

## Revision der Charophyten-Flora der Süßwasserschichten und des Kalktertiärs im Mainzer Becken (Ober-Oligozän - Unter-Miozän)

Jürgen Schwarz

**Kurzfassung:** Aus den Süßwasserschichten und dem Kalktertiär (= „Aquitän“: Cerithien-, *Corbicula*- und Hydrobien-Schichten) des Mainzer Beckens werden 26 Charophyten-Arten aus 7 Gattungen beschrieben, wovon eine Art neu ist und acht weitere erstmals für diesen Raum nachgewiesen werden. Alle Gattungen, auch die mit operkulaten Formen, werden zur Familie Characeae gerechnet.

Im biostratigraphischen Teil wird die Zusammensetzung der Charophyten-Floren für jede der sieben bearbeiteten regionalen lithostratigraphischen Einheiten angegeben. Ein Vergleich dieser Floren mit denen des westeuropäischen Tertiärs erlaubt es, die Folge Süßwasserschichten bis oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten mit der oberoligozänen Charophyten-Zone von Marseille-St.-Andre und die Abfolge *Corbicula*-Schichten bis Obere Hydrobien-Schichten mit der untermiozänen Charophyten-Zone von Paulhiac zu koordinieren. Somit reicht das Mainzer Kalktertiär mit seinen jüngsten Vorkommen maximal bis zur Grenzregion Aquitanium/Burdigalium. Charophyten gelten nicht uneingeschränkt als sichere Indikatoren für limnische bis brackische Verhältnisse, nachdem sich gezeigt hat, daß eine rezente Art bei Salinitäten bis fast 70‰ existieren kann.

**Abstract:** From the Süßwasser beds and the Calcareous Tertiary (= "Aquitanian": *Cerithium*, *Corbicula*, *Hydrobia* beds) of the Mainz basin 26 species of charophytes belonging to 7 genera are described, out of which one species is new and eight species are reported for the first time from that region. All genera, including those with operculate forms, are considered as belonging to the family Characeae.

In the biostratigraphic part the composition of the charophyte floras from each of the seven regional lithostratigraphic units studied is indicated. By comparison of the present floras with those of the West-European Tertiary, the sequence Süßwasser beds to upper part of the Upper *Cerithium* beds may be correlated with the Upper Oligocene charophyte zone of Marseille-St.-Andre; the sequence *Corbicula* beds to Upper *Hydrobia* beds is considered equivalent to the lower Miocene charophyte zone of Paulhiac. Therefore the most recent divisions of the Calcareous Tertiary of the Mainz basin reach at best the boundary Aquitanian/Burdigalian. Charophytes may not be classified as absolute indicators of limnic to brackish conditions without restrictions, since it has been shown that one recent species is able to thrive at salinities of nearly 70‰.

### Inhalt

1.	Einleitung .....	8
2.	Zur Stratigraphie der untersuchten Proben .....	11
3.	Zur Morphologie der Charophyten .....	11
3.1.	Der Pflanzenkörper .....	11

3.2.	Der Gyrogonit .....	12
4.	Zur Systematik rezenter und fossiler Charophyten .....	17
5.	Spezieller Teil .....	17
6.	Zur Ökologie rezenter Charophyten und zur Bedeutung fossiler Charophyten für die Paläoökologie .....	48
7.	Zur Biostratigraphie und Paläoökologie .....	49
7.1.	Die Charophyten-Floren .....	49
7.1.1.	Süßwasserschichten .....	50
7.1.2.	Untere Cerithien-Schichten .....	50
7.1.3.	Obere Cerithien-Schichten, unterer Teil .....	50
7.1.4.	Obere Cerithien-Schichten, oberer Teil .....	51
7.1.5.	Corbicidfl-Schichten .....	52
7.1.6.	Untere Hydrobien-Schichten .....	52
7.1.7.	Obere Hydrobien-Schichten .....	53
7.2.	Gliederung nach Charophyten-Assoziationen .....	54
7.3.	Zur Paläoökologie der Charophyten in den Süßwasserschichten und im Kalktertiär des Mainzer Beckens .....	55
7.4.	Vergleich mit anderen Tertiärgebieten .....	56
7.4.1.	Westeuropäische Charophyten-Floren .....	56
7.4.2.	Charophyten-Floren der Türkei .....	58
8.	Bohrprofile und Tagesaufschlüsse .....	59
	Schriften .....	65

## 1. Einleitung

Die mikropaläontologischen Bearbeitungen des mitteleuropäischen Tertiärs sind heute relativ weit gediehen. Zahlreiche Veröffentlichungen, die sich mit Foraminiferen, Ostrakoden, Nannoplankton und anderen Organismengruppen befassen, haben ein deutliches Bild der Paläo-Fauna und -Flora gezeichnet; überdies wurden wertvolle Anhaltspunkte für biostratigraphische und paläoökologische Überlegungen beigetragen.

Ganz anders jedoch verhält es sich mit den Charophyten. Obwohl ihre fossilisierten Fruchtbildungen in den meisten tertiären Ablagerungen nicht selten sind, ist die Kenntnis der fossilen Charophyten-Floren Mitteleuropas noch nicht genügend fortgeschritten; dies gilt in besonderem Maße für das Mainzer Becken. Meist wird das Auftreten von Charophyten nur erwähnt, ohne daß auf die Arten näher eingegangen wird. Nur die taxonomisch sehr detaillierte Untersuchung von Mädler (1955) hat sich eingehend den Charophyten gewidmet, in geringerem Umfang auch Straub (1952).

Für das Mainzer Becken selbst hat sich bisher nur Mowahed-Awal (1970) und Mowahed-Awal (in: Doehl & al. 1972) mit dieser Pflanzengruppe beschäftigt. Welche wertvollen Aussagen, besonders biostratigraphischer und paläoökologischer Art, durch gezielte Untersuchungen der Charophyten-Floren zu erlangen sind, geht aus dem gut bearbeiteten Tertiär Westeuropas (vor allem Frankreichs) und der Türkei hervor.

Die vorliegende Arbeit steht in engem Zusammenhang mit dem von der Deutschen Forschungs-Gemeinschaft geförderten Projekt „Aquitain“ des Mainzer Beckens. In diesem Projekt soll zunächst angestrebt werden, durch möglichst vollständige Erfassung und Neubearbeitung des gesamten Faunen- und Floreninhaltes sowie der Sedimente, eine möglichst genaue Korrelationsmöglichkeit für die traditionsgemäß dem „Aquitain“ zugerechneten Schichten des Kalktertiärs im Mainzer Becken (Mainzer Triade: Cerithien-, *Corbicula*- und Hydrobien-Schichten) herauszuarbeiten. Möglichst exakte beckeninterne Korrelations-

möglichkeiten für die lithostratigraphischen Einheiten sind aber Voraussetzung für alle weiteren aufbauenden paläontologischen und geologischen Untersuchungen, wie Biostratigraphie, Paläoökologie und Paläogeographie.

Es ist das Ziel dieser Arbeit, die im „Aquitanium“ sowie in den Süßwasserschichten des Mainzer Beckens verbreiteten Charophyten zu inventarisieren. Ein besonderes Gewicht kommt dabei dem nomenklatorisch-taxonomischen Teil der Arbeit zu. Nur eine möglichst exakte taxonomische Erfassung des Materials - eine solche fehlt weitgehend - kann Ausgangspunkt für spätere biostratigraphische und paläoökologische Untersuchungen sein. Weiterhin sollen die im „Aquitanium“ des Mainzer Beckens vertretenen Charophyten-Spezies und -Vergesellschaftungen mit denen anderer Tertiärgebiete (Westeuropa, Türkei) verglichen und die Beziehungen erörtert werden.

Die vorliegende Arbeit wurde von Herrn Prof. Dr. K. Rothausen (Mainz) angeregt. Für zahlreiche wertvolle Hinweise und sein stetes Interesse am Fortgang der Untersuchungen gebührt ihm mein ganz besonderer Dank. Herrn Prof. Dr. V. Sonne (Mainz) möchte ich für die Bereitstellung des größten Teils des Materials zu dieser Arbeit und wichtige Angaben zu seiner stratigraphischen Einstufung herzlich danken. Herrn Dr. K. Mädler (Hannover) gilt mein besonderer Dank für die großzügige Bereitschaft, einen Teil des Materials nachzubestimmen und für viele kritische Anmerkungen zur Taxonomie und Nomenklatur tertiärer Charophyten. Frau Dr. I. Soulie-Märsche, Frau Dr. M. Feist-Castel und Frau Dr. N. Grambast (Montpellier) sei herzlich gedankt für die freundliche Überlassung von Literatur sowie viele hilfreiche Hinweise; Frau Dr. Soulie-Märsche übernahm dankenswerterweise darüber hinaus noch einen Vergleich von *Rhabdochara stockmansii* und *Rh. major* aus meinem Material mit den Originalmaterialien Grambast. Ferner schulde ich Dank Herrn Dr. P. Schäfer (Mainz) für die Überlassung von Charophyten aus dem Material zu seiner Dissertation, Herrn Dr. H. Malz (Frankfurt) für die Bereitstellung von Vergleichsmaterial aus der Mikropaläontologischen Abteilung des Forschungsinstitutes Senckenberg, Herrn Prof. Dr. R. Schroeder (Frankfurt) für die Erlaubnis, die Arbeiten am Geol.-Paläont. Institut der Universität Frankfurt durchführen zu dürfen sowie Herrn J. Tochtenhagen (Frankfurt) für die Anfertigung der Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop. Der Deutschen Forschungs-Gemeinschaft danke ich für die Förderung durch Sachmittel. Nicht zuletzt gilt mein herzlichster Dank meinen Eltern, ohne deren fortwährende Unterstützung die Durchführung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Ausgehend von der Einbindung dieser Arbeit in das DFG-Projekt „Aquitani“ Mainzer Becken war ursprünglich vorgesehen, sich auf die mikrofaunistisch streng horizontierten Probenfolgen der Projektmitarbeiter Schäfer, Oehms, und Kadolsky zu beziehen. Dieses Vorhaben mußte jedoch aufgegeben werden, da nur die beiden Profile Alzey/Sommerberg und Göllheim aus der Dissertation Schäfer (1982) Charophyten lieferten, die Profile von Oehms und Kadolsky aber keine Gyrogoniten erbrachten. Abweichend von der ursprünglichen Konzeption basiert diese Arbeit nun weitgehend auf Material des Geol. Landesamtes Rheinland-Pfalz, Mainz.

Es umfaßt mehrere hundert geschlämmte und ausgelesene Proben aus 38 Bohrungen aus dem Stadtgebiet von Mainz sowie dem Straßenprofil Weisenau (Abb. 1). Überdies stand das Originalmaterial zu den Arbeiten Mowahed-Awal (1970) und Mowahed-Awal (in Doebl & al. 1972) zur Verfügung.

Bei den mehr als 3000 Gyrogoniten aus 26 Arten wurden, soweit möglich, die folgenden Parameter gemessen und, sofern wenigstens 50 Stücke verfügbar waren, für jede Art in Histogrammen graphisch dargestellt: Länge, Breite, Breite der Spiralzellen, Anzahl der Windungen, Durchmesser der Basalpore.

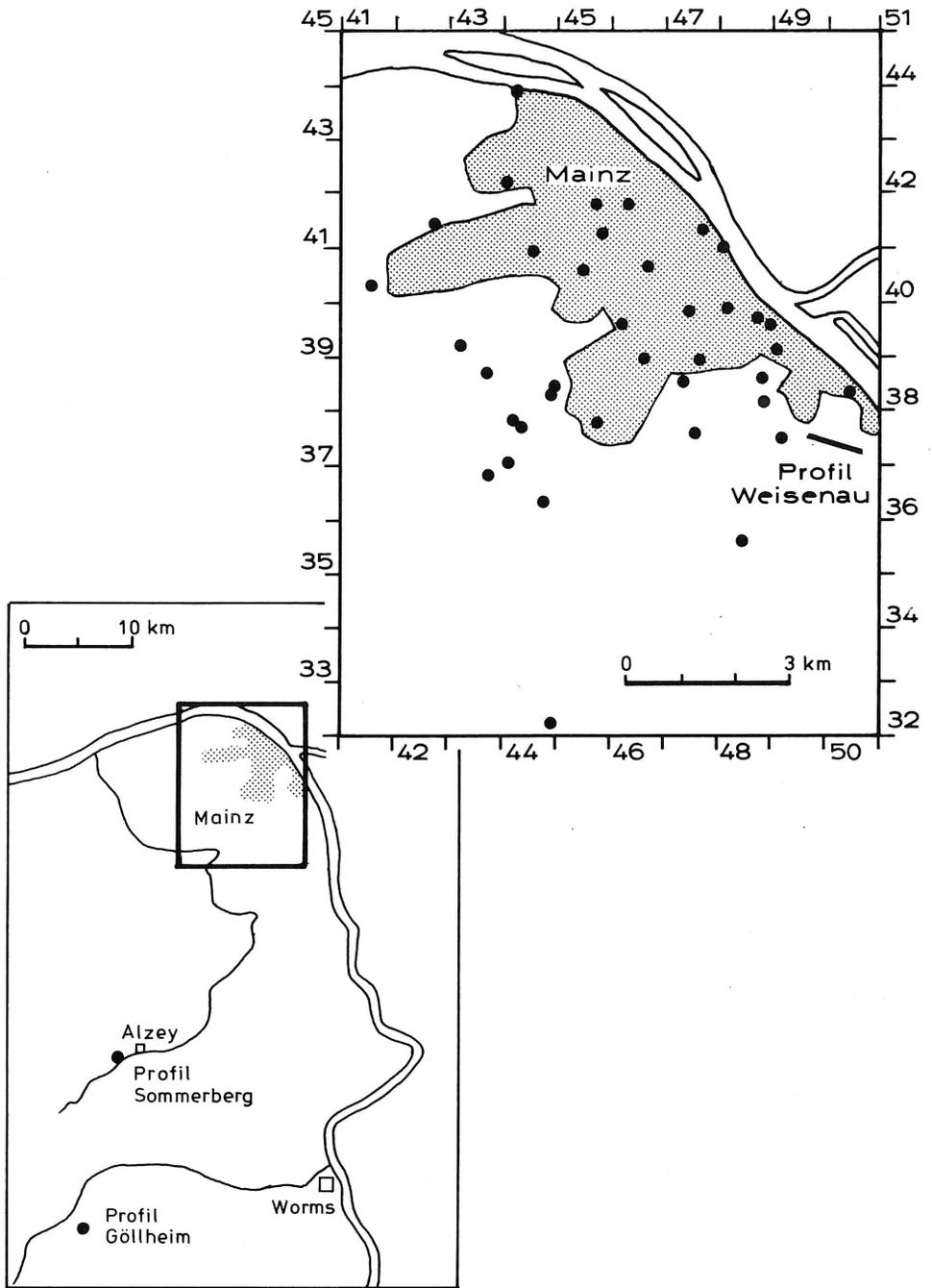


Abb. 1: Lage der Bohrungen und Aufschlüsse im Mainzer Becken.

