mehr oder weniger gestreckter Röhrenteile wurden zu *Lituotuba* gerechnet.

Ein sehr häufiger, in fast allen Proben und mit insgesamt ca. 215 Exemplaren vertretener, sessiler, planspiraler Sandschaler wurde zur Gattung *Ammodiscella* (Taf. 4, Fig. 10–12) gestellt. Diese Form gehört jedenfalls zu den Tolypammininae, wobei nach den Gattungsdefinitionen von LOEBLICH & TAPPAN (1964: 213–214) die Gattung *Ammovertella* ausscheidet. In den meistens gegebenen Fällen, in denen der aufgerollte Teil fast so regelmäßig planspiral ausgebildet ist wie bei *Ammodiscus*, scheidet jedenfalls auch *Lituotuba* nach LOEBLICH & TAPPAN für diese Formen aus. Die Umgänge auf der ursprünglich festgewachsenen Seite sind nach dem Ablösen fast immer offen. Die ehemalige Unterlage war meistens ziemlich eben und immer glatt.

Bei den mehrkammerigen Sandschalern, den Lituolacea, gestaltete sich die Bestimmung wesentlich einfacher, als bei den Ammodiscacea. Die individuenreichsten Gattungen waren hier *Reophax* (Taf. 3, Fig. 7–9) und *Ammobaculites* (Taf. 4, Fig. 13–15). *Textularia* (Taf. 4, Fig. 16) war, wie auch sonst oft in Triasproben auffallend selten, ebenfalls *Trochammina* (Taf. 4, Fig. 17, 18).

Beim abgebildeten Exemplar von *Textularia* (?) ist das Aussehen und die Lage der Apertur noch nicht ganz geklärt; die im Scanningphoto sichtbare terminale Öffnung rührt evtl. nur von einer herausgelösten oder herausgebrochenen agglutinierten Komponente her. Die restlichen 2 Exemplare aus Probe x 8 sind sicher *Textularia* (basale, bogenförmige Apertur). *Verneulinoides* (Taf. 4, Fig. 19) war relativ kleinwüchsig. Bei machen der mehrkammerigen Sandschaler, besonders aber bei *Verneulinoides* wurden oft zahlreiche agglutinierte Komponenten, wohl kalkige Partikel, aus der Gehäusewand durch die Essigsäure herausgelöst. Die Gehäusewand ist dann fallweise fast siebartig durchlöchert.

Die Nodosariacea (Lageniden) als ursprünglich kalkschalige Foraminiferen liegen in den untersuchten herausgeätzten Probenrückständen fast ausnahmslos verkieselt (geprüft in konz. HCl) oder auch nur in Steinkernerhaltung (tonig-kieselige Substanz, oft leicht hellbraun gefärbt und nach der Säurebehandlung stark porös) vor. Wie die Scanningphotos (Taf. 5) zeigen, blieb die ursprüngliche, gerade für die Nodosariacea typische, radialfaserige Wandstruktur der einzelnen Foraminiferenkammern trotz der Verkieselung meistens sehr gut erhalten.

In Dünnschliffen durch radialfaserig strukturierte Foraminiferengehäuse erhält man im gekreuzt polarisierten Licht pro Kammer ein dunkles, mehr oder weniger komplettes Sphäritenkreuz. Dieses zeigen im Dünnschliffmaterial von Köveskál besonders schön die nicht seltenen Querschnitte durch uniseriale Lageniden, die öfters auch noch als kalkige, also nicht verkieselte Exemplare vorliegen. W. ZEDNICEK (1955: Abb. 2) hat, allerdings an *Heterohelix*, ein besonders schönes Beispiel für diese Erscheinung abgebildet.

Daß im vorliegenden Material die einzelnen Fasern der Kammerwände auch nach der Verkieselung mineralogisch noch Einkristalle sind, allerdings aus Quarz statt Kalzit,

zeigt das Dünnschliffbild eines schiefen Längsschnittes durch ein verkieseltes Exemplar von *Pseudonodosaria* sp. auf Taf. 2, Abb. 2, aufgenommen im gekreuzt polarisierten Licht. Die Prüfung mit dem Gipsplättchen zeigt, daß die c-Achsen der Quarzkristalle in der Faserlängsrichtung liegen, also genauso senkrecht auf der Kammerwand stehen, wie ursprünglich die c-Achsen der Kalzitfasern, von denen jede für sich ebenfalls ein Einkristall war. Ob bei diesem interessanten Fall von Verkieselung, also Verdrängung von Kalzit durch Kieselsäure, letztere zuerst als Opalstadium vorlag, läßt sich nicht mehr erkennen. Häufiger beobachtet man sonst als Endprodukt der Verkieselung Quarzin oder feingranularen Quarz. Seltener sieht man am Material von Köveskál an den verkieselten Lageniden (z. B. bei *Lenticulina* an den Nabelknoten) die für Opal oft typische, nierig-traubige Oberfläche, bei bläulichgrauem bis weißem Aussehen der betreffenden Partien. Manche verkieselten Lageniden des vorliegenden Materials lassen im Auflicht Abdrücke von leicht angerauten Kristallflächen aufblitzen, was einen noch karbonatischen Erhaltungszustand der Säureleichen vortäuscht.

Die Lageniden wurden nötigenfalls nach Einbettung in Tetrachlorkohlenstoff auch im Durchlicht untersucht. Der verkieselte Zustand erschwert die Bestimmung aber oft erheblich. Die individuenreichsten Gattungen im vorliegenden Material sind *Dentalina*, *Lenticulina* und vor allem *Pseudonodosaria*, allerdings nur mit völlig glatten, nicht skulpturierten Formen.

Bei schlechter Durchleuchtbarkeit ist die Unterscheidung z. B. der Gattungen *Astacolus*–*Vaginulina*–*Vaginulinopsis* fallweise etwas problematisch. *Pseudonodosaria* ist ein schönes Beispiel dafür, wie leicht es möglich wäre, in einem relativ kleinen Material, wie es das vorliegende ist – und das daher eine variationsstatistische Bearbeitung noch nicht lohnt –, nur 3–4 oder auch über 10 „Arten“ zu sehen.

Die als „höhere Rotaliina (?)“ eingestufteten Foraminiferen liegen nur in Steinkernerhaltung vor, sind im System von LOEBLICH & TAPPAN (1964) aber sicher nach den Nodosariacea einzuordnen, vorausgesetzt, daß sie überhaupt zu den Rotaliina gehören, d. h. eine kalkig-perforate Schale hatten. Es handelt sich ausnahmslos um fast gleich aussehende, trochispirale Formen, deren Kammerlumina gegen die Spiralseite spitz ausgezogen waren; Suturen radial auf der Spiralseite, schief auf der Umbilikalseite; nur 1 Apertur, basal, etwa in der Mitte zwischen Nabel und Außenrand. Es ist nicht bekannt, warum die Gehäuse dieser Foraminiferen nicht zur Verkieselung neigten.

Die Ergebnisse der Dünnschliffauswertung konnten in Tab. 1 nicht mehr eingearbeitet werden, so daß in dieser Tabelle nur die aus dem unlöslichen Rückstand gewonnenen Foraminiferen angeführt sind. Auch auf Tab. 2 sind die die Foraminiferen betreffenden Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchung nur vergleichsweise den aufgrund des herausgeätzten Materials gewonnenen Ergebnissen gegenübergestellt, wobei sich, wie schon erwähnt, die Anzahl der pro Probe nachgewiesenen Gattungen (rechte Spalte) auf das ganze, zur jeweiligen Probe vorgelegene Schliffmaterial bezieht, also nicht nur auf die sonst gewählte Bezugsfläche von 12 cm².

In den Dünnschliffen konnten insgesamt 12 verschiedene Foraminiferen-Gattungen sicher und weitere 3 Gattungen nur als fraglich bestimmt werden; davon sind gegenüber den herausgeätzten Gattungen neu: *Turritella* (Probe x 9), ? *Agathammina* (Probe x 4), *Hemigordius* (Probe x 4, x 5, x 7, x 7/8, x 12) und ? *Trocholina* (Probe x 1).