## 2. Zur Stratigraphie der untersuchten Proben

Die bearbeiteten 38 Bohrprofile und 3 Tagesaufschlüsse überdecken 7 Schichtfolgen des Mainzer Beckens. So sind neben den Süßwasserschichten folgende Abschnitte des Kalktertiärs vertreten:

- Untere Cerithien-Schichten (UCeS)
- unterer Teil der Oberen Cerithien-Schichten (OCeS, unt. Teil)
- oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten (OCeS, ob. Teil)
- *Corbicula*-Schichten (CoS)
- Untere Hydrobien-Schichten (UHyS)
- Obere Hydrobien-Schichten (OHyS)

Die Begriffe Untere Cerithien-Schichten, Obere Cerithien-Schichten, unterer und oberer Teil werden im Sinne von Doebl & al. (1972) gebraucht; Untere Hydrobien-Schichten und Obere Hydrobien-Schichten entsprechen der von Best (1975) gebrauchten Gliederung. Die stratigraphische Zuordnung der einzelnen Proben orientiert sich an den mikropaläontologischen Untersuchungen von Prof. Dr. Sonne und Dr. Schäfer (Mainz); ihre Angaben wurden für diese Arbeit übernommen. Detailliertere biostratigraphische Feingliederungen der einzelnen Schichtfolgen, wie von Wiesner (1967), Kawash (1974), Best (1975), Schäfer (1982) und anderen Autoren dargelegt, ließen sich im allgemeinen auf die bearbeiteten Profile nicht übertragen; sie sind in feinstratigraphischer Hinsicht noch nicht genügend untersucht und aufeinander abgestimmt. Die bislang übliche Einstufung des gesamten Kalktertiärs des Mainzer Beckens ins „Aquitanium“ ist nach dem heutigen Kenntnisstand nicht mehr haltbar. Einerseits bewirkte schon die Neugliederung der Standard-Stratigraphie für das Tertiär (Steininger & Rögl & Martini 1976, Hardenbol & Berggren 1977, Steininger & Rögl 1979) Verschiebungen gegenüber der bisherigen Zuordnung der lithostratigraphischen Einheiten. Andererseits führten aber auch paläontologische Arbeiten zu neuen Interpretationen des Alters der Mainzer Triade. So deutete schon Tobien (1970) nach Befunden der Säugetier-Paläontologie für die Cerithien-Schichten Beziehungen zur oberoligozänen Säuger-Fauna von Coderet an.

Nach Untersuchungen von Nannoplankton-Massenvorkommen aus dem Mainzer Becken und dem Oberrheingraben kam Martini (1978) dann zu der Auffassung, die Cerithien-Schichten seien zumindest bis in die tiefen Teile der Oberen Cerithien-Schichten dem Chatt äquivalent und gehören damit dem Ober-Oligozän an. Aufgrund von Studien über Fisch- und Nannoplankton-Gemeinschaften konnte Martini (1981) Parallelisierungen zwischen den *Corbicula*- und Hydrobien-Schichten des Mainzer Beckens mit den tertiären Stufen im Nordsee-Becken und der Paratethys vornehmen; er kam dabei bis zu mittelmiozänem Alter für die Mainzer Triade. Die im folgenden dargestellten Ergebnisse der Charophyten-Floren weisen allerdings auch für die Oberen Hydrobien-Schichten noch auf untermiozänes Alter hin (Aquitanium, maximal noch Burdigalium nach der revidierten Standard-Stratigraphie; Tab. 4).

## 3. Zur Morphologie der Charophyten

### 3.1. Der Pflanzenkörper

Der vegetative Körper der Charophyten, der Thallus, ist in Nodien und verlängerte Internodien differenziert und durch einen eigenartigen Modus quirlförmiger, armleuchterartiger (Arملهuchteralgen!) Verzweigungen charakterisiert, die in regelmäßigen Abständen an den Nodien erfolgen. Diese Kurztriebe (Seitenäste 1. Ordnung) können an ihren Nodien Seitenäste höherer Ordnung oder auch Langtriebe hervorbringen. Bei vielen Arten gliedern die Nodien noch Bulbillen („Sternchen“) aus, die der vegetativen Verbreitung dienen.

Von größerer Wichtigkeit als die vegetativen Teile sind für diese Arbeit die generativen Organe, vor allem die weiblichen (= Oogonien). Sie entstehen bei den einhäusigen Arten an den Nodien der Seitenäste 1. Ordnung zusammen mit den fossil kaum erhaltungsfähigen männlichen Fortpflanzungsorganen (= Antheridien). Ein Oogonium (oder Sporophydium nach Horn af Rantzien 1956) besteht aus:

- der Oosphäre
- den Hüllzellen
- den fossil selten erhaltenen Coronularzellen
- den Basiszellen: Knotenzelle (node cell, cellule nodale), sterile Eimutterzellen-Derivate (sterile oogonial cell, sister cell, cellule soeur), Stielzellen (pedicel cells, cellules pieds).

Nach der Befruchtung des Oogoniums verkalken die Hüllzellen progressiv mit fortschreitender Reife, am adaxialen Teil beginnend und bilden den Gyrogonit, der die mineralisierten Teile weiblicher Fruchtbildungen von Charophyten darstellt (Soulie-Marsche 1979). Der Gyrogonit ist das eigentliche Untersuchungsobjekt, das der Paläontologie zur Verfügung steht. Die Anlagerung der einzelnen Calcit-Schichten zeigt sehr gut Taf. 12, Fig. 14.

### 3.2. Der Gyrogonit

Die einzelnen Merkmale des Gyrogonits liefern die für die Systematik wichtigen Parameter, die allerdings unterschiedlich zu bewerten sind. Für die Zuordnung zu einer Gattung sind vor allem der Aufbau des Apex und die Ausbildung der Basalplatte (Abb. 3) von eminenter Bedeutung. Die Systematik beruht artspezifisch mehr auf Form und Größe der Fossilien, der Zahl der seitlich sichtbaren Windungen, dem Relief der Spiralzellen und deren Verzierung (Abb. 2).

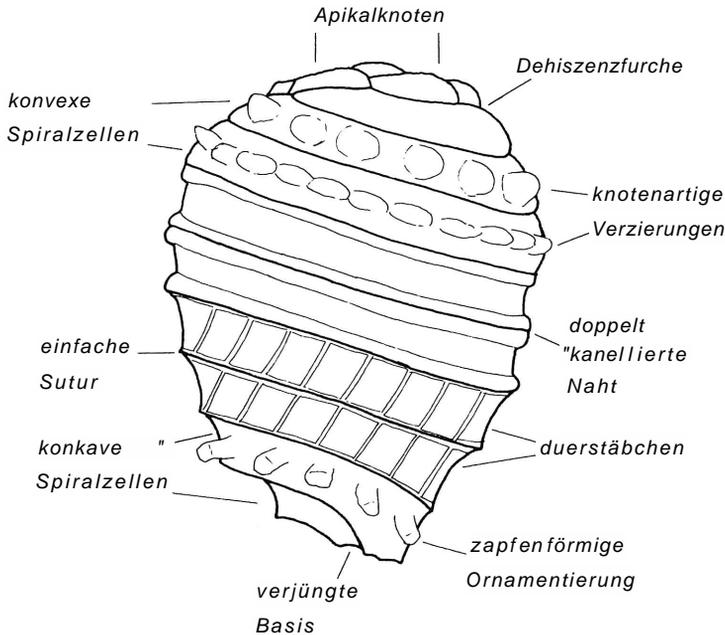


Abb. 2: Zur Morphologie eines Gyrogonits.

Alle äußeren Merkmale unterliegen selbst innerhalb einer Art oft erheblichen Variationen, was in den Histogrammen dargestellt ist. Dies macht es auch schwierig, einzelne Gyrogonite artlich zu bestimmen, wenn sie nicht zu reicheren Proben oder zu stabilen Arten gehören. Man kann nämlich von stabilen und variablen Arten hinsichtlich der meßbaren Parameter sprechen. Stabile Arten sind unter anderem *Chara molassica*, *Ch. nannocarpa* n. sp., *Ch. minutissima*, *Sphaerochara ulmensis* (Knobloch 1975, S. 183). Als variable Arten sind zu nennen: *Chara notata* (Ornamentierung), *Ch. major*, *Nitellopsis meriani*. Die große Variabilität ist nicht verwunderlich, denn eine fossile Population repräsentiert nichts anderes als einen begrenzten Querschnitt durch eine ursprüngliche, natürliche Population. Jene wird nämlich schon primär nur teilweise eingebettet und unterliegt während und nach ihrer Einbettung und Fossilisation mannigfachen äußeren Einflüssen, die das Bild der fossilen Population prägen. An Faktoren, die vor und während der Einbettung wirksam werden, sind Abdriften infolge Strömungen (Fischer 1974), Sortierung nach der Korngröße, Einschwemmung allochthoner Elemente zu nennen; nach der Einbettung, während und nach der Fossilisation wirksam werdende Vorgänge können diagenetische Veränderungen sowie Lösungs- und auch Imprägnationserscheinungen sein.

#### Länge und Breite

Sie gehören zu den individuell, also infraspezifisch variabelsten Parametern und sind teilweise abhängig vom Reifegrad (Alter) des Gyrogonits und dem Milieu, in dem die Pflanze lebt, wie Untersuchungen an rezentem Material zeigten (Souli -Märsche 1979). Extreme des bearbeiteten Materials sind:

*Tolypella* sp.: 205 µm lang, 230 µm breit.

*Chara minutissima*: 220-360 µm lang, 180-320 µm breit.

*Nitellopsis meriani*: 840-1410 µm lang, 690-1160 µm breit.

#### Form

Die Form unterliegt einer großen Variabilität zwischen zylindrischen und breitronden Verhältnissen mit allen Übergängen. *Nitellopsis meriani* und *N. huangis* sind überdies oft verkehrt birnförmig gestaltet. Zur Charakterisierung der Form dient der von Horn of Rantzen (1959) eingeführte Terminus Isopolaritätsindex (ISI).  $ISI = (Länge/Breite) \times 100$ .

Innerhalb einer Art ist der ISI in vielen Fällen weniger großen Schwankungen unterworfen als die Ausgangsparameter Länge und Breite, das heißt große und kleine Individuen zeigen allgemein eine ähnliche Form. Beispiele für verschiedene Formen:

länglich: *Grambastichara cylindrica*: ISI 150-220.

rundlich: *Sphaerochara granulifera*: ISI (75) 95-120.

breitrund: *Tolypella* sp.: ISI 89.

#### Spiralzellen

Die Anzahl der Spiralzellen beträgt bei der Familie Characeae 5, bei aberranten Stücken sind gelegentlich aber auch 4 oder 6 festzustellen. Die Anzahl der im Profil sichtbaren Windungen schwankt bei jeder Art um einen bestimmten Mittelwert; im vorliegenden Material findet man zwischen den Spezies beträchtliche Unterschiede.

*Chara nannocarpa* n. sp.: 7-10 Windungen, meist 8-9.

*Chara major*: 10-17 Windungen, meist 11-14.

Die glatten oder ornamentierten Spiralzellen zeigen im Querschnitt, je nach dem Verkalkungsgrad, konkaven, ebenen oder konvexen Charakter. Bei konkaven Spiralzellen verlaufen die Suturen in Form eines vorspringenden Kammes, bei konvexem Relief der Spiralzellen hingegen liegen sie in der interzellulären Furche. Wird diese beiderseits

von vorspringenden Wülsten begleitet, so entstehen doppelt kanellierte Nähte, wie sie bei zahlreichen *Rhabdochara major* zu beobachten waren (Abb. 2). Bei einigen Exemplaren von *Nitellopsis (Tectochara) meriani* ist eine eigenartige Erscheinung ausgebildet, bei der einzelne Spiralzellen eines Gyrogonits schwach verkalkt sind und eine Art Wachstumshemmung zeigen; sie geben dem Fossil ein aberrantes, korkenzieherartiges Äußeres (Taf. 12, Fig. 9). Eine ähnliche Beobachtung machten Koch & Blissenbach (1960, S. 60, Abb. 14, Fig. 5c) bei „*Tectochara*“ *ucayaliensis*.

#### Gipfel (Apex)

Die Apikalstruktur gilt nach allgemeiner Auffassung als das Hauptkriterium für die Diagnose einer Gattung. So ist ein Genus durch eine bestimmte und recht konstante Kombination von Merkmalen charakterisiert. Der typische Apikalbau ist allerdings nur an vollreifen, gut verkalkten Exemplaren hinreichend entwickelt. Jugendliche Stücke weisen die genotypischen Merkmale oft nur ungenügend auf.

Bei einigen Arten sind die Spiralzellen im Gipfelbereich sowohl in der Breite als auch in der Dicke kaum verändert, wie bei *Tolypella* sp. Bei den meisten Arten jedoch erfahren sie periapikal eine schwache bis starke Modifizierung bezüglich Breite und Dicke. Ebenso variabel ist die anschließende Erweiterung und Verdickung der Spiralzellen im apikalen Zentrum, die Anlaß zur Bildung einer schleudersternförmigen Rosette mit Apikalknoten, dem Operkulum sein kann. Im Falle der *Grambastichara*-Arten sind bei einem Teil der vollreifen Stücke die verdickten Enden der Spiralzellen zu einer einheitlichen Kalotte verschmolzen. Einige wenige Stücke von *Grambastichara? elongata* sind mit einer besonderen apikalen Struktur versehen, die von Soulie-Märsche (1979, S. 87, Taf. 11, Fig. 1-8) mit dem Terminus pseudoporocharoid belegt wurde: die apikalen Enden der Spiralzellen sind angeschwollen und deutlich in die Länge gezogen (Taf. 12, Fig. 13).