Verteilung verschiedener Foraminiferengruppen auf die Proben des Profils Köveskál

| Probe-Nummer | Individuen pro Probe | Gattungen pro Probe | Textularina | Ammodiscacea | Ammodiscacea sessil | Lituolacea | Rotalina | Nodosariacea | Pseudonodosaria | "höhere" Rotalina | Dünnschliffe | | |
|--------------|----------------------|---------------------|-------------|--------------|---------------------|------------|----------|--------------|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|
| | | | | | | | | | | | (12 cm ²) | | |
| | | | | | | | | | | | Individuen | davon generisch bestimmbar | Gattungen |
| x1 | 234 | 22 | 175 | 163 | 27 | 12 | 59 | 49 | 32 | 10 | 12 | 6 | 5 |
| x2 | 121 | 16 | 41 | 40 | 12 | 1 | 80 | 80 | 58 | - | 3 | - | - |
| x3 | 89 | 4 | 89 | 89 | 2 | - | - | - | - | - | 3 | - | - |
| x4 | 60 | 7 | 60 | 53 | 17 | 7 | - | - | - | - | 11 | 8 | 5 |
| x5 | 31 | 5 | 31 | 31 | 3 | - | - | - | - | - | 7 | 3 | 3 |
| x6 | 61 | 12 | 23 | 23 | 14 | - | 38 | 37 | 23 | 1 | 13 | 1 | 1 |
| x7 | 49 | 5 | 44 | 44 | 23 | - | 5 | 5 | 5 | - | 23 | 7 | 4 |
| x7/8 | 252 | 16 | 60 | 60 | 41 | - | 192 | 181 | 125 | 11 | 26 | 14 | 5 |
| x8 | 200 | 17 | 161 | 99 | 62 | 62 | 39 | 39 | 30 | - | 13 | 6 | 6 |
| x9 | 79 | 9 | 77 | 77 | 50 | - | 2 | 2 | 1 | - | 11 | 3 | 3 |
| x10 | 46 | 13 | 23 | 17 | 14 | 6 | 23 | 22 | 13 | 1 | 11 | 5 | 4 |
| x11 | 19 | 8 | 9 | 9 | 5 | - | 10 | 10 | 4 | - | 8 | 2 | 2 |
| x12 | 23 | 6 | 10 | 10 | 1 | - | 13 | 13 | 10 | - | 11 | 2 | 1 |
| x13 | 28 | 7 | 14 | 14 | 4 | - | 14 | 11 | 6 | 3 | 13 | 3 | 1 |
| x14 | 9 | 4 | 8 | 8 | 7 | - | 1 | 1 | - | - | 1 | - | - |
| x15 | 16 | 6 | 14 | 13 | 8 | 1 | 2 | 2 | 1 | - | 1 | 1 | 1 |
| x16 | 11 | 6 | 10 | 9 | 5 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| x17 | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 |

Tabelle 2

Glomospirella ist im Dünnschliff zu Probe x 4 mit 2 Exemplaren einer unter den Säureleichen sicher nicht vertretenen Art, nämlich *Glomospirella* sp., aff. *Gl. grandis* (SALAJ) vorhanden. Es wurde schon erwähnt, daß die sehr windungsreichen, hauptsächlich mitteltriassischen Glomospiren und Glomospirellen mit Essigsäure kaum aus dem Gestein herausgeätzt werden können.

Auch in den Dünnschliffen bestätigte sich die schon an den Säureleichen gemachte Beobachtung, daß die gekammerten Sandschaler, also die Lituolacea im allgemeinen nur relativ grobes Material agglutinieren, während die Ammodiscacea meistens sehr feinkörniges bevorzugen.

In den vorliegenden Dünnschliffen wurden die nicht seltenen, als *Hemigordius* bestimmten Foraminiferen nur deshalb mit einigem guten Gewissen zu dieser Gattung und damit auch nach LOEBLICH & TAPPAN (1964: 440) zu den Miliolacea gestellt, weil im unlöslichen Rückstand unter den sehr zahlreichen Exemplaren von *Glomospirella* kein einziges mit so großem, die äquatorialen Windungen so weit überragendem, knäueligem Anfangsteil gefunden wurde, wie ihn die als *Hemigordius* bezeichneten Formen aufweisen. Ansonsten ist *Hemigordius* in der Wandstruktur trotz bester Qualität der Dünnschliffe und vermutlich sehr geringem Einfluß der Diagenese auf die ursprüngliche Wandstruktur mit den verfügbaren optischen Geräten (auch im polarisierten Licht) nicht zu unterscheiden von den sicher als Ammodiscacea (z. T. auch sessil) anzusprechenden, ebenfalls nicht seltenen Formen. Diese in der Trias oft gegebene prinzipielle Schwierigkeit mit der Unterscheidung extrem feinkörnig agglutinierender Foraminiferen von Milioliden (und evtl. Endothyraeen) besteht auch in den Dünnschliffen des Materials von Köveskál und soll nicht verschwiegen werden. Mit Sicherheit kann aber bei den als *Hemigordius* bestimmten Formen im vorliegenden Material eine Zugehörigkeit zu den Involutiniden ausgeschlossen werden.

Obwohl in mehreren Dünnschliffen bis hinauf ins Cordevol, also noch weit oberhalb des Profilabschnittes mit den tuffitischen Einschaltungen, etwas feinsten Quarzdetritus vorhanden war, wurde dieser von den Ammodiscacea nicht nachweislich bevorzugt agglutiniert.

Auch ? *Agathammina* (7 Exemplare in Schliff x 4) und fragliche Miliolacea im Schliff x 7/8 wurden mehr aufgrund der Gehäusegestalt, aber ohne Beweise von der Schalenstruktur her bestimmt.

Die Nodosariacea wurden in den Dünnschliffen, relativ zu den anderen Foraminiferen, ähnlich häufig beobachtet wie im herausgeätzten Material. *Pseudonodosaria* als häufigste Gattung dürfte im Schliff noch am ehesten in Längsschnitten fallweise spezifisch bestimmbar sein, im Gegensatz zu den herausgeätzten Nodosariacea, von denen die überwiegende Zahl eine Artbestimmung zulassen dürfte.

Allgemein läßt sich jedenfalls sagen, daß im Profil von Köveskál die Foraminiferen zu den im Dünnschliff meist noch am weitesten bestimmbar Biogenen gehören. Fast alle anderen Mikro- und Makrofossilien sind nur sehr grob ansprechbar. Auf weitere Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchung muß auch in den folgenden Kapiteln noch eingegangen werden.

6. Häufigkeitsverteilung der Foraminiferen im Profil

Außer der Darstellung auf Tab. 1 und 2 wurde die Häufigkeitsverteilung der Foraminiferen auf Taf. 1 in Korrelation zum Säulenprofil auch graphisch dargestellt, und zwar getrennt für die Individuenzahlen und für die Anzahl der nachgewiesenen Gattungen im unlöslichen Rückstand der einzelnen Proben. Die Zusammenfassung der verschiedenen Foraminiferengattungen zu Gruppen, d. h. zu Einheiten höheren systematischen Ranges (Tab. 2) führte in der Statistik zur Eliminierung aller bei der Bestimmung der Gattungen aufgetauchten Probleme und möglichen Fehlerquellen. Diese systematischen Einheiten (nach LOEBLICH & TAPPAN, 1964) wurden also so gewählt, daß die fraglichen Bestimmungen und die ungefähren Zahlenangaben nicht mehr als Unsicherheitsfaktoren oder Variable wirksam sind. Schließlich sind auf Taf. 1 (rechts) auch noch die Ergebnisse der Dünnschliffauswertung für Vergleichszwecke graphisch wiedergegeben.

Aus Taf. 1 kann nun folgendes entnommen werden:

Die Individuenzahlen der Foraminiferen und parallel damit die Anzahl der vertretenen Gattungen zeigen im Profil zwei deutliche Maxima. Diese entwickeln sich besonders bezüglich der Individuenzahlen, also des Foraminiferenreichtums, ganz allmählich aus den jeweils älteren Proben heraus. Die Kurve für die Gattungszahlen verläuft nicht ganz so gleichmäßig, sondern zeigt etwas vor den Individuenzahl-Maxima, also in deren Liegendem je ein kleineres, aber deutliches Nebenmaximum. Das eine Hauptmaximum der beiden Kurven liegt etwa im mittleren Langobard, das zweite, obere Hauptmaximum liegt im obersten Teil der profilierten Schichtfolge, also im tieferen Cordevol.

Der Tab. 2 und der Darstellung im Säulendiagramm auf Taf. 1 kann entnommen werden, daß die beiden Hauptmaxima der Kurvendarstellung auch von Häufigkeitsmaxima für die systematisch höherstehenden Foraminiferen begleitet werden. Letztere sind unter den Textulariina die mehrkammerigen Formen, also die Lituolacea und unter den Rotaliina vor allem planspirale bis trochispirale Formen im Gegensatz zu den sonst generell vorwaltenden uniserialen Vertretern der Nodosariacea.

Das ganz allmähliche, nicht abrupte sich Herausbilden von reicheren Faunen aus ärmeren spricht rückschließend jedenfalls auch dafür, daß für die Häufigkeitsverteilung nicht Faktoren als Erklärung herangezogen werden können, die rein in der Diagenese begründet sind, oder mit der Probenaufbereitung und weiteren Manipulation (Aus-schlämmen, Auslesen) zusammenhängen. Schließlich gehen auch die Kurven für die Dünnschliffauswertung mit den aus dem unlöslichen Rückstand gewonnenen völlig konform. Auch in der Dünnschliffkurve wird im Langobard das Maximum an Gattungen (Probe x 8) um eine Probe vor dem Maximum an Individuen (Probe x 7/8) erreicht. Das Nebenmaximum im Cordevol (Probe x 4) ist für die Dünnschliffauswertung allerdings auch bezüglich der Individuenzahl vorhanden und ebenso wie für die Gattungszahl fast so markant wie das Hauptmaximum im Hangenden (Probe x 1) davon.

Daß das Studium von Säureleichen verhältnismäßig rationell ausgeführt werden kann, zeigt, daß eine provisorische Begutachtung der Proben, die eine genauere statistische

Auswertung des Materials erst als lohnend erscheinen ließ, bereits Zahlenwerte ergab, die maximal nur um $\pm 10\%$ von den genauer ermittelten Werten abwichen.

7. Überlegungen zur Palökologie

Nach den vorangegangenen Überlegungen zu einigen evtl. in Frage kommenden Ursachen für die festgestellte Foraminiferenverteilung und deren schließlicher Ablehnung als diesbezüglich wirksame Faktoren, ist noch die Bedeutung palökologischer Einflüsse zu besprechen.

Einleitend sei aber zuerst noch die Feststellung getroffen, daß die Kurve für die Gattungshäufigkeit nicht von Faktoren gesteuert wird, die mit der Evolution der Foraminiferen direkt zusammenhängen. Die meisten der bestimmten Foraminiferengattungen sind nämlich schon im Anis vorhanden und es kommt in der untersuchten Schichtfolge diesem gegenüber fast nichts neu dazu, außer den ganz seltenen, meist nur als fraglich bestimmten Gattungen der Ammodiscacea von sehr einfachem Bau. Diese sind wegen ihrer im System sehr niedrigen Stellung aber vermutlich schon älter, vielleicht sogar überhaupt schon älter als die Trias.

Die palökologischen Probleme des Profils von Köveskál wurden von KOZUR & MOSTLER (1971: 6–9) in einem eigenen Kapitel über das Ablagerungsmilieu schon aus einem viel breiteren Blickwinkel heraus diskutiert, als dies hier allein von den Foraminiferen her möglich wäre. Dabei wurde bathymetrischen Aussagen ein Hauptaugenmerk gewidmet, wobei auch von der Foraminiferenuntersuchung her beigesteuerte Kriterien Berücksichtigung fanden.

Das durch graphische Auswertung von Tab. 2 erhaltene Säulendiagramm auf Taf. 1 zeigt, daß in die beiden sich jeweils allmählich herausbildenden Hauptmaxima der Foraminiferen-Häufigkeitskurven hinein auch ein prozentuell gehäuftes Auftreten von systematisch höherstehenden Textulariina und Rotaliina allgemein fällt. Diese im System höherstehenden Foraminiferen stellen in der Regel auch speziellere Umweltsprüche und sind ökologisch im großen und ganzen auch überhaupt anspruchsvoller. Die Hauptmaxima der Häufigkeitskurven dürften sich also am wahrscheinlichsten durch die jeweils allmähliche Herausbildung relativ optimaler Lebensbedingungen für benthonische Foraminiferen erklären lassen.

Zum Säulendiagramm (Taf. 1) ist hier noch Folgendes zu bemerken:

Der Anteil an sessilen, einkammerigen Sandschalern wurde eigens dargestellt, hat sich dann bei den palökologischen Überlegungen aber als wenig aussagekräftig erwiesen. An anderen sessilen Foraminiferen wurde nur einmal unter den Säureleichen (Probe x 1) und ebenfalls einmal im Schriff (x 9) ein nicht näher bestimmbarer Vertreter der Subfam. Placopsilininae festgestellt.

Die sessilen Ammodiscacea zeigen im Profil eine anscheinend sehr unregelmäßige Verteilung und es konnte kein ihre Häufigkeit kontrollierender Faktor festgestellt werden, obwohl diese im System natürlich uneinheitliche „Gruppe“ sicher Gemeinsamkeiten in ihren Umweltsprüchen hat. In den Dünnschliffen wurden nie Hinweise auf hardground-Bildung beobachtet, während Biogene zum Anheften (besonders Filamente)

KOEVESKAL (Balaton-Hochland)

KARN

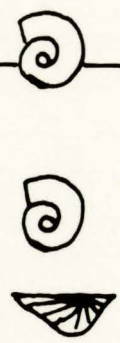
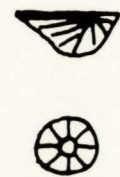
CORDEVOL

LANGOBARD

LANGOBARD

FASSAN

FASSAN



30m

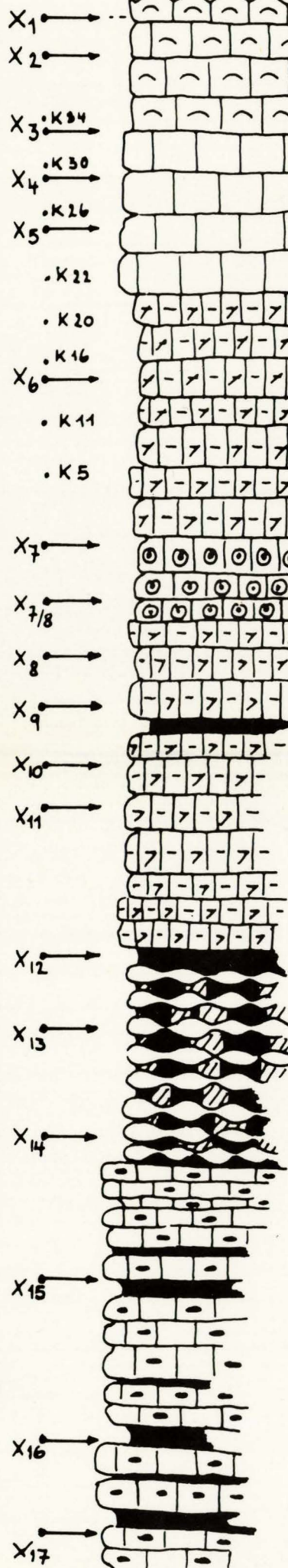
25m

20m

15m

10m

5m



Störung

Daonellen-Kalke
Bank-Kalke
(sehr reine Kalke)