#### Basis

Die Basis der meisten der hier vorkommenden Charophyten ist im allgemeinen gut abgerundet bis leicht gestutzt. Nur *Nitellopsis huangi* weicht durch eine verlängerte, ausgezogene und am Ende gestutzte Basis ab (Taf. 11, Fig. 8-11). Die basalen Enden der Spiralzellen umschließen eine Basalpore, deren Durchmesser und Tiefe artlich, teilweise auch individuell verschieden sind. Teils liegt die Basalpore auf dem gleichen Niveau wie die umgebenden Spiralzellen, teils sind deren basale Enden schräg gestutzt und bilden in ihrer Gesamtheit einen variablen Basaltrichter mit der zentralen Basalpore am Grunde (Taf. 11, Fig. 7b, 8b). Bei zahlreichen *Nitellopsis meriani*, *N. huangi*, *Rhabdochara stockmansi* und *Rh. major* ist dieses Merkmal zu finden; es scheint sich aber nicht als diagnostisches Kriterium zu eignen, da es nicht konstant auftritt. So zeigen die meisten Stücke von *Nitellopsis meriani* aus den Profilen Sommerberg und Göllheim diesen Trichter, bei Exemplaren aus der Bohrung Hilton 1 fehlt er aber fast immer.

#### Basalplatte

Bei allen untersuchten Charophyten wird die Basalpore innen von einem besonderen Element, der Basalplatte verschlossen (Abb. 3). Sie geht aus der Verkalkung des sterilen Eimutterzellen-Derivates hervor, das, am oberen Teil beginnend, in einem für jede Gattung typischen Grad verkalkt (Grambast 1956 a). In der Unterfamilie Charoideae ist die Basalplatte in einem Stück entwickelt, in der Unterfamilie Nitelloideae besteht sie aus 2-3 Komponenten. Die Form der Basalplatte ist innerhalb eines Genus erstaunlich konstant und macht sie damit - nach dem Apikalbau - zu einem auf Gattungsebene hervorragend verwertbaren Merkmal; die Höhe der Basalplatte ist allerdings abhängig vom Verkalkungs-

grad. Zur Definition und Abgrenzung einer Gattung ist also die Kombination der Merkmale von Apikalbau und Basalplatte besonders geeignet. So ist in den Fällen undeutlich ausgeprägten Apikalbaus eine Gattungszuweisung aufgrund der Ausbildung der Basalplatte möglich (*Nitellopsis meriani*, *Rhabdochara major*).

- *Nitellopsis* weist im Inneren des Gyrogonits eine sehr dünne, subpentagonale, zuweilen leicht gebogene Basalplatte auf (Taf. 14, Fig. 7; Grambast 1956 b, S. 114).
- *Rhabdochara* und *Stephanochara* zeigen einen Pyramidenstumpf mit unregelmäßig hohler, unvollständig verkalkter Unterseite (Taf. 14, Fig. 3-5).
- *Chara* (einschließlich *Grambastichara*) zeigt eine pentagonale Platte variabler Höhe gemäß dem Verkalkungsgrad (Taf. 13, Fig. 1-8, Taf. 14, Fig. 1-2).
- *Sphaerochara* ist gekennzeichnet durch eine hohe Platte mit typischer, kreisförmiger Oberseite und sternförmiger Unterseite. Sie ist von außen gut sichtbar, da sie die Basalpore im Niveau der Wand des Gyrogonits verschließt (Taf. 14, Fig. 6; Grambast 1956 a, Fig. 6 und 7).
- *Tolypella* hat eine zusammengesetzte Basalplatte (Taf. 6, Fig. 8c).



Abb. 3: Längsschnitt durch den basalen Teil eines Gyrogonits mit Lage der Basalplatte.

#### Ornamentierung

Zahlreiche fossile Charophyten-Arten tragen auf ihren Spiralzellen Verzierungen. Es sind im wesentlichen drei Typen zu unterscheiden:

- Unregelmäßige, begrenzte Aufwölbungen der Oberfläche, teilweise zu flügelartigen Auswüchsen gesteigert (Taf. 11, Fig. 7a). Dieser Typus ist stark vom Verkalkungsgrad des Gyrogonits abhängig. Beobachtet bei: *Sphaerochara nodosa*, *S. davidi*, auch bei *Nitellopsis meriani* und *N. huangi* aus den Profilen Sommerberg und Göllheim.
- Knoten- oder zapfenförmige Protuberanzen (Abb. 2) auf der Oberfläche. Hauptsächlich bei *Chara notata* und *Ch. microcera*, in einem Ausnahmefall sogar bei *Grambastichara tornata* (Taf. 4, Fig. 9a, b).
- Von einer Sutur zur anderen schräg verlaufende Querstäbchen (Abb. 2), hier bei *Rhabdochara langeri* (Taf. 7, Fig. 6) und *Rh. cf. praelangeri* (Taf. 8, Fig. 1).

Bezüglich des taxonomischen Gewichts der Ornamentierung bestehen in der Literatur recht kontroverse Auffassungen: Horn af Rantzen und Mädler messen der Ornamentierung gattungsbestimmenden Charakter bei, Grambast, Feist-Castel, Soulie-Märsche und andere Autoren sehen darin ein Merkmal, das allenfalls der Abgrenzung von Arten dienen kann.

Anhand des bearbeiteten Materials selbst erscheint es am sinnvollsten, die Auffassung von Grambast (1957) zu vertreten, daß Ornamentierung als alleiniges Merkmal zur Charakterisierung einer Gattung nicht ausreicht. Als nachgeordnetem Merkmal hinter Apikalbau und Art der Basalplatte kommt dem Grad der Verzierung nur artspezifische Bedeutung zu.

#### Begründung

- Morphologisch vergleichbare und einander nahestehende, da in Apikalbau und Basalplatte übereinstimmende Arten wie *Chara molassica* (glatt) und *Ch. notata* (wechselnd stark verziert) würden sonst auf getrennte Gattungen verteilt.
- Es gibt ferner zahlreiche Arten, die in einer in sich geschlossenen Population starke Variabilität und alle Übergänge in der Ornamentierung zeigen, also zu einem beachtlichen Prozentsatz auch völlig glatte Stücke aufweisen, wie *Sphaerochara davidi* (Soulie-Märsche 1979, Taf. 44, Fig. 1-9) und *Rhabdochara praelangeri* (Castel 1967, Taf. 20, Fig. 1-9; Soulie-Märsche 1979, Taf. 38, Fig. 1-12). Es erscheint wissenschaftlich nicht haltbar, die glatten Stücke solcher Populationen auszulesen und als Angehörige einer anderen Gattung zu beschreiben.

Die Ornamentierung ist zum Teil vom Reifegrad, das heißt von der Stärke der Verkalkung des Gyrogonits abhängig. Zum anderen Teil dokumentiert sie wohl eine biologische Reaktion auf äußere Einflüsse. Deren Natur sowie ihre Wirkungsweise auf den Pflanzkörper ist unbekannt, da keine rezenten Arten mit Verzierungen in den Spiralzellen bekannt sind und so für einen direkten Vergleich zur Verfügung stehen. Es bleibt daher nur, die Ornamentierung als ein zum biologischen Inventar bestimmter Arten gehöriges Merkmal zu werten und es entsprechend als artunterscheidendes Kriterium einzusetzen.

#### Besonderheiten

##### „Bohrlöcher“

Bei einer Anzahl Gyrogonite von *Rhabdochara stockmansi*, *Nitellopsis meriani* und *N. huangi*, insbesondere aus den Profilen Sommerberg und Göllheim, ist die Oberfläche teilweise von kleinen Löchern durchsetzt. Diese weisen rundliche bis ovale Formen auf, haben einen Durchmesser bis 40 µm und sind in vielen Fällen mit weißer Matrix ausgefüllt. Die betreffenden Exemplare erwecken den Eindruck, als ob die Löcher von bohrenden Organismen, wie Gastropoden, hervorgerufen worden wären (Taf. 8, Fig. 3-4; Taf. II, Fig. 1 und 11). Beobachtungen über „Kanäle“ in der Gyrogonitenwand von *Nitellopsis meriani* und *N. huangi* machte Castel (1967, S. 516).

##### Verlängerte Gestalt

Einige Gyrogonite fallen durch eine abnorm verlängerte, stengelig-röhrenartige Form auf. Nach den äußeren Merkmalen dürfte es sich um aberrante *Grambastichara* sp. handeln (Taf. 12, Fig. 5-7).

##### Inkrustationen

In der Bohrung Nieder-Olm 3 sind zwei Gyrogonite durch einen bemerkenswerten Erhaltungszustand ausgezeichnet: Sie sind vollkommen inkrustiert, schwarz gefärbt und apikal ist die Umhüllung in eine lange Spitze ausgezogen. Schemenhaft pausen sich durch die Hülle die Spiralzellen hindurch (Taf. 12, Fig. 3-4). Vergleichbare Verhältnisse berichten Castel (1969, Fig. 4 und 5) und Feist-Castel (1975, Taf. 2, Fig. 11) von der eoänen *Microchara vestita* sowie Soulie-Märsche (1979, Taf. 22, Fig. 4 und 5) von der rezenten

*Charavulgaris*. Allerdings sind die von diesen Autoren beobachteten Exemplare apikal nicht so stark verlängert wie die hier vorliegenden. Über die Gründe dieser eigenartigen Erscheinung ist bisher nichts bekannt.

#### 4. Zur Systematik rezenter und fossiler Charophyten

Die herkömmliche Systematik der rezenten Charophyten ist auf den morphologischen Merkmalen des Thallus (Disposition der Stipulodien, Berindung und andere Eigenschaften) gegründet. Demgegenüber fußt die Systematik der fossilen Charophyten auf den morphologischen Merkmalen der Gyrogonife, da vegetative Teile weitgehend unbekannt sind. Sie ist in strengem Sinne also eine künstliche Systematik mit Organgattungen und -spezies (Horn af Rantzien 1959). Diese Tatsache hat zur Aufstellung einer parallelen Nomenklatur für rezente und fossile Charophyten selbst bei einheitlichen Gyrogoniten geführt, wie *Chara/Charites*, *Nitella/Nitellites*, *Nitellopsis/Tectochara*. Ausgenommen sind die wenigen Fälle, in denen fossile Gyrogonite zusammen mit ihren vegetativen Teilen beschrieben wurden, wie *Chara sausari* (Horn af Rantzien 1959, S. 56), *Chara* sp. (Geerlings & al. 1980) und *Nitellopsis ixtapensis* (Daily & Durham 1966). Nun hat aber Soulié-Märsche (1979, S. 197, 219) gezeigt, daß sich auch die rezenten Gattungen an ihren isolierten Gyrogoniten eindeutig identifizieren lassen, was schon Grambast (1962a, S. 63) andeutete, und daß die Morphologie der Gyrogonite die natürlichen Beziehungen der Arten zueinander wohl überhaupt besser widerspiegelt als die vegetativen Teile. Die grundlegende Bedeutung der vegetativen Teile für die Systematik der rezenten Charophyten wurde schon von Proctor (1975) nach seinen Interfertilitätsversuchen in Zweifel gezogen. Die Interfertilität als grundlegendes Kriterium zur biologischen Definition einer rezenten Art war nämlich bei einer Anzahl herkömmlich, also vegetativ begründeter Arten keineswegs gesichert. Es erscheint somit sicher, daß bei entsprechenden morphologischen Gegebenheiten der Gyrogonite auch für fossile Formen die rezenten Gattungsnamen angewandt werden können.

#### 5. Spezieller Teil

Nachfolgend werden alle im bearbeiteten Material identifizierten Taxa aufgelistet und beschrieben sowie ihre stratigraphische Verbreitung im „Aquitanium“ des Mainzer Beckens diskutiert. Da bei einem Teil der Bohrungen Süßwasserschichten (SWS) und eventuell die oberen Bereiche des Cyrenenmergels (CyM) durchteuft waren, wurde dies mit berücksichtigt. Außer einer taxonomischen Charakterisierung wurden für alle Arten, bei denen mindestens 50 Exemplare zur Auswertung vorlagen, Histogramme aufgestellt, ferner für jede Art die bislang bekannte stratigraphische Reichweite aufgezeigt. Wegen der in den letzten Jahren erfolgten Neugliederung der Standard-Stratigraphie wurden alle stratigraphischen Zuordnungen älterer Autoren daraufhin überprüft. In den Fällen, in denen sich Abweichungen ergaben, wurden diese ausdrücklich in folgender Weise vermerkt: (heute: . . .).

Abteilung Charophyta  
Klasse Charophyceae  
Ordnung Charales  
Familie Characeae Richard, 1815

Merkmale der Gyrogonite: Gyrogonite mit fünf linksgewundenen Spiralzellen, die sich am Gipfel berühren.

Alle hier beschriebenen Gattungen werden als zur rezenten Familie Characeae gehörig betrachtet (Grambast 1962 a). Eine Abtrennung von Formen mit Deckelbildung (Operkulum) am Apex als Familie Tectocharaceae, wie von Mädler & Staesche (1979, S. 103) praktiziert, läßt sich wegen der in dieser Arbeit vertretenen Gattungsauffassung nicht durchführen, denn

- sonst würde *Chara* zur Familie Characeae gehören, *Grambastichara* aber zur Familie Tectocharaceae,
- *Sphaerochara* Mädler, 1952, und die synonyme *Maedlerisphaera* Horn af Rantzien, 1959, würden gleichfalls verschiedenen Familien angehören.

Unterfamilie Charoideae Al. Braun ap. Migula

Merkmale der Gyrogonite: Gyrogonite mit Spiralzellen, die sich am Gipfel berühren; Basalplatte einfach.