Crinoiden-führende
Kalke
tonreiche Kalke
(stark bioturbat)

Pietra verde

Knollenfaserkalk
tuffitische Lagen

Radiolarienreiche
Filament-Kalke

(KOZUR & MOSTLER 71)

Probe Individuen 0 100 200 300

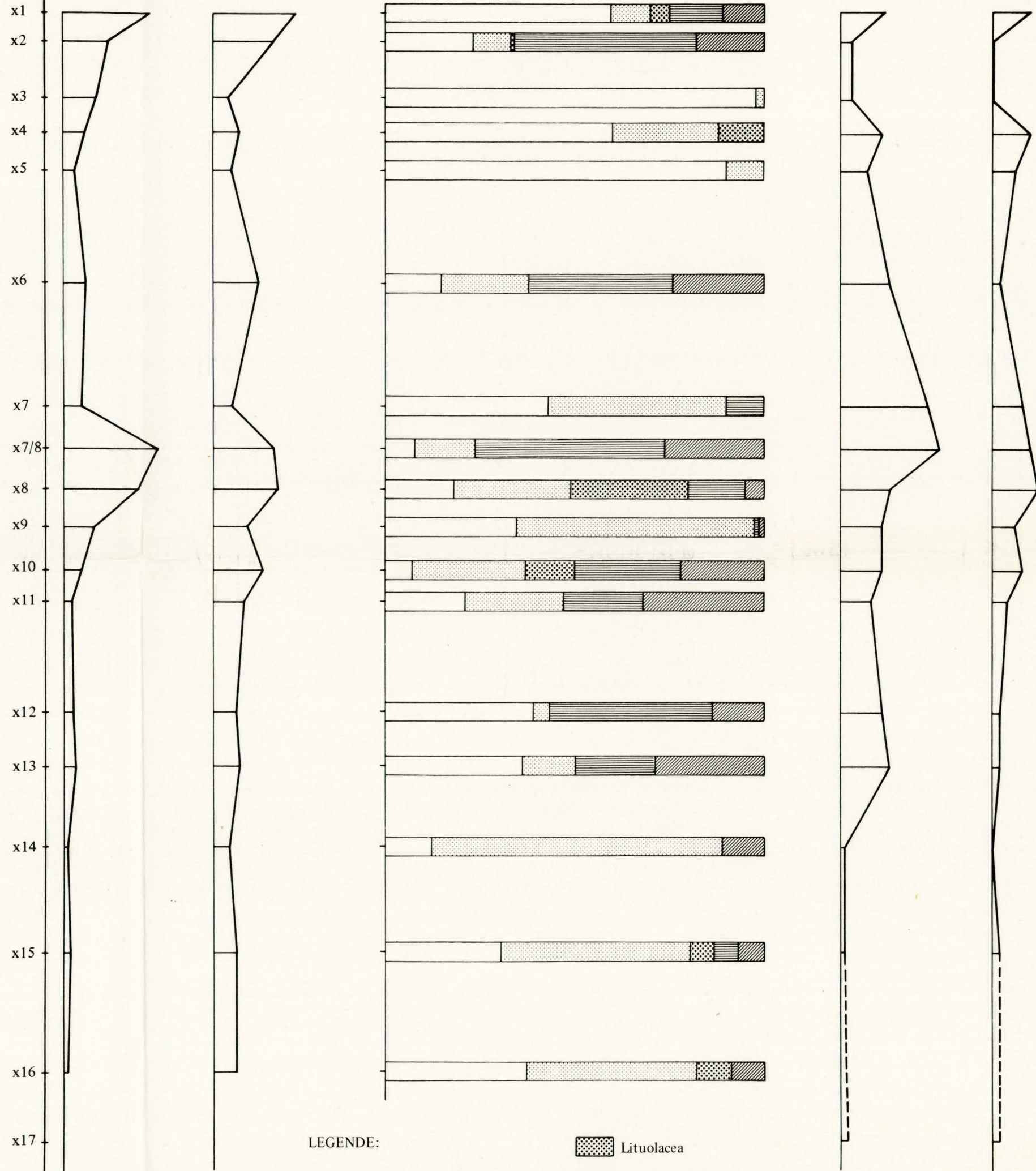
Gattungen 0 10 20 30

Foraminiferen-Gruppen in Prozentanteilen 0 50 100%

Dünnschliffauswertung

Individuen (12 cm²) 0 10 20 30

Gattungen (insges. bestimmbar) 0 5 10



LEGENDE:

Ammodiscacea (frei)

Ammodiscacea (sessil)

Lituolacea

Pseudonodosaria

andere Rotalina

Meeresbodens gegen das untere, langobarde Foraminiferenmaximum hin, spricht:

- 1) daß der Hornsteingehalt, also die Kieselsäureführung nach oben hin abnimmt,
- 2) daß die Intensität der Bioturbation nach oben hin zunimmt (sie setzt nach den Dünnschliffbefunden überhaupt erst mit Probe x 11 richtig ein),
- 3) daß die Radiolarien als pelagische Planktonorganismen nach oben hin an Bedeutung und vor allem Formenreichtum deutlich zurücktreten (KOZUR & MOSTLER, 1971: Abb. 2, Tab. 2),
- 4) daß schließlich stärker Crinoiden-führende Bänke auftreten; (zu diesem Punkt wird weiter unten noch mit Bezugnahme auf die Arbeit von M. SARNTHEIN, 1970, ausführlicher eingegangen).

Es bleibt also für die Foraminiferen als Ursache der Verbesserung ihrer Lebensbedingungen eine Hebung des Meeresbodens in einen Bereich vermutlich besserer Durchlichtung und eventuell turbulenzbedingter reichlicherer Durchlüftung am wahrscheinlichsten. Beide Faktoren haben wohl auch ein besseres Nahrungsangebot zur Folge gehabt.

In einer neueren Arbeit hat M. SARNTHEIN (1971: 39) versucht, aus der Foraminiferen-Verteilung in rezenten Sedimenten des Persischen Golfes Hinweise auf deren Verwendbarkeit als Wassertiefenanzeiger zu erhalten, wobei er ebenfalls im Nahrungsangebot einen der wesentlichen Faktoren sieht, der deren Siedlungsdichte steuert. Dasselbe treffe dort übrigens auch für die Ostrakoden zu (l. c.: 41).

Das obere, cordevole Hauptmaximum der Foraminiferen-Häufigkeitskurve bildet sich aus den vorhergehenden Proben nicht mit so klarer und einheitlicher Tendenz heraus, wie das langobarde Hauptmaximum aus den ihm vorangehenden Proben. Auch für das obere Maximum dürfte generell eine abermalige Verbesserung der Lebensbedingungen für Foraminiferen verantwortlich sein, nachdem es in den Profilabschnitten unmittelbar vorher zu einigen kurzfristigen Rückschlägen kam, die wahrscheinlich ebenfalls durch Schwankungen in der Wassertiefe des Sedimentationsraumes ausgelöst wurden.

Die folgende Besprechung des Profils und der Foraminiferen-Häufigkeitsverteilung vom Liegenden zum Hangenden soll noch das Eingehen auf einige bisher nicht berührte bzw. nur gestreifte palökologische Probleme ermöglichen.