Genus *Chara* Vaillant, 1719

Merkmale der Gyrogonite: Meist oval. Spiralzellen auch bei stark verkalkten Stücken meist konkav bis eben; periapikal deutlich verengt und dünner; Enden der Spiralzellen deutlich verbreitert, aber meist nicht verdickt; Basalplatte pentagonal, Höhe je nach Verkalkungsgrad variabel.

*Charites* wird als Synonym zu *Chara* betrachtet; Gyrogonite der Typus-Art *Charites molassica* weisen eindeutig die Merkmale rezenter *Chara*-Gyrogonite auf.

*Charamolassica* Straub, 1952

Taf. 1, Fig. 1-3; Taf. 13, Fig. 1; Abb. 4

\* 1952 *Chara molassica*.- Straub, S. 466, Taf. A, Abb. 1-3.

1959 *Charites molassica*.- Horn af Rantzien, S. 59, Taf. 1, Abb. 2-7.

v-1970 *Charites molassica*.- Mowahed-Awal, S. 13, Taf. 1, Abb. 1.

Beschreibung: Ovale bis länglich-ovale, auch zylindrische Gyrogonite (ISI 125-170, meist 130-145). Länge 340-520 pm, meist 375-425 pm, Breite 240-380 pm, meist 275 bis 325 pm. Apex gut gerundet, Basis ebenfalls abgerundet bis schwach verjüngt. Spiralzellen konkav, viel seltener eben, 30-60 pm, meist 40-50 pm breit. Am Rande des Apex meist auf 30-40 pm verschmälert, die Enden meist wieder eine Breite von 60-70 pm erreichend. Im Profil 8-12, meist 10-11 Windungen sichtbar. Basalpore pentagonal, 20 bis 50 pm, meist 20-40 pm äußerer Durchmesser. Basalplatte typisch für die Gattung *Chara*: leicht pyramidenförmig bis zylindrisch mit scharfen Kanten; Oberseite etwa 50 pm Durchmesser, die kleinere Unterseite etwas granuliert; Höhe etwa 30 pm (Taf. 13, Fig. 1).

Beziehungen:

- Die morphologisch oft ähnliche *Chara notata* ist durch die Ausbildung von Knötchen in den Spiralzellen gekennzeichnet.
- Minusvarianten oder unreife, konkav ausgebildete Stücke von *Grambastichara tornata* sind in aller Regel etwas größer, doch in Einzelstücken bleibt die Interpretation schwierig.
- Wegen der Differenzen zu *Chara nannocarpa* n. sp., siehe dort.

Material: rund 230 Exemplare.

Vorkommen: Von der oberen Hälfte des unteren Teils der OCeS bis in die höchsten OHyS verbreitet, generell recht schwach, lediglich an der Basis der OHyS ein Massenvorkommen (Bohrung Mainz-Bretzenheim, Bergweg A). In Mitteleuropa liegt der Schwerpunkt dieser Art im Chatt und Aquitan (Mädler 1955), in der Türkei ist sie vom Ober-Eozän bis zum Quartär nachgewiesen (Mädler & Staesche 1979, S. 85).

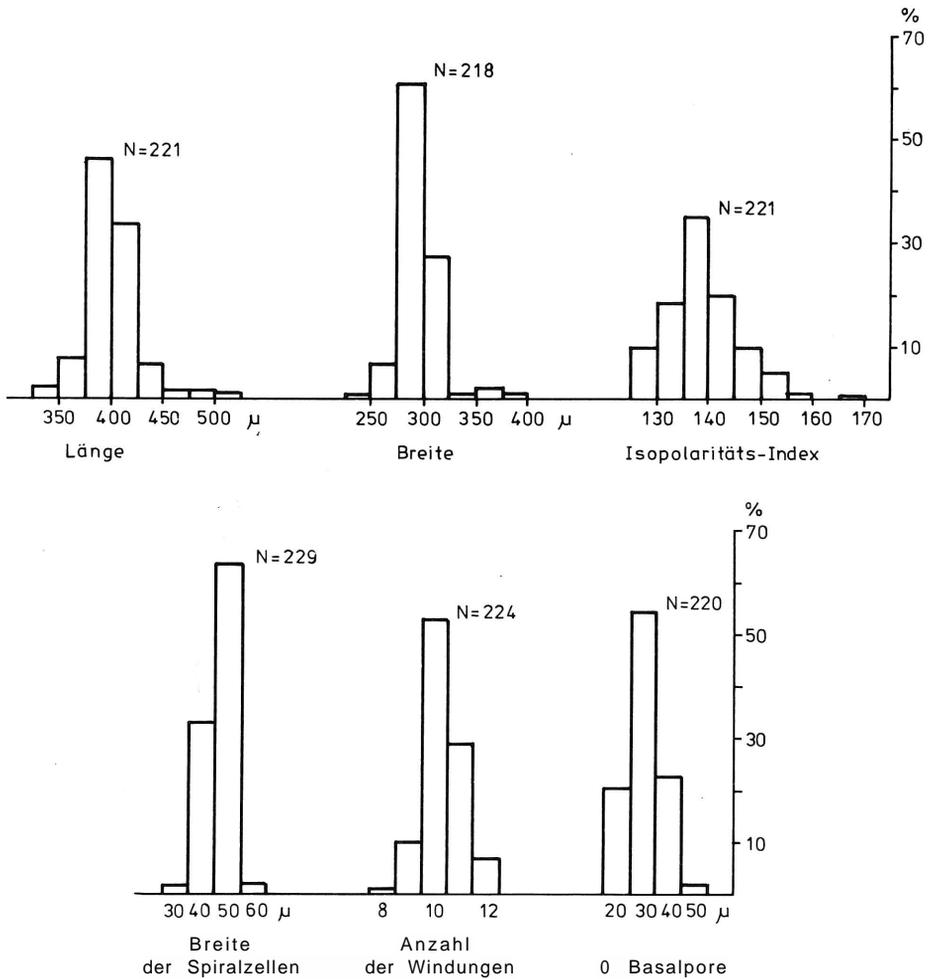


Abb. 4: Histogramme von *Chara molassica* Straub, 1952.

*Chara minutissima* (Mädler, 1955) Schwarz, 1984

Taf. 1, Fig. 9-11; Taf. 12, Fig. 12; Abb. 5

\* 1955 *Tectocharaminutissima*. - Mädler, S. 292, Taf. 26, Abb. 1-6.

1959 *Charites minutissima*. - Horn af Rantzien, S. 64, Taf. 1, Abb. 8-12.

v-1970 *Charites minutissima*. - Mowahed-Awal, S. 15, Taf. 1, Abb. 2.

v-1972 *Charites minutissima*. - Mowahed-Awal [in Doehl & al.], S. 47, Taf. 8, Abb. 1.

1984 *Chara minutissima*. - Schwarz, S. 206, Tab. 1.

Beschreibung: Gyrogonife von kugelig bis ovaler, vereinzelt auch zylindrischer Form (ISI 90-150, meist 110-130).

Länge 220-360 pm, meist 250-300 pm, Breite 180-320 pm, meist 225-250 pm. Apex im allgemeinen leicht gespitzt. Basis gut gerundet, kaum gespitzt oder gestutzt. Spiralzellen leicht bis stark konkav, sehr selten eben, 30-50 pm breit, meist 30-40 pm. In der apikalen Peripherie meist auf 30-40 pm verengt, am Ende meist wieder 30-50 pm breit. Seitlich 7-12 Windungen sichtbar, im allgemeinen 9-10. Pentagonale Basalpore 20 bis 50 pm Durchmesser, meist 30-40 pm, von einer für die Gattung *Chara* typischen Basalplatte verschlossen (Taf. 12, Fig. 12).

Beziehungen: Wegen der Unterschiede zu *Chara nannocarpa* n. sp., siehe Tab. 1.

Material: etwa 670 Exemplare.

Vorkommen: Diese häufigste *Chara*-Art mit den kleinsten Gyrogoniten im Mainzer Becken ist vom CyM/SWS (massenhaft) bis zum unteren Drittel der OHyS verbreitet, wo lediglich noch sporadische Einzelvorkommen vorliegen. Charakteristische Massen-

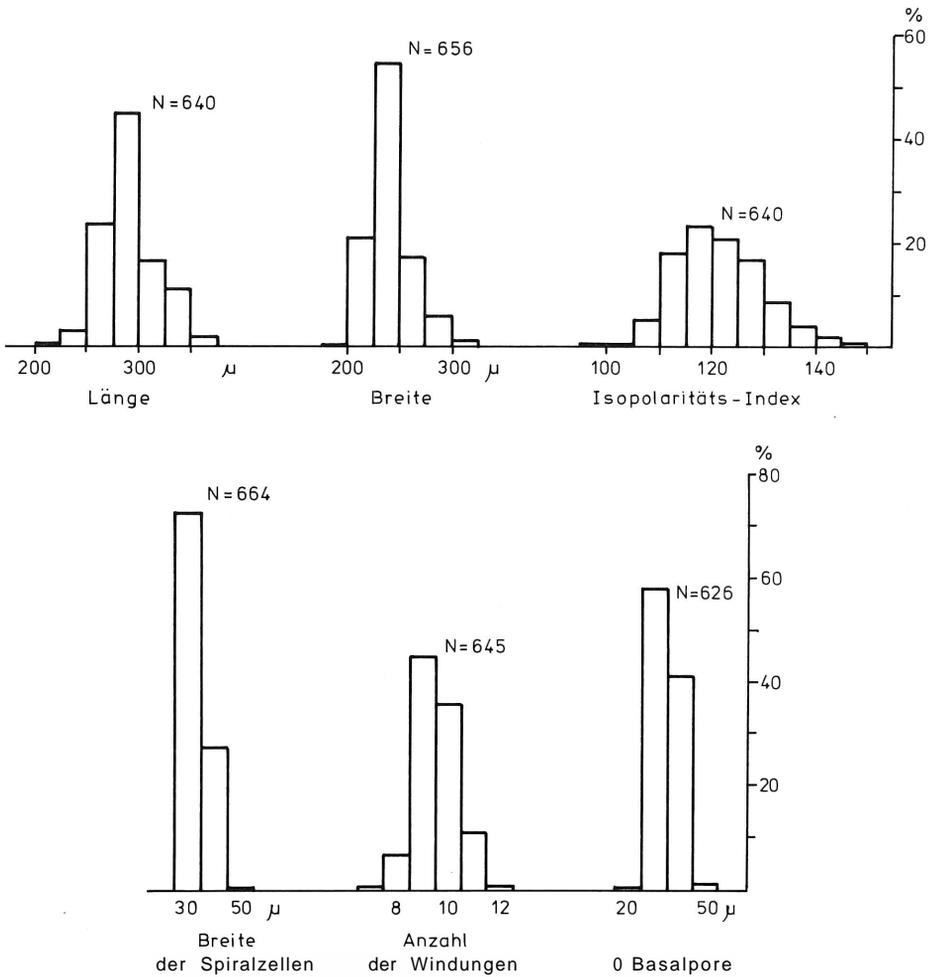


Abb. 5: Histogramme von *Chara minutissima* (Mädler, 1955) Schwarz, 1984.

vorkommen in CyM/SWS und UCeS. Die in Mitteleuropa für das Chatt-Aquitän typische Art (Mädler 1955) ist aus der Türkei vom Eozän bis Ober-Pliozän (Villafranchium) nachgewiesen (Mädler & Staesche 1979).

*Chara nannocarpan*. sp.

Taf. 1, Fig. 4-8; Abb. 6

v-1970 „*Chara*“ *parvula*.- Mowahed-Awal, S. 18, Taf. 1, Abb. 4.

Name: von *davvoc*; (griech.) = Zwerg und *hexaptotoc*; (griech.) = Frucht, in Anbetracht der sehr kleinen Gyrogonite.

Diagnose: Rundlich-ovale, kleine Gyrogonite mit den diagnostischen Merkmalen der Gattung *Chara*; Apex meist etwas zugespitzt, Basis in der Regel abgerundet, Spiralzellen konkav. Die neue Art steht nach ihrem morphologischen Erscheinungsbild zwischen *Chara molassica* und *Ch. minutissima*.

Holotypus: Taf. 1, Fig. 6 a, b; Mainz, Geol. Landesamt Rheinland-Pfalz, Nr. 6015/1302/7.

Locus typicus: Mainz, Bohrung Jägerstraße, 3-4 m.

Stratum typicum: Obere Hydrobien-Schichten.

Paratypen: Mainz, Geol. Landesamt Rheinland-Pfalz, Nr. 6015/1302/8-40.

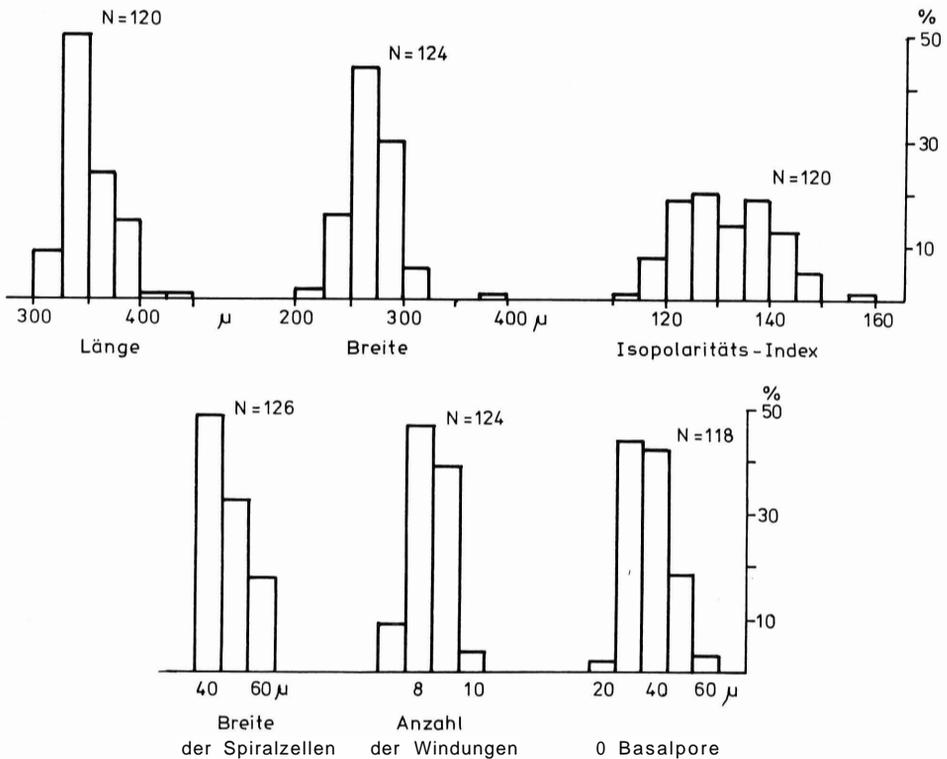


Abb. 6: Histogramme von *Chara nannocarpan*. sp.