Zum tiefsten untersuchten Abschnitt des Profils ist zu bemerken, daß derartige Schichtfolgen von hornsteinführenden, gern leicht bituminösen Kalken bis fallweise Dolomiten, mit zwischengeschalteten Tuffiten und hauptsächlich Radiolarien und Filamenten als Biogene, allgemein arm sind an benthonischen Mikrofossilien. Eine diesbezüglich vergleichbare Schichtfolge sind die südalpinen Buchensteiner Schichten, auf deren Armut an benthonischen Fossilien machte anlässlich des Symposiums auch P. CROS in seinem Vortrag aufmerksam. Die oft gute Gradierung der Tuffe und andere Merkmale stempeln die typischen Buchensteiner Schichten m. E. eher zu Ablagerungen eines etwas tieferen Beckens. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die Ausbildung des Fassan im Bakony und damit auch im Balaton-Hochland schon wiederholt tatsächlich mit den südalpinen Buchensteiner Schichten verglichen wurde (vergl. z. B. L. TRUNKÓ 1969: 21).

Der Gesteinstyp der Knollenflaserkalke (oberster Teil des Fassan) bringt allmählich eine etwas reichere Foraminiferenfauna (deutlich besonders in den Dünnschliffen) und

auch ein erstes Aufblühen des übrigen Benthos (KOZUR & MOSTLER, 1971: Tab. 2). Offen ist die Frage, ob dieser Typ von Knollenflaserkalk auch vom rein lithologischen her während seiner Bildungszeit für den Meeresboden des Sedimentationsraumes das Durchschreiten einer bestimmten Wassertiefe anzeigt. KOZUR & MOSTLER (1971: 5) deuten das knollig-flaserige Gefüge dieses Profilabschnittes als Druckflaserung.

Innerhalb der folgenden, tonreicheren, stark bioturbaten Kalke fällt das Auftreten Crinoiden-führender Bänke mit dem ersten Hauptmaximum der Foraminiferen-Häufigkeitskurven zusammen. M. SARNTHEIN (1970: 657) berichtet von einer ihm mitgeteilten Beobachtung G. F. LUTZES an Sedimenten aus dem Persischen Golf, wo gerade in den Bereichen der Hauptverbreitung von Echinodermen im allgemeinen auch erhöhte Siedlungsdichten der Foraminiferen feststellbar seien. Der Hauptbereich größter Echinodermen-Siedlungsdichte (es handelt sich allerdings vorwiegend um Echiniden und Ophiuren) und Echinodermenhartteil-Sedimentation wiederum folgt dort direkt unter der örtlich etwas verschiedenen tiefen (12–70 m) Untergrenze der tiefsten Wellenwirkung. Die Schliffe x 8, x 7/8 und x 7 aus dem Profil Köveskál lassen zumindest relativ häufiger Resedimentbildung (vgl. KOZUR & MOSTLER, 1971: 6) und leichte Auswaschung der Matrix mit Sandfang (Schliff x 7) im Sinne B. SANDERS erkennen. Die nachträgliche Verkippung fossiler Wasserwaagen (z. B. in Ostrakoden, Radiolarien und Foraminiferen, wie in der auf Taf. 2, Abb. 2 wiedergegebenen *Pseudonodosaria* sp. aus Schliff x 7/8) kann auch durch Bioturbation verursacht worden sein. Dieses Niveau bringt allerdings keine merkliche Zunahme der durchschnittlichen Komponentengröße für die Biogene, was aber auch durch mangelnde Verfügbarkeit erklärt werden könnte.

Die kaum angedeutete Korngrößenklassierung und die noch wenig ausgeprägte, nur leichte Auswaschung der Matrix in den Crinoiden-führenden Kalkbänken läßt vermuten, daß zur Bildungszeit dieser Sedimente die Untergrenze der Wellenwirkung jedenfalls nur gerade erreicht wurde, diese sich aber noch nicht in voller Stärke auswirken konnte.

Das relativ schnelle sich Herausbilden des langobarden Foraminiferenmaximums in der Häufigkeitskurve zeigt, daß vor diesem Maximum eine für das Gedeihen der meisten vorkommenden Foraminiferen wichtige Grenze in der Wassertiefe während deren kontinuierlicher Abnahme passiert wurde, nicht eine Grenze von Sein oder Nichtsein für benthonische Foraminiferen, aber immerhin eine Tiefenlinie, die beim Durchlaufen markante Änderungen in der Biozönose bringen mußte.

Es ist aus verschiedensten Gründen nicht möglich, für den im Profil bemusterten Sedimentationsraum genaue absolute Werte der Untergrenze der Wellenwirkung anzugeben. Jedenfalls sprechen aber alle Hinweise dafür, daß es sich um Ablagerungen in einem offenen, freien Bereich eines Beckens handelt, weil jeder von Untiefen in Form von Schwellen oder gar Riffen abzuleitende Biodetritus völlig fehlt und weil die eher pelagischen Radiolarien durchwegs sehr häufig bis häufig sind. In keinem einzigen Dünnschliff wurden Reste von massiven Kalkschwämmen, von Hydrozoen, Korallen, kräftigeren Bryozoen (auf Bruchstücke äußerst zarter, mutmaßlicher Bryozoen in einigen Schliffen machte mich dankenswerterweise Herr Dr. R. BRANDNER aufmerksam) oder von den gerade in Riffen und Riffnähe um diese Zeit (z. B. im nordalpinen Wettersteinkalk) häufigen, halbkugeligen bis polsterförmigen, ziemlich robusten Selenopraceen gefunden. Auf diese Tatsachen haben schon KOZUR & MOSTLER (1971: 6) ausdrücklich hingewiesen, und es fehlen darüber hinaus an Mikrofossilien nicht nur

die Scolecodonten, sondern von den Foraminiferen auch gänzlich die zumindest ab dem Cordevol bekannten Involutiniden, die flaches Wasser und oft sogar riffnahe Biotope bevorzugten. Die Milioliden sind äußerst selten, außer *Hemigordius*, eine ökologisch eher wenig spezialisierte Gattung, die sich gerne auch in neritischem Ablagerungsmilieu findet. Für ein höchstens nur sehr geringes Relief im weiteren Sedimentationsraum spricht auch das Fehlen von subaquatischen Rutschungserscheinungen sowie von gradiert Schichtung der Sedimente, etwa im Sinne allodapischer Kalke K.-D. MEISCHNERS.

Als Girvanellen ansprechbare, sehr zarte, schlauchförmige, oft gewundene Organismenreste lassen sich in mehreren Schliffen fast durch das ganze Profil beobachten, wären aber auch bei genauerer Bestimmung als Wassertiefenanzeiger wenig geeignet. In einigen Schliffen (darunter auch x 8 und x 7) wurden nicht selten Reste von ebenfalls sehr dünnwandigen, kleinzelligen Kalkalgen, die vermutlich zu den Rhodophyceen gehören, festgestellt. Es handelt sich dabei um evtl. inkrustierte Formen, die ziemlich sicher autochthon sind, da sie auf Grund ihres zarten Baues keinen weiten Herantransport aus wesentlich flacherem Wasser mitgemacht haben können. Im Schliff x 7/8 wurden 1–2 Bruchstücke schlecht erhaltener, abgerollter ? Dasycladaceen beobachtet.

Wenn wir für den Ablagerungsraum also wirklich von weit offenem Wasser ausgehen dürfen, ist eine Untergrenze der Wellenwirkung von mindestens 50 m (bei vergleichsweiser Berücksichtigung etwa der heutigen Verhältnisse im Persischen Golf; s. M. SARNTHEIN, 1970: 654 und Abb. 7) sicher nicht zu tief veranschlagt. Das erwähnte, wenn auch etwas fragliche Vorkommen von sehr zart gebauten Rhodophyceen und die Tatsache, daß auch der maximale Seegang wegen zu großer Wassertiefe nirgends im Profil in seiner ganzen Einflußmöglichkeit wirksam war, spricht dafür, daß das genauer diskutierte, langobarde Foraminiferenmaximum am wahrscheinlichsten mit der Untergrenze besserer Durchlichtung zusammenhängt. Diese allerdings nie ganz scharfe Untergrenze noch relativ guter Eindringtiefe des Lichtes (generelle Angaben dazu in der maßgebenden Literatur schwanken je nach den ganzen, wirksamen Faktoren zwischen etwa 30 und 400 m!) lag hier demnach deutlich, aber nicht allzuviel unter der Basis der Wellenwirkung, also wohl sicher tiefer als 50 m, eventuell bei 60–70 m. Für den Profilabschnitt im Liegenden dieses Foraminiferenmaximums ist also eine entschieden größere, aber nach unten von den Foraminiferen her nicht annähernd so gut faßbare Wassertiefe anzunehmen. KOZUR & MOSTLER (1971: 8) glauben auf Grund des Studiums der Ostrakoden eine Tiefe unter 150 m sicher, und unter 100 m wahrscheinlich ausschließen zu können. Es hätte sich demnach also die ganze Sedimentation unter Wassertiefenschwankungen von nur ca. 30–40 m abgespielt, ein evtl. etwas zu geringer Wert, falls wirklich nur Schwankungen in der Wassertiefe allein für die Unterschiede in den verschiedenen benthonischen Faunen verantwortlich sein sollten.