Beschreibung: Rundlich-ovale bis längliche Gyrogonite (ISI 110-160, meist 120-140), Länge 310-430 pm, meist 325-360 pm, Breite 210-380 pm, meist 250-300 pm. Charakteristisch ist der zugespitzte Apex und die gerundete, gelegentlich gespitzte Basis. Spiralzellen konkav (oft recht stark) sehr selten eben. Breite der Spiralzellen 40-60 pm, im allgemeinen 40-50 pm, am Rande des Apex meist auf 30-40 pm verschmälert, ihre Enden stark verbreitert auf 60-80 pm. Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen 7-10, meist jedoch 8-9. Eine für die Gattung *Chara* typische Basalplatte verschließt die pentagonale, 20-60 pm, meist 30-50 pm im Durchmesser betragende Basalpore.

Beziehungen: Wegen der Beziehungen zu *Chara molassica* und *minutissima*, siehe Differentialdiagnose in Tab. 1.

Bemerkung: Mowahed-Awal (1970, S. 18) beschreibt aus den Hydrobien-Schichten des Mainzer Beckens „*Chara*“ *parvula*. Nach Horn auf Rantzien (1959, S. 136, Taf. 16, Abb. 10-13) ist dieses eine zur Gattung *Sphaerochara* gehörende Art; das läßt auch die Originalbeschreibung Reid & Groves (1921, S. 188, Taf. 6, Abb. 4-5) vermuten. Das Belegmaterial zu Mowahed-Awals Arbeit zeigt jedoch eindeutig *Chara nannocarpa* n. sp., die keinerlei Beziehungen zur Gattung *Sphaerochara* aufweist.

Material: etwa 130 Exemplare.

Vorkommen: Abgesehen von Einzelvorkommen ab CyM/SWS ist die neue Art kennzeichnend für die Hydrobien-Schichten, besonders die OHyS. Sie unterscheidet sich somit auch in ihrer stratigraphischen Verbreitung von der ähnlichen *Chara minutissima* und ist außerhalb des Mainzer Beckens bisher nicht bekannt.

Tab. 1: Unterschiede zwischen *Chara minutissima*, *nannocarpa* n. sp. und *molassica*. Mittelwerte in Klammern.

	<i>Chara minutissima</i>	<i>Chara nannocarpa</i> n. sp.	<i>Chara molassica</i>
ISI	90-150 (110-130)	110-160 (120-140)	125-170 (130-145)
Länge (pm)	220-360 (250-300)	310-430 (325-375)	340-520 (375-425)
Breite (pm)	180-320 (225-250)	210-380 (250-300)	240-380 (275-325)
Apex	leicht gespitzt	meist gespitzt	gut gerundet
Basis	gut gerundet, kaum gespitzt oder gestutzt	meist gerundet, aber auch gespitzt	gerundet bis leicht verschmälert
Spiralzellen	leicht bis stark konkav, sehr selten eben	± stark konkav, kaum eben	konkav, viel seltener eben
Spiralzellen, Breite (pm)			
Äquator	30-50 (30-40)	40-60 (40-50)	30-60 (40-50)
Peripherie	30-40	30-40	30-40
apikales Zentrum	30-50	60-80	60-70
Windungen	7-12 ( 9-10)	7-10 ( 8- 9)	8-12 (10-11)
Basalpore			
Ø (pm)	20-50 (30-40)	20-60 (30-50)	20-50 (20-40)

*Chara notata* Grambast & Paul, 1965

Taf. 2, Fig. 1-10; Taf. 13, Fig. 2-3; Abb. 7

- 1952 *Chara molassica* forma a. - Straub, pro parte, S. 467, Taf. A, nur Abb. 4 (Holotypus).  
1955 *Kosmogrya ovalis*. - Mädler, pro parte, S. 302, Taf. 26, nur Abb. 29 (Holotypus).  
1959 *Croftiella ovalis*. - Horn af Rantzien, pro parte, S. 108, Taf. 11, Abb. ?7-16.  
\* 1965 *Chara notata*. - Grambast & Paul, S. 245.  
v-1970 „*Chara notata*. - Mowahed-Awal, S. 21, Taf. 1, Abb. 6.  
1979 *Microchara ovalis*. - Mädler, in Mädler & Staesche, S. 99, Taf. 6, Abb. 4-9.

Beschreibung: Gyrogonite von rundlich-ovaler bis länglicher und zylindrischer Form (ISI 105-180, meist 125-145) mit gut gerundetem Apex und ebenso gut gerundeter, selten leicht gestutzter oder gespitzter Basis. Länge 340-630 pm, meist 400-475 pm, Breite 220-440 pm, meist 300-375 pm. Im Profil 8-13, meist 9-11 Windungen sichtbar. Basalpore pentagonal, äußerer Durchmesser 10-60 pm, im allgemeinen 30-50 pm. Basalplatte in Form eines Pyramidenstumpfes, etwa 35-40 pm hoch, Oberseite 55-60 pm Durchmesser, die leicht körnige Unterseite 30-35 pm Ø (Taf. 13, Fig. 2-3). Spiralzellen leicht konkav (typisch), aber bei zahlreichen Exemplaren auch eben oder sogar leicht konvex (stark verkalkte Stücke!), 30-80 pm, meist 40-60 pm breit, periapikal auf 30-40 pm verengt, zentral auf 60-80 pm verbreitert. Das charakteristischste, zugleich aber auch starken Schwankungen unterworfenen Merkmal von *Chara notata* ist die Ornamentierung. In einreihiger Anordnung finden sich mehr oder weniger regelmäßig auf den Spiralzellen Knötchen, bei stärker verkalkten und verzierten Stücken auch zapfenförmige Gebilde. Alle Übergänge von extrem ornamentierten Exemplaren mit sehr dicht stehenden Knötchen oder Zapfen (Taf. 2, Fig. 8) bis zu fast „nackten“ Stücken sind nachzuweisen; letztere tragen aber wenigstens an den apikalen Enden der Spiralzellen noch einzelne schwache Knötchen (Taf. 2, Fig. 1). Selbst auf ein und demselben Exemplar ist die Verzierung gelegentlich variabel; einige Spiralzellen können besonders stark oder schwach mit Knötchen besetzt sein, auf anderen fehlen sie ganz (Taf. 2, Fig. 3).

#### Beziehungen

1. von *Chara microcera* durch einreihige und recht regelmäßige Anordnung der Knötchen unterschieden.

2. schwach ornamentierte Stücke sind leicht mit *Chara molassica* zu verwechseln, veraten ihre Artzugehörigkeit dennoch durch die Knötchen an den apikalen Enden der Spiralzellen. *Chara molassica* und *Ch. notata* - also völlig glatte und wechselnd verzierte Exemplare - wurden, von wenigen Ausnahmen abgesehen, im gesamten Material nicht zusammen in einer Probe nachgewiesen. Es ist daher möglich, sie als zwei getrennte, wenn auch nahe verwandte Arten aufzufassen, im Gegensatz zu den Ansichten von Knobloch (1975, S. 168-169) und Soulie-Märsche (1979, S. 262).

Bemerkungen: Wie schon erwähnt, ist die große Variabilität der Verzierung innerhalb einer Art, ja sogar einer Population, ein Indiz, dem Grad der Ausbildung der Ornamentierung nur artspezifischen Charakter zuzuweisen. Es erscheint daher nicht günstig, nach dem Vorgang in Mädler & Staesche (1979, S. 98) *Chara notata* und *microcera* allein aufgrund der Ornamentierung zu *Microchara* zu stellen. Den völlig anders gearteten Verhältnissen des Apikalbaus und der Basalplatte der Gattung *Microchara* würde dabei ebenso wenig Rechnung getragen wie der engen Verwandtschaft zwischen *Chara notata* und *molassica*.

Material: rund 115 Exemplare.

Vorkommen: Von CyM/SWS bis zu den OHyS; stärker verbreitet in CyM/SWS und im Bereich oberes Drittel UHyS/untere Hälfte OHyS. In Frankreich bezeichnend für die Charophyten-Zone von Paulhiac (Feist & Ringede 1977, S. 351). In der Türkei vom Unter-Oligozän bis Quartär.

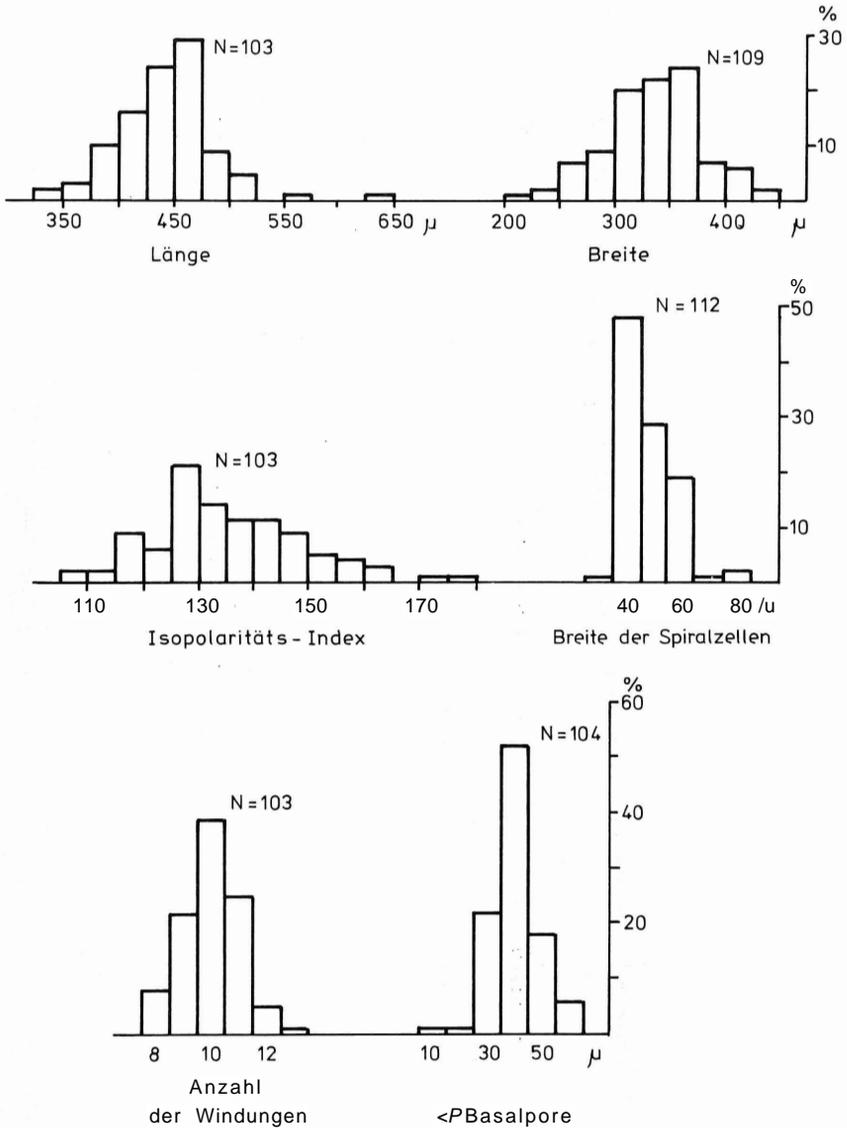


Abb. 7: Histogramme von *Chara notata* Grambast & Paul, 1965.

*Chara microcera* Grambast & Paul, 1965

Taf. 2, Fig. 11-12

- 1952 *Chara molassica* forma a. - Straub, pro parte, excl. Holotypus [= *Chara notata*], S. 467, Taf. A, Abb. 5.  
1955 *Kosmogya ovalis*. - Mädler, pro parte, excl. Holotypus, S. 302, Taf. 26, nur Abb. 28 und 30.  
1959 *Croftiella ovalis*. - Horn af Rantzien, pro parte, excl. Holotypus, S. 108, Taf. 11, Abb. 77-16.  
\* 1965 *Chara microcera*. - Grambast & Paul, S. 244, Taf. 2, Abb. 10-12.  
v-1970 „*Chara*“ *microcera*. - Mowahed-Awal, S. 20, Taf. 1, Abb. 5.  
1979 *Microchara microcera*. - Mädler, in Mädler & Staesche, S. 98.

Beschreibung: In der Regel ovale Gyrogonite (ISI 115-155); Apex und Basis gut abgerundet. Länge 420-620 pm, Breite 340-460 pm. Seitlich 7-13 Windungen sichtbar. Spiralzellen leicht konkav bis fast eben, verziert durch unterschiedlich stark entwickelte Knötchen oder Zapfen, die ziemlich unregelmäßig und meist mehrreihig angeordnet sind. Breite der Spiralzellen 40-70 pm. Äußere Öffnung der Basalpore 30-60 pm Durchmesser.

Beziehungen: Differenzen zu *Chara notata*, siehe dort.

Material: 16 Exemplare.

Vorkommen: Kennzeichnend für die SWS, sonst nur ein typisches Stück an der Basis der OHyS. In Frankreich vom Rupelium (Zone von Fontainebleau) bis Aquitanium (Zone von Paulhiac), nach Grambast (1972 a, S. 324) und Feist-Castel (1977, S. 130).