Das mit Probe x 7 wieder plötzliche Verarmen der Foraminiferenfauna (weniger deutlich ausgeprägt im Dünnschliff) spricht m. E. wieder für ziemliche Absenkung des Meeresbodens am Ende der Sedimentation der Crinoiden-führenden Kalke. Eine Hebung des Biotops bis in für Foraminiferen bereits ungünstige, weil zu geringe Wassertiefe, kommt nicht in Frage, da sich ein derartiger, notwendigerweise auch relativ schnell

ablaufender Vorgang, im Mikrofaziesbild der Sedimente und in der Flora und Fauna abbilden hätte müssen (Wiederaufarbeitung und Resedimentation der Sedimente, Stromatolithbildung, Auftreten typischer Flachwasserorganismen unter den Makro- und Mikrofossilien). Die Wassertiefe der Zeit des Fassan dürfte aber höchstens nur ganz kurzfristig wieder erreicht worden sein.

Warum das obere Foraminiferenmaximum nicht ebenfalls mit gehäuften, das Mikrofaziesbild bezüglich der Biogene beherrschendem Auftreten von benthonischen Echinodermaten verbunden ist, läßt sich nicht sagen. Dafür ist hier aber laut Profilaufnahme jedenfalls eine Vergrößerung der Biogene (d. h. durchschnittliche Korngrößenzunahme) in der Bezeichnung der Schichtfolge als Daonellenkalke angezeigt. Auffallend ist auch das gänzliche Fehlen von rotaliiden Foraminiferen im unlöslichen Rückstand der Proben x 5, x 4 und x 3. Während die Dünnschliffe zu diesen Proben wenigstens fallweise Milioliden führten (*Hemigordius* in x 5 und x 4, ? *Agathammina* in x 4), konnte nur im Dünnschliff x 5 ein nicht näher bestimmtes Exemplar der Nodosariacea beobachtet werden; die Schliffe zu den beiden anderen Proben enthalten nur je einen fraglichen Lageniden. Die Rotaliina waren allerdings schon im unlöslichen Rückstand von Probe x 9 nur mit knapp 2% an der Foraminiferenfauna beteiligt.

8. Schlußwort

Die vorgelegten Untersuchungsergebnisse sollen natürlich nicht überbewertet werden; der Verfasser wollte mit dieser Arbeit nur zeigen, daß Foraminiferen aus dem unlöslichen Rückstand von Karbonaten sehr wohl imstande sind, bei entsprechender Auswertung Ergebnisse zu liefern, die im Gesamtrahmen einer mikrofaziellen und mikropaläontologischen Untersuchung nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Durch die Zahlenangaben und die statistische Auswertung des Probenmaterials soll nicht eine Genauigkeit der Ergebnisse vorgetäuscht werden, die durch den Einfluß einiger nur schwer kontrollierbarer Faktoren in dieser Exaktheit gar nicht gegeben sein kann. Es wurde durch die angewandte Methode nur versucht, mit dem einmal vorhandenen Material möglichst kritisch zu verfahren.

Die untersuchten Faunen sind generell durch das Vorherrschen von einkammerigen Sandschalern (Ammodiscacea) und Lageniden (Nodosariacea) gekennzeichnet; mehrkammerige Sandschaler (Lituolacea) sind nur in wenigen Proben erwähnenswert vertreten. Milioliden wurden nur in den Dünnschliffen beobachtet und sind durchwegs ziemlich selten, im System über den Lageniden stehende Rotaliina fehlen fast ganz. Taxonomische Bearbeitungen der Faunen sind beabsichtigt.

Artbestimmungen hätten bei der gegebenen, in erster Linie palökologisch ausgerichteten Fragestellung, im vorliegenden Fall vermutlich nicht viel weiter geholfen. Bei rezent-ökologischen Untersuchungen an Foraminiferen kommt man in den meisten Fällen ohne Bestimmung bis auf die Unterarten nicht aus. Dazu fehlen in der Trias aber oft noch die taxonomischen Vorarbeiten und wo vorhanden: Wie oft weiß man über die Umweltansprüche der fossilen Arten und Unterarten wirklich Bescheid? Bathymetrische Fragestellungen in der Palökologie gehören noch immer zu den schwierigeren Problemen. Im bearbeiteten Profil glaubt der Verfasser bei Berücksichtigung aller verfügbaren

Anhaltspunkte mit zeitlichen Schwankungen in der Wassertiefe zwischen etwa 60–70 m als geringster und etwa 120 m als größter Tiefe für die durch die Proben erfaßten Biotope auskommen zu können.

Die statistische Auswertung der Faunen dieses Profils hat die Gültigkeit einer in karbonatischen Triasschichtfolgen wiederholt gemachten Beobachtung erhärtet: Bei Auftreten eines neuen Mikrofaziestyps ist die benthonische Foraminiferenfauna meistens zuerst noch verarmt und wird erst in höheren Teilen dieses neuen Mikrofaziestyps wieder reicher; sie braucht also oft relativ lange Zeit zur Anpassung bzw. zum Aufblühen in einem neuen Lebensraum. Die einzelnen Maxima der Häufigkeitskurven folgen dem lithologischen Wechsel also oft mit merklicher Verzögerung.

Obwohl Altersfragen bei den untersuchten Foraminiferen nicht im Vordergrund standen, soll darauf hingewiesen werden, daß die Fauna durchaus einen vom Ladin bis ins tiefere Karn (Cordevol) passenden Gesamtcharakter hat. Zahlreiche, im Anis noch typische Formen fehlen, obwohl sie von der Mikrofazies der Schichtfolge her durchaus erwartet werden könnten. Anklänge an den oft typischen Artenreichtum des Cordevol finden sich in der stratigraphisch jüngsten Probe.

9. Literatur

- CZURDA, K. & NICKLAS, L.: Zur Mikrofazies und Mikrostratigraphie des Hauptdolomites und Plattenkalk-Niveaus der Klostertaler Alpen und des Rhätikon (Nördliche Kalkalpen, Vorarlberg). – Beiträge zur Mikrofazies und Stratigraphie von Tirol und Vorarlberg 1971, hrsg. von H. MOSTLER, 165–254, zahlr. Abb., Tab. und Taf. – Innsbruck, München: Wagner 1971 (Sonderdrucke ausgegeben 1970).
- DANIELS, C. H. v.: Quantitative ökologische Analyse der zeitlichen und räumlichen Verteilung rezenter Foraminiferen im Limski kanal bei Rovinj (nördliche Adria). – Göttinger Arb. Geol. Paläont., Nr. 8. II, 109 S., 62 Abb., 7 Tab., 8 Taf. – Göttingen 1970.
- HOFKER, J., sen.: Primitive Agglutinated Foraminifera. – Leiden: Brill 1972. IX, 95 S., 27 Taf.
- KOZUR, H. & MOSTLER, H.: Holothurien-Sklerite und Conodonten aus der Mittel- und Obertrias von Köveskál (Balatonhochland, Ungarn). – Geol.-Paläont. Mitt., Innsbruck, Bd. 1, H. 10. 36 S., 6 Abb., 3 Tab., 2 Taf. – Innsbruck 1971.
- KRISTAN-TOLLMANN, E.: Eine neue triadische Foraminiferen-Gattung der Saccamminidae. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., Jg. 1972, H. 9, 527–537, 4 Abb. – Stuttgart 1972.
- LOEBLICH, A. R., jun. & TAPPAN, H.: Sarcodina chiefly „Thecamoebians“ and Foraminiferida. – Treatise on Invertebrate Paleontology, Part C, Protista 2, Vol. 1, 2. XXIV, 900 S., 653 Fig. – New York, Lawrence/Kansas 1964.
- MOSTLER, H.: Holothurien-Sklerite aus oberanischen Hallstätterkalken (Ostalpen, Bosnien, Türkei). – Veröff. Univ. Innsbruck 2, Alpenkundl. Studien 2. 44 S., 5 Abb., 1 Tab., 6 Taf. – Innsbruck 1968.