*Chara sadleri* Unger, 1850

Taf. 3, Fig. 7-10

- \* 1850 *Chara sadleri*. - Unger, S. 36.  
1959 *Charites sadleri*. - Horn af Rantzien, S. 58.  
v-1970 *Charites sadleri*. - Mowahed-Awal, S. 23, Taf. 2, Abb. 1.  
non 1972 *Charites sadleri*. - Mowahed-Awal [in DoebI & alj, S. 48, Taf. 8, Abb. 3. [= *Grambastichara tornata*],

Beschreibung: Gyrogonite von ovaler Gestalt (ISI 115-150) mit gerundetem oder leicht gespitztem, gelegentlich vorgewölbtem Apex. Basis abgerundet oder leicht gespitzt. Länge 490-810 pm, Breite 440-640 pm. Spiralzellen im allgemeinen deutlich konkav mit scharf hervortretenden Suturen, auch ebeyi, bisweilen sogar ganz schwach konvex, 60-120 pm breit, periapikal auf 40-80 pm zusammengeschnürt, zentral auf 60 bis 130 pm erweitert. Seitlich 8-9 Windungen erkennbar. Äußerer Durchmesser der Basalpore 30-70 pm.

Bemerkung: *Chara sadleri* ist wegen ihrer relativ breiten Spiralzellen und des oft leicht zugespitzten Apex gut charakterisiert. Im vorliegenden, kleinen Material waren wegen geringer morphologischer Abweichungen einige Exemplare nur als aff. und cf. *Chara sadleri* zu bestimmen.

Material: 17 Exemplare.

Vorkommen: In den oberen beiden Dritteln der UHyS und der unteren Hälfte der OHyS. Sonst aus dem Mittel-Miozän (Langhium, Serravallium) der Türkei bekannt (Mädler & Staesche 1979, S. 89); nach Mädler (1955, S. 307) in Mitteleuropa nur aus dem Tortonium bekannt (heute: ebenfalls Langhium/Serravallium, Mittel-Miozän).

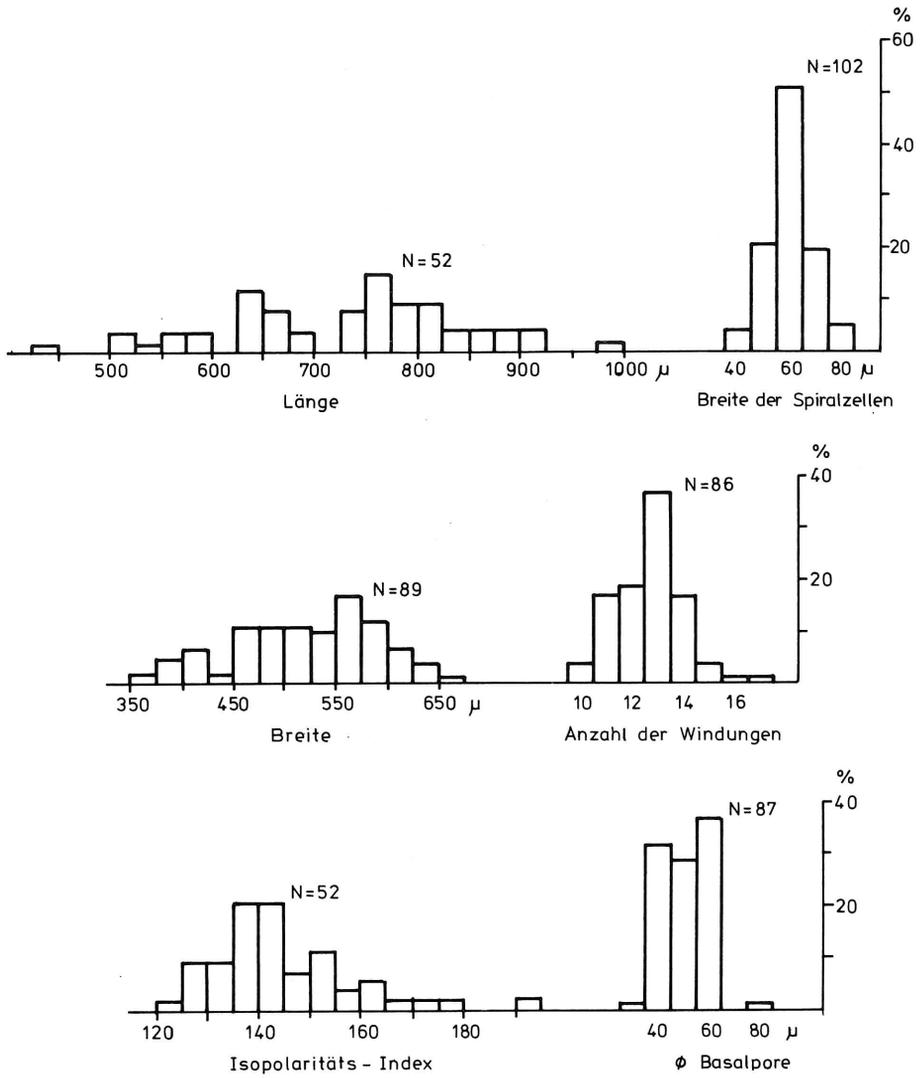


Abb. 8: Histogramme von *Chara major* (Mädler, in Mädler & Staesche 1979) nov. comb.

*Chara major* (Mädler, in Mädler & Staesche 1979) nov. comb.

Taf. 3, Fig. 1-6; Taf. 13, Fig. 4; Abb. 8

\* 1979 *Charites major*. - Mädler, in Mädler & Staesche, S. 91, Taf. 2, Abb. 7-11; Taf 3, Abb. 1.

Beschreibung: Rundlich-ovale bis längliche und zylindrische Gyrogonite, in ihrer Form ungemein stark variierend (ISI 120-195). Apex zuweilen abgerundet, doch allgemein leicht zugespitzt und ausgezogen, Basis teilweise gerundet, ebenso häufig leicht zugespitzt, sogar etwas verlängert und am Ende gestutzt. Länge zwischen 440 pm (Minusvarianten) und 980 pm, Breite 360-660 pm. Kennzeichnend sind die schmalen, 40-80 pm breiten Spiralzellen, in den meisten Fällen deutlich konkav mit scharfen, hervorstehenden Suturen, sehr selten von ebenem Relief. Spiralzellen periapikal deutlich verengt auf meist 40-50 pm, am Apex stark erweitert auf 90-120 pm. Bei der Hälfte aller Exemplare ist der Apex herausgebrochen. Im Profil ist die hohe Zahl von 10-17, meist aber 11-14 Windungen sichtbar. Basalpore recht klein, 30-80 pm Durchmesser, meist aber 40-60 pm. Pentagonale, zylindrische Basalplatte, Oberseite etwa 80 pm Durchmesser, Unterseite etwa 60 pm, mit rund 50 pm recht hoch; Seitenflächen etwas „schiefl“ (Taf. 13, Fig. 4).

Bemerkungen: Die vorliegenden Stücke zeigen frappierende Übereinstimmung mit dem türkischen Originalmaterial (Mädler & Staesche 1979). Hier wie dort ist besonders die große Variabilität hinsichtlich Form und Größe der Gyrogonite auffällig, doch sind alle Extreme durch kontinuierliche Übergänge verbunden, selbst in Proben mit wenigen Exemplaren. Es kann also nur eine Art vorliegen. Allen Stücken gemeinsam ist das Charakteristikum der schmalen und sehr zahlreichen Spiralzellen, wie es hier bei keiner anderen Art vorkommt.

Material: etwas über 100 Exemplare.

Vorkommen: Von der oberen Hälfte des UHyS bis in die höchsten OHyS. Erster Nachweis im Tertiär des Mainzer Beckens dieser bisher nur aus der Türkei bekannten Art; dort vom Unter-Oligozän bis zum Quartär verbreitet.

#### Genus *Grambastichara* Horn af Rantzien, 1959

Merkmale der Gyrogonite: Gyrogonite meist länglicher Form. Spiralzellen bei vollreifen Stücken konvex; periapikal deutlich verengt, kaum dünner werdend; Enden der Spiralzellen merklich verbreitert und verdickt, bei vollreifen Exemplaren oft zu einer einheitlichen Kalotte verschmolzen. Basalplatte pentagonal, Höhe je nach Verkalkungsgrad variabel.

Bhatia & Mathur (1978, S. 81-84) stellten bei der Untersuchung von Oogonien der rezenten *Chara fragilis* fest, daß sich bei vollreifen Stücken der apikale Bau der fossilen Gattung *Grambastichara* manifestiert und leiten davon ab: „It is, thus, obvious that certain species of the genus *Chara* Linnaeus are capable of producing *Grambastichara*-type of gyrogonites, proving thereby that both these genera are synonyms and that *Chara* Linnaeus (1753) includes *Grambastichara* Horn af Rantzien (1959 a)“.

Ähnlich geartete Feststellungen konnte Soulie-Märsche (1979, Taf. 24, Abb. 1-8) an der rezenten *Chara globularis* var. *globularis* machen. Zu diesen Arten dürfte auch *Chara pappii* gehören (Soulie, in Petit-Maire & Riser 1981, Taf. 2, Abb. 12-13).

*Grambastichara* scheint also tatsächlich in die Variabilität der rezenten *Chara* zu fallen und nur eine stärker verkalkte Stufe darzustellen. Trotzdem erscheint es aber aus folgenden praktischen Erwägungen sinnvoll, *Grambastichara* weiterhin beizubehalten, eventuell im Sinne eines Morphogenus: die Arten *Gr. tornata*, *cylindrica*, *elongata* und *straubi* zeigen bei einem Teil gut ausgereifter Gyrogonite die verdickte, teils kalottenartige Gipfelpartie. Bei Anwendung des Namens *Grambastichara* läßt sich dieses morphologische Merkmal dann leicht mit den entsprechenden Arten in Verbindung bringen.

*Grambastichara tornata* (Reid & Groves, 1921) Horn af Rantzien, 1959  
 Taf. 3, Fig. 11; Taf 4, Fig. 1-11; Taf. 12, Fig. 8, 11; Taf. 13, Fig. 5; Abb. 9

- \* 1921 *Chara tornata*. - Reid & Groves, S. 187, Taf. 5, Abb. 1-3.
- 1955 *Tectochara tornata*. - Mädler, S. 296, Taf. 26, Abb. 19-22.
- 1959 *Grambastichara tornata*. - Horn af Rantzien, S. 70, Taf. 4, Abb. 1-6.
- v-1970 *Charites nov. spec.* - Mowahed-Awal, S. 24, Taf. 2, Abb. 2.
- v-1970 *Grambastichara tornata*. - Mowahed-Awal, S. 25, Taf. 2, Abb. 3.
- v-1972 *Charites sadieri*. - Mowahed-Awal [in Doebl & al.], S. 48, Taf. 8, Abb. 3.
- v-1972 *Grambastichara tornata*. - Mowahed-Awal [in Doebl & al.], S. 49, Taf. 8, Abb. 4.

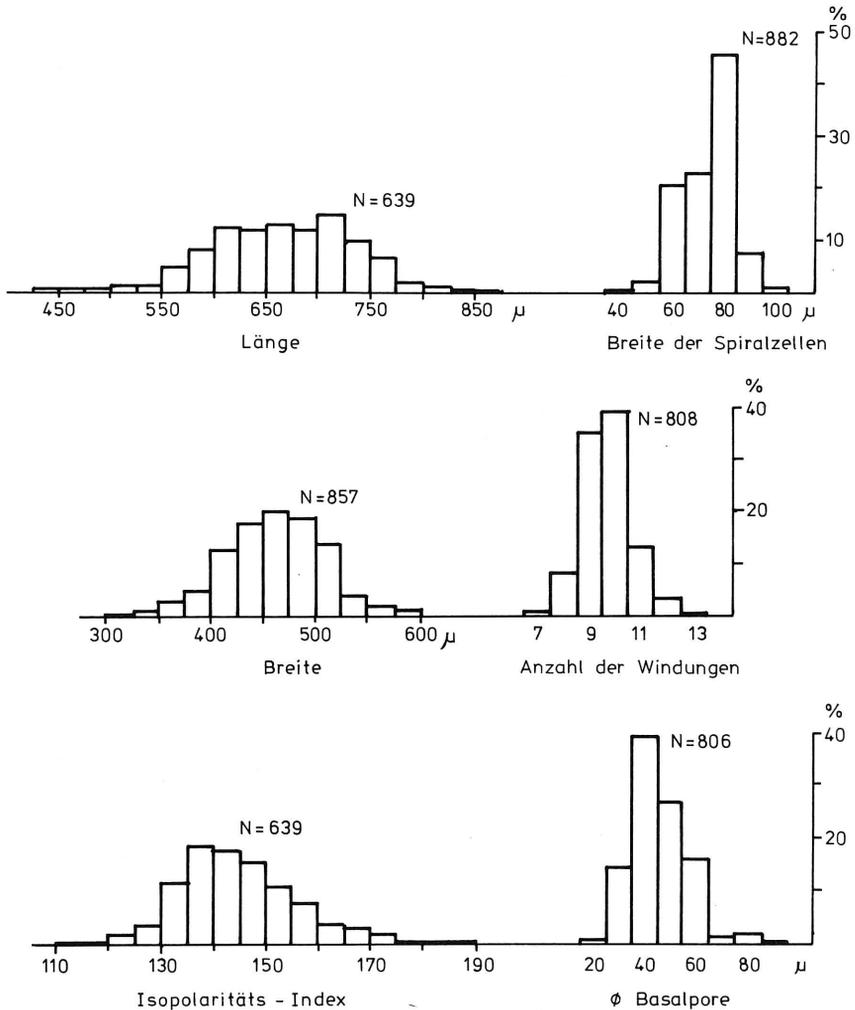


Abb. 9: Histogramme von *Grambastichara tornata* (Reid & Groves, 1921) Horn af Rantzien, 1959.