- SARNTHEIN, M.: Sedimentologische Merkmale für die Untergrenze der Wellenwirkung im Persischen Golf. — Geol. Rundschau, Bd. 59, H. 2, 649–666, 7 Abb. — Stuttgart 1970.
- SARNTHEIN, M.: Oberflächensedimente im Persischen Golf und Golf von Oman. II. Quantitative Komponentenanalyse der Grobfraction. — „Meteor“-Forsch.-Ergebnisse, Reihe C, Nr. 5. 113 S., 45 Abb., 8 Tab., 4 Taf. — Berlin, Stuttgart: Borntraeger 1971.
- TRUNKÓ, L.: Geologie von Ungarn. — Beitr. zur Regionalen Geologie der Erde, Bd. 8. IX, 257 S., 109 Abb., 9 Tab., 55 Fotos, 2 Beilagen. — Berlin, Stuttgart: Borntraeger 1969.
- TSAMANTOURIDIS, P.: Neue Beobachtungen über das Rhät der Lombardischen Fazies in der südlichen Brenta-Gruppe, Provinz Trient/Norditalien. (Ein Beitrag zur Rhät/Lias-Grenze.) — Geol.-Paläont. Mitt., Innsbruck, Bd. 1, H. 8. 29 S., 3 Abb., 5 Taf., 1 geol. Kt. — Innsbruck 1971.
- ZEDNICEK, W.: Siebenfaches Sphäritenkreuz. Photographisch festgehaltene Beobachtung einer Foraminifere unter gekreuzten Nikols. — Radex-Rundschau, Jg. 1955, H. 2, 393–394, 2 Abb. — Radenthein 1955.

Tafelerklärungen

Die Dünnschliff-Photos Abb. 1 und 2 sind mit einem Aristophot in der Firma Optische Werke Ernst Leitz GmbH Wetzlar angefertigt worden. Die Aufnahmen zu Fig. 1–31 sind mit dem Raster-Elektronenmikroskop am Geologischen Institut der Universität Bern/Schweiz gemacht worden. Zu den Abbildungen und Figuren ist jeweils die Probennummer und die Vergrößerung angegeben.

Tafel 2

Abb. 1: Dünnschliff; Mikrofaziesbild von Probe x9 (nach Geländebefund „tonreicher Kalk; stark bioturbat“); der Pfeil zeigt nach stratigraphisch unten. Vergrößerung 9,5X, also etwa Lupenvergrößerung.

Das vorliegende Gestein ist mikrofaziell ein Pellet-führender, ± sparitisierter Biomikrit. Die relativ schwache Vergrößerung ermöglicht nur das Erkennen von Filamenten, Dolosparitnestern (z. B. links unten) und einer Grabgangfüllung (unten Mitte).

Abb. 2: *Pseudonodosaria* sp., verkieselt; schiefer Längsschnitt unter gekreuzten Nikols (Probe x7/8; 91X). Zu den oberen zwei Kammern sieht man 2 bzw. 3 Balken der dunklen, etwas verwaschenen Sphäritenkreuze; untere Kammer teilweise mit internem Sediment („Geopetalgefüge“), verdreht zur Orientierung des Gesteins selbst (Pfeil zeigt nach stratigraphisch unten). Nähere Erläuterungen im Text.

Tafel 3

- Fig. 1: *Ammodiscus* sp. (Probe x4; 50X)
Fig. 2: *Glomospira* sp. (Probe x5; 130X)
Fig. 3: *Glomospira* cf. *gordialis* (JONES & PARKER) (Probe x5; 130X)
Fig. 4–6: *Glomospirella* sp., aff. *Gl. facilis* HO (Probe x1; 65X, 75X, 55X)
Fig. 7: *Reophax* sp. (Probe x8; 57X)
Fig. 8: *Reophax* sp. (Probe x1; 95X)
Fig. 9: ? *Reophax* sp. (Probe x8; 95X)

Tafel 4

- Fig. 10, 11: *Ammodiscella* sp. (Probe x8; 80X, 50X)
Fig. 12: *Ammodiscella* sp.; von unten (Probe x8; 40X)
Fig. 13–15: *Ammobaculites* sp. (Probe x8; 120X, 70X, 57X)
Fig. 16: ? *Textularia* sp. (Probe x8; 120X)
Fig. 17, 18: *Trochammina globigeriniformis* (PARKER & JONES) (Probe x8; 200X, 160X)
Fig. 19: *Verneulinoides* sp. (Probe x1; 125X)

Tafel 5

- Fig. 20: *Astacolus* sp. (Probe x7/8; 60X)
Fig. 21: cf. *Astacolus* sp. (Probe x7/8; 60X)
Fig. 22, 23: *Dentalina* sp. (Probe x7/8; 57X, 50X)
Fig. 24: *Dentalina* sp. (Probe x12; 37X)
Fig. 25: *Lenticulina* sp. (Probe x1; 80X)
Fig. 26: cf. *Vaginulina* sp. (Probe x1; 85X)
Fig. 27: cf. *Vaginulina* sp. (Probe x7/8; 75X)
Fig. 28–31: *Pseudonodosaria* sp. (Probe x1; 35X, 44X, 43X, 70X)