Beschreibung: Die weitaus häufigste Art des Materials mit rundlich-ovalen (vor allem reifen) bis stark verlängerten (meist unreifen) Gyrogoniten, ISI 110-190, im allgemeinen 135-150. Apex bei den konkaven Jugendformen leicht gespitzt, weniger oft vorgewölbt, die Nahtlinien recht stark hervortretend, teils sogar flügelartig. Die reifen Formen durch einen markant aufgewölbten Apex gekennzeichnet, die apikalen Enden der Spiralzellen aber nicht immer zu einer einheitlichen Kalotte verschmolzen. Basis verjüngt bis zugespitzt, bei unreifen Stücken auch verlängert und die Nahtlinien wie am Apex oft besonders ausgeprägt. Vollreife Exemplare oft mit gerundeter Basis. Länge 440-860 pm, meist 600-725 pm, Breite 320-590 pm, meist 425-500 pm. Spiralzellen 40-100 pm, in der Regel 60-80 pm breit, periapikal auf 40-60 pm verengt, zentral wieder 90-120 pm messend. Bei unreifen Exemplaren deutlich konkav mit  $\pm$  starken Suturen; reife Formen mit ebenen bis mäßig konvexen Spiralzellen, die aber im Gipfelbereich noch merklich konkav sein können, vielleicht ein Hinweis auf die relativ späte Verkalkung des Apex. Oberfläche der Spiralzellen prinzipiell glatt, doch in einem Fall mit flachen, rundlichen Warzen (Taf. 4, Fig. 9). 7-13, meist 9-11 Windungen im Profil sichtbar. Äußerer Durchmesser der Basalpore 20-90 pm, allgemein 30-60 pm, bei reifen Stücken ausnahmsweise am Grund eines pentagonalen Trichters. Basalplatte pentagonal, bischofsmützenartig, Oberseite etwa 100 pm  $\phi$ , die leicht vertiefte Unterseite bis 60 pm Durchmesser, Höhe 60-65 pm (Taf. 13, Fig. 5).

Beziehungen: 1. Die oft ähnliche *Grambastichara cylindrica* ist allgemein deutlich schlanker (höherer ISI-Wert), besitzt im Schnitt mehr Windungen und einen etwas geringeren Durchmesser der Basalpore.

2. Die den Jugendformen oft ähnliche *Chara molassica* besitzt kaum einen gespitzten Gipfel, ist meist kleiner und mit schmälere Spiralzellen versehen.

3. Wegen der Unterschiede zu *Grambastichara elongata* und *straubi*, siehe Differentialdiagnose Tab. 2.

Material: etwa 900 Exemplare.

Vorkommen: Von CyM/SWS bis in die OHyS. Häufig aber nur in den Hydrobien-Schichten, dort mehrere Massenvorkommen, geradezu typisch für die OHyS. Ferner vom Ober-Eozän Englands (Reid & Groves 1921) bis ins Unter-Miozän (Aquitanium/Burdigalium) der Türkei bekannt, nach Mädler & Staesche (1979).

*Grambastichara cylindrica* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959

Taf. 5, Fig. 1-7; Taf. 13, Fig. 6; Abb. 10

\* 1955 *Tectochara cylindrica*. - Mädler, S. 295, Taf. 26, Abb. 13-18.

1955 *Tectochara conica*. - Mädler, pro parte, S. 293, Taf. 26, nur Abb. 7-8.

1956 *Chara cylindrica*. - Grambast, S. 113.

1959 *Grambastichara cylindrica*. - Horn af Rantzien, S. 74, Taf. 4, Fig. 7-11, Taf. 5, Fig. 1-3.

1959 *Grambastichara conica*. - Horn af Rantzien, S. 76, Taf. 3, Abb. 8-9.

v-1970 *Grambastichara cylindrica*. - Mowahed-Awal, S. 28, Taf. 2, Abb. 4.

v 1972 *Grambastichara cylindrica*. - Mowahed-Awal [in Doebl & al.], S. 49, Taf. 8, Abb. 5.

Beschreibung: Länglich-ovale (meist reife) bis lang-zylindrische (meist unreife) Gyrogonite (ISI 150-220, im allgemeinen 165-180), deren Apex bei Jugendformen meist zugespitzt, bei reifen Stücken meist aufgewölbt ist. Die Verschmelzung der apikalen Enden der Spiralzellen zu einer Kalotte ist nicht die Regel. Unreife Stücke mit zugespitzter oder verschmälerter Basis, wobei die Suturen, wie am Apex, stärker hervortreten. Reife Exemplare oft mit abgerundeter Basis. Länge (440) 550-910 pm, meist 675-750 pm,

Breite 220-480 pm, meist 325-450 pm. Spiralzellen bei Jugendformen ± stark konkav, bei gut verkalkten Stücken mehr eben bis mäßig konvex, teilweise am Apex noch konkav. Breite der Spiralzellen 50-90 pm, meist 60-80 pm, periapikal eingeschnürt auf 40 bis 50 pm, im Zentrum wieder 80-100 pm breit. Im Profil 8-14, meist 10-11 Windungen zu zählen. Basalpore 20-60 pm, meist 30-40 pm Durchmesser. Basalplatte pentagonal, zylindrisch, Oberseite etwa 70 pm Durchmesser, Unterseite mit 55 pm 0 nur wenig kleiner, mit rund 70 pm erstaunlich hoch (Taf. 13, Fig. 6).

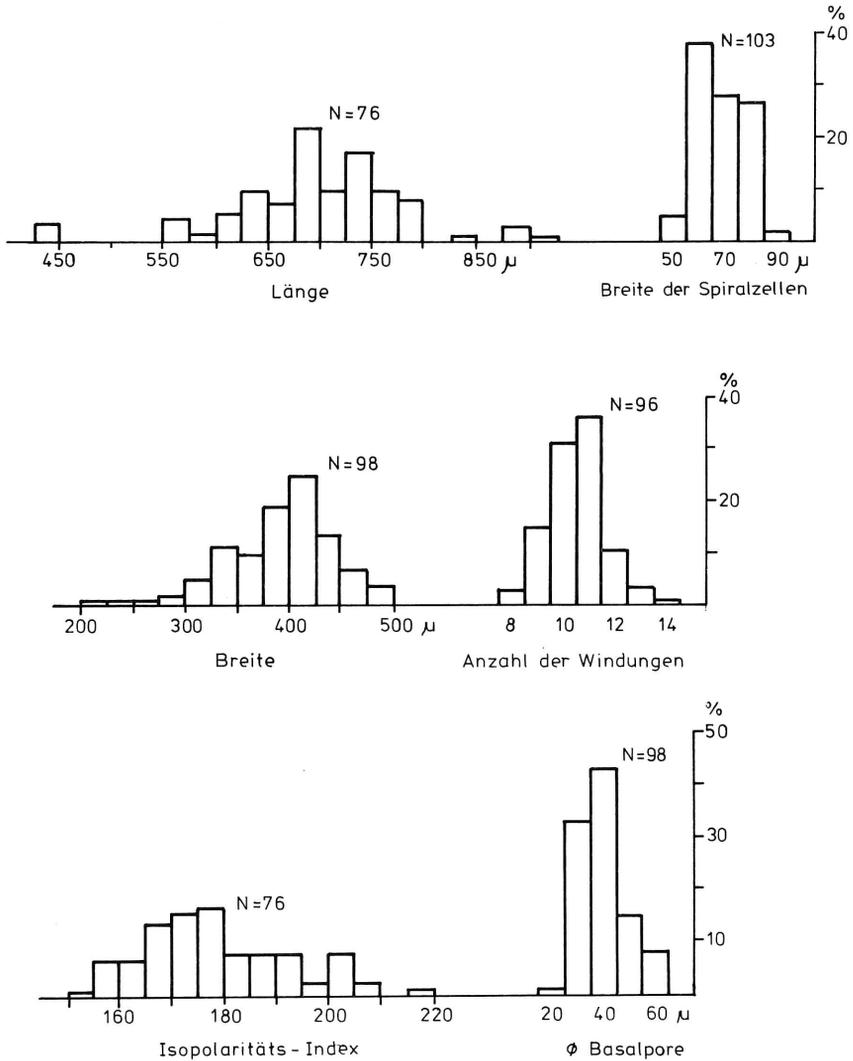


Abb. 10: Histogramme von *Grambastichara cylindrica* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959.

Beziehungen: Unterschiede zu *Grambastichara tornata*, *elongata* und *straubi*, siehe Differentialdiagnose Tab. 2.

Material: etwas über 100 Exemplare.

Vorkommen: Von CyM/SWS bis zu den OHyS. Häufiger ab der oberen Hälfte der CoS, ein Massenvorkommen an deren Top (Profil Straßeneinschnitt Weisenau). Weiterhin bekannt vom mittleren Stampium (heute: Chattium) der Schweiz bis zum Aquitanium Süddeutschlands (Mädler 1955).

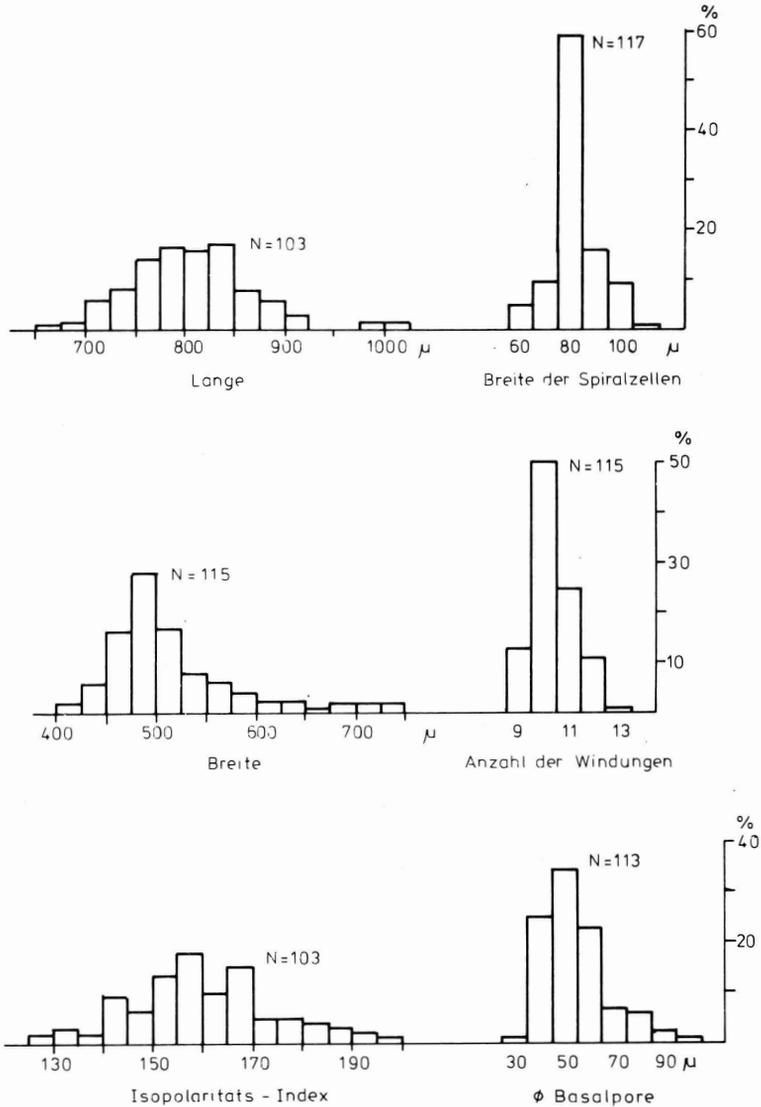


Abb. 11: Histogramme von *Grambastichara elongata* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959.

*Grambastichara elongata* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959

Taf. 5, Fig. 8-12; Taf. 12, Fig. 13-14; Taf. 13, Fig. 7-8; Abb. 11

\* 1955 *Tectochara elongata*. - Mädler, S. 297, Taf. 26, Abb. 23-24.

1956 *Chara elongata*. - Grambast, S. 113.

1959 *Grambastichara elongata*. - Horn af Rantzien, S. 70.

Beschreibung: Form der Gyrogonite zwischen dick-oval und zylindrisch schwankend (ISI 125-200, meist 150-170), Apex an unreifen Stücken oft ausgezogen, bei reifen, gut verkalkten Gyrogoniten deutlich aufgewölbt. Basis zum Teil abgerundet, zum Teil etwas verlängert und am Ende gestutzt. Interzelluläre Rippen an Apex und Basis oft leicht flügelartig abstehend. Länge 660-1010 pm, meist 750-850 pm, Breite 420-740 pm, meist 450-525 pm. Spiralzellen 60-110 pm, im allgemeinen 80-90 pm breit, ihr Relief bei jugendlichen Exemplaren schwach konkav, bei gut verkalkten Stücken aber eben bis leicht konvex, zum Teil die apikalen Enden aber noch konkav. Periapikale Einschnürungen 50-60 pm, im apikalen Zentrum stark verbreitert auf 100-120 pm. Zahl der im Profil sichtbaren Windungen 9-13, meist 10-11. Äußerer Durchmesser der Basalpore 30 bis 100 pm, meist 40-60 pm. Basalplatte ähnlich der von *Grambastichara tornata*, ± zylindrisch, pentagonal, Oberseite 85-100 pm Durchmesser, die deutlich konkave Unterseite etwa 55 pm Ø, Höhe etwa 60 pm (Taf. 13, Fig. 7-8).

Beziehungen: 1. Von *Grambastichara tornata* durch ihre Größe sowie durch die relativ längeren, schmäleren Gyrogonite (ISI-Wert merklich höher) zu unterscheiden.

2. *Grambastichara cylindrica* zeigt geringere Länge und Breite, schmalere Spiralzellen und kleineren Durchmesser der Basalpore.

3. Unterschiede zu *Grambastichara straubi*, siehe Tab. 2.

Material: rund 120 Exemplare.

Vorkommen: Von der Basis der CoS bis zu den OHyS, ein Massenvorkommen an deren Basis (Bohrung IBM 3). Die nach Mädler (1955) bisher nur aus dem Aquitanium Süddeuschlands bekannte Art wird hier zum ersten Mal aus dem Mainzer Becken beschrieben. Eine dieser Art sehr ähnliche Form erwähnen Feist & Ringeade (1977, S. 350) aus dem Unter-Aquitanium (Zone von Paulhiac) des französischen Aquitaine-Beckens.

*Grambastichara straubi* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959

Taf. 6, Fig. 1-5; Taf. 14, Fig. 1-2; Abb. 12

1952 *Chara tenuitecta* var. *levis*. - Straub, S. 469, Taf. A, Abb. 14-15 pro parte.