Tafel 2

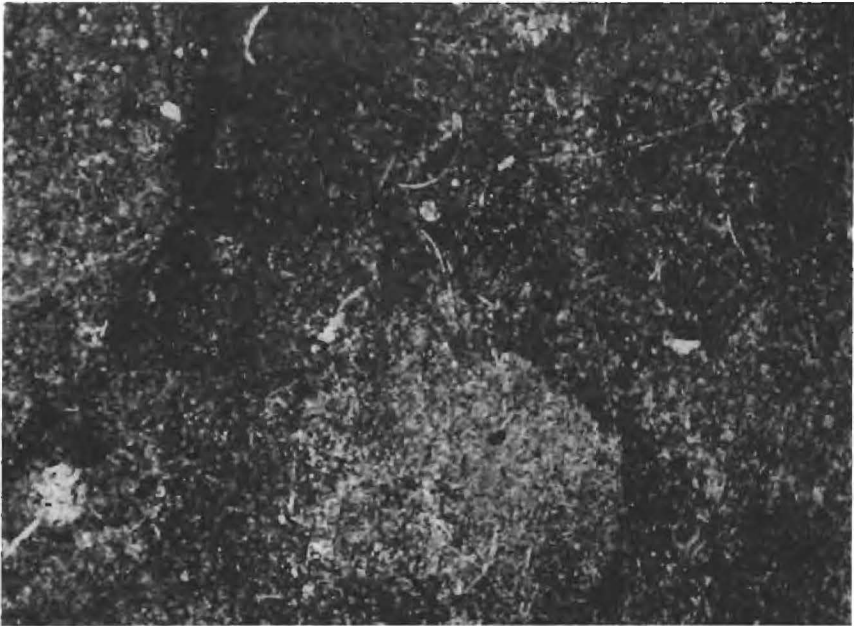
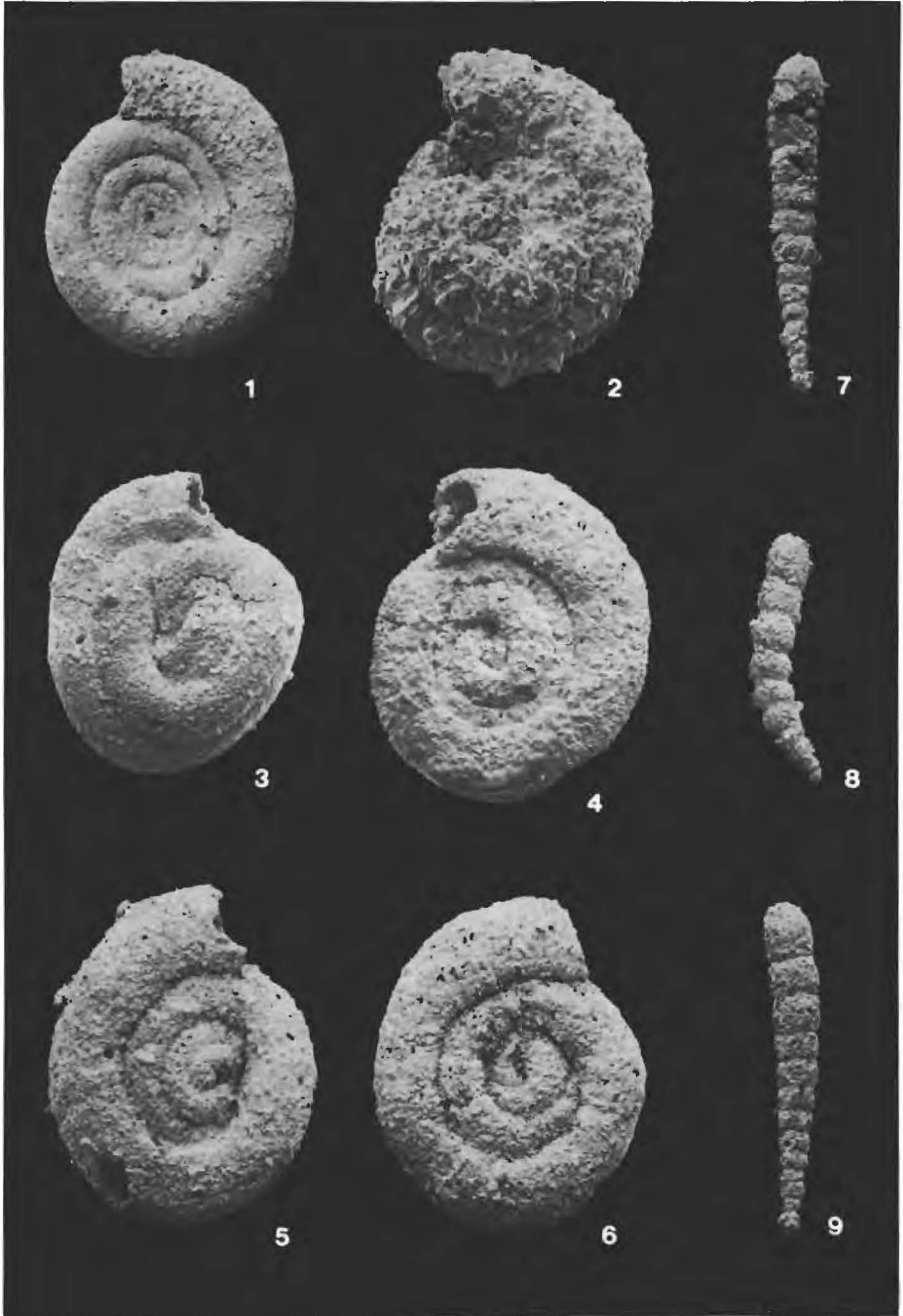


Abb.1

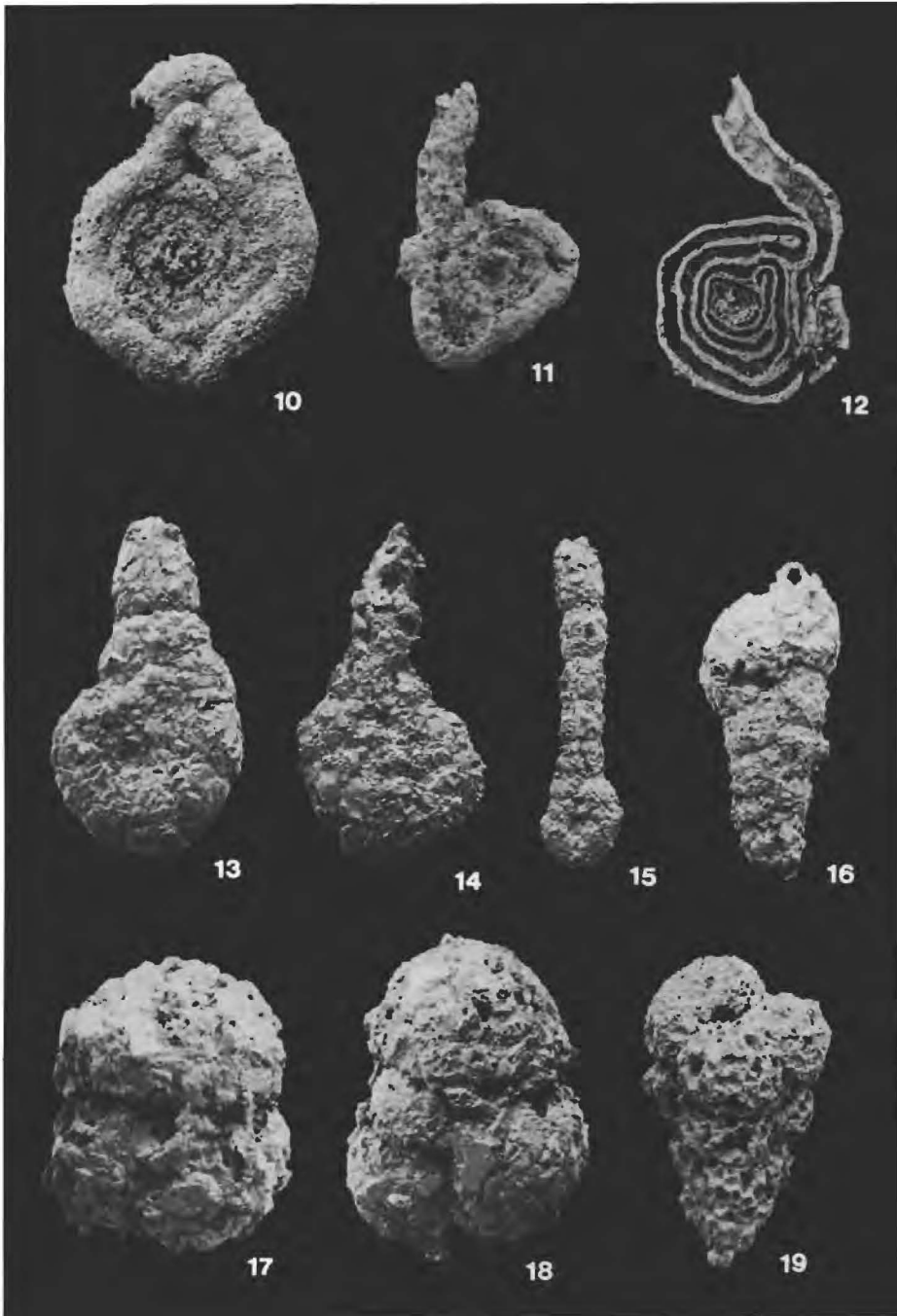


Abb.2

Tafel 3



Tafel 4



Tafel 5