\* 1955 *Tectochara straubi*. - Mädler, S. 288, Taf. 25, Abb. 12-17.

1959 *Grambastichara straubi*. - Horn af Rantzien, S. 70.

v-1970 *Tectochara straubi*. - Mowahed-Awal, S. 41, Taf. 3, Abb. 6.

v?1970 *Maedlerisphaera* nov. spec. - Mowahed-Awal, S. 45, Taf. 4, Abb. 3.

Beschreibung: Rundlich-ovale bis ovale Gyrogonite (ISI 105-160, meist 115-135) mit abgerundetem, im Zentrum oft ganz kurz gespitztem oder durch Aufwölbung abgesetztem Apex. Basis bei unreifen Exemplaren oft gespitzt, sonst sehr gut gerundet. Jugendliche Stücke sind in der Regel etwas schlanker als reife. Länge 520-830 pm, meist 625 bis 750 pm, Breite 380-660 pm, meist 475-600 pm, Spiralzellen im reifen Zustand eben bis schwach konvex oder konkav, bei unreifen Stücken natürlich mehr konkav, 60 bis 130 pm breit, meist 80-90 pm. In der Umgebung des Apex zusammengeschnürt auf 50 bis 60 pm, zentral auf 100-130 pm erweitert. Seitlich 7-12 Windungen sichtbar, meist 9-10. Basalpore oberflächlich, äußerer Durchmesser 20-80 pm, meist 30-50 pm. Basalplatte bei allen untersuchten Stücken ± inkrustiert, daher Einzelheiten weniger gut er-

kennbar; pentagonal, in Form eines kurzen Pyramidenstumpfes, Oberseite etwa 90  $\mu\text{m}$  Durchmesser, etwa 50  $\mu\text{m}$  hoch (Taf. 14, Fig. 1-2).

Beziehungen: *Grambastichara straubi* ist unter den vier *Grambastichara*-Arten des Mainzer Beckens durch die im Schnitt geringsten ISI-Werte ausgezeichnet, d. h. sie unter-

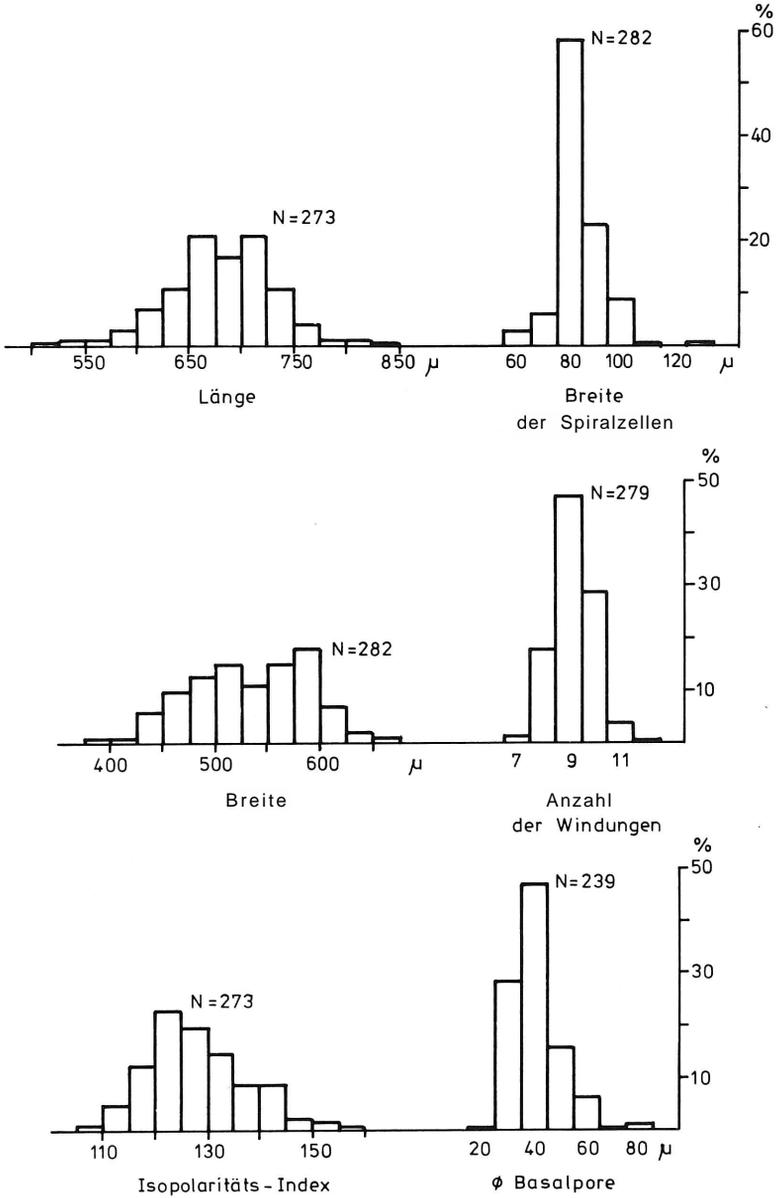


Abb. 12: Histogramme von *Grambastichara straubi* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959.

scheidet sich durch relativ dicke Gyrogonite. Ein weiteres Charakteristikum sind die stark verbreiterten Enden der Spiralzellen sowie die oft deutliche, kurze Zuspitzung im Zentrum des sonst weitgehend abgerundeten Apex. Zur Differentialdiagnose vergleiche auch Tab. 2.

Bemerkung: *Maedlerisphaera* nov. spec. Mowahed-Awal, 1970, ist sicher keine „*Maedlerisphaera*“ (= Synonym zu *Sphaerochara*), da sie weder deren Apikalbau noch Basalplatte besitzt. Das Material zeigt vielmehr Übereinstimmung mit *Grambastichara straubi*.

Material: fast 300 Exemplare.

Vorkommen: Von den letzten Metern der UCeS (ein Exemplar) bis zu den OHyS. Sehr häufig im mittleren und oberen Bereich des unteren Teiles der OCeS (Bohrung Großberg; Versuchsbohrung 1, ZDF). Nach Mädler (1955) bisher nur aus dem Chattium bekannt, im Material von Mowahed-Awal (1970) auch in den unteroligozänen Mittleren Pecheibronn-Schichten verbreitet.

Tab. 2: Differenzen zwischen den vier *Grambastichara*-Arten aus dem „Aquitanium“ des Mainzer Beckens (Mittelwerte in Klammern).

	<i>Grambastichara tornata</i>	<i>Grambastichara cylindrica</i>	<i>Grambastichara elongata</i>	<i>Grambastichara straubi</i>
ISI	110-190 (135-150)	150-220 (165-180)	125-200 (150-170)	105-160 (115-135)
Länge (p)	440-860 (600-725)	440-910 (675-750)	660-1010 (750-850)	520-830 (625-750)
Breite (p)	320-590 (425-500)	220-480 (325-450)	420-740 (450-525)	380-660 (475-600)
Apex	unreif: leicht gespitzt reif: markant gewölbt	unreif: leicht gespitzt reif: leicht gewölbt	unreif: oft ausgezogen reif: deutlich gewölbt	abgerundet oder aufgewölbt
Basis	unreif: gespitzt; verlängert reif: auch abgerundet	unreif: gespitzt; verschmälert reif: oft abgerundet	gerundet bis ver- längert und am Ende gestutzt	unreif: oft gespitzt reif: sehr gut ge- rundet
Spiralzellen	unreif: deutlich konkav reif: eben → mäßig konvex	unreif: ± konkav reif: eben → mäßig konvex	unreif: schwach konkav reif: eben -* schwach konvex	unreif: leicht konkav reif: leicht konkav -* leicht konvex
Spiralzellen, Breite (p)				
Äquator	40-100 (60-80)	50-90 (60-80)	60-110 (80-90)	60-130 (80-90)
apikale				
Peripherie	40-60	40-50	50-60	50-60
apikales				
Zentrum	90-120	80-100	100-120	100-130
Windungen	7-13 (9-11)	8-14 (10-11)	9-13 (10-11)	7-12 (9-10)
Basalpore				
0 (p)	20-90 (30-60)	20-60 (30-40)	30-100 (40-60)	20-80 (30-50)

Genus *Stephanochara* Grambast, 1959

Merkmale der Gyrogonite: Gyrogonite ovaler bis länglicher Form. Spiralzellen periapikal stark dünner werdend, aber kaum verschmälert; Apikalrosette gut bis schwach entwickelt. Basalplatte in Form eines Pyramidenstumpfes, Unterseite oft hohl.

*Stephanochara ungeri* Feist-Castel, 1977

Taf. 7, Fig. 1-3

1850 *Chara escheri*.- A. Braun ex Unger, S. 34.

1952 *Chara escheri*.- Straub, S. 470, Taf. A, Abb. 16.

1955 *Tectochara escheri*.- Mädler, S. 285, Taf. 25, Abb. 1-7.

1959 *Croftiella escheri*.- Horn af Rantzien, S. 105, Taf. 11, Abb. 1-6.

v1970 *Croftiella escheri*.- Mowahed-Awal, S. 47, Taf. 4, Abb. 4.

v-1972 *Croftiella escheri*.- Mowahed-Awal [in DoebI & al.], S. 51, Taf. 8, Abb. 12.

\* 1977 *Stephanochara ungeri*.- Feist-Castel, S. 122, Taf. 5, Abb. 8-10.

Beschreibung: Gyrogonite oval bis zylindrisch-oval (ISI 130-170); Apex abgerundet, bei unreifen Stücken auch schwach gespitzt, bei der Mehrzahl der Exemplare herausgebrochen (Taf. 7, Fig. 3 b). Basis gut gerundet, konkave Exemplare zuweilen durch leicht herabgezogene und am Ende gestutzte Basis gekennzeichnet. Länge der wenigen vollständigen Exemplare 640-840 pm, Breite 460-710 pm. Im Profil 8-12, meist 10 Windungen sichtbar. Spiralzellen leicht konvex, gelegentlich eben bis leicht konkav (unreife Stücke), 70-120 pm, meist 80-90 pm breit; periapikal merklich verschmälert auf 40 bis 80 pm und eine für vollreife Stücke markante Dehisenzenfurchung bildend, da die Spiralzellen an dieser Stelle abrupt eingesenkt sind. Apikal wieder sehr stark verbreitert (100 bis 130 pm), bei reifen Exemplaren gut sichtbar verdickt und ein Operkulum bildend, aber auch konkav bleibend. Basalpore oberflächlich, äußerer Durchmesser 30-80 pm, auch sternförmig.

Bemerkung: Wegen der Umbenennung von „*Croftiella*“ *escheri* und „*Cr.*“ *rochettiana* in *Stephanochara ungeri* nom. nov. und *St. rochettiana*, siehe Feist-Castel (1977, S. 124).

Material: 28 Exemplare.

Vorkommen: Sporadisch vom unteren Teil der OCeS bis in die OHyS. Stratigraphische Reichweite in der Türkei vom Eozän bis Ober-Miozän (Mädler & Staesche 1979, S. 111); nach Feist-Castel (1977, S. 130) in Frankreich aus dem Chattium (Zone von Marseille-St.-Andre) und Aquitanium (Zone von Paulhiac) bekannt.

*Stephanochara rochettiana* (Heer, 1854) Feist-Castel, 1977

Taf. 7, Fig. 4-5

\* 1854 *Chara rochettiana*.- Heer, S. 26, Taf. 4, Abb. 9.

1952 *Chara rochettiana*.- Straub, S. 469, Taf. A, Abb. 17.

1955 *Tectochara rochettiana*.- Mädler, S. 287, Taf. 25, Abb. 8-11.

1959 *Croftiella rochettiana*.- Horn af Rantzien, S. 105.

v-1970 *Croftiella rochettiana*.- Mowahed-Awal, S. 48, Taf. 4, Abb. 5.

1977 *Stephanochara rochettiana*.- Feist-Castel, S. 124.

Beschreibung: Gyrogonite ovaler bis zylindrischer Form (ISI 135-185), Apex abgerundet, bei der Hälfte der Exemplare jedoch herausgebrochen, Enden der Spiralzellen in diesem Fall in Aufsicht wie bei *Stephanochara ungeri*. Basis gut gerundet, sehr selten etwas

ausgezogen und dann am Ende gestutzt. Länge 680-880 pm, Breite 360-620 pm. Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen 9-12, im allgemeinen 10-11. Spiralzellen meist von ebenem Relief, gelegentlich leicht konvex, noch seltener leicht konkav, 60-90 pm, meist um 80 pm breit. Selbst bei gut verkalkten Stücken mit ebenen bis leicht konvexen Spiralzellen ist die Dehiszenzfurche nicht so typisch ausgebildet wie bei *Stephanochara ungeri*. Vielmehr ist in zahlreichen Fällen an der engsten Stelle der apikalen Peripherie (30 bis 60 pm breit) ein krasser Wechsel des Reliefs der Spiralzellen zu konkaver Ausbildung wahrzunehmen; Enden der Spiralzellen meist konkav, oft mit Matrix ausgefüllt, 90 bis 130 pm breit. Basalpore oberflächlich, 40-70 pm Durchmesser. Basalplatte pentagonal mit scharfen Kanten, in Form eines kurzen Pyramidenstumpfes, Oberseite etwa 80 pm 0, ebene Unterseite etwa 40 pm 0, rund 50 pm hoch (Taf. 14, Fig. 3).

Beziehungen: *Stephanochara rochettiana* ist der sehr nahe verwandten *St. ungeri* in vielen Merkmalen stark angenähert, so daß eine sichere Bestimmung nicht immer gewährleistet ist. Als brauchbare Anhaltspunkte sind aber zu nennen: *St. rochettiana* zeichnet sich im allgemeinen durch länglichere Gyrogonite aus, die zu einem hohen Prozentsatz ebenen Spiralzellen sind durchschnittlich etwas schmaler als bei *St. ungeri*. Ferner sind die apikalen Enden der Spiralzellen häufig konkav ausgebildet, wodurch das Vorhandensein einer Dehiszenzfurche und verdickter Apikalpartie nicht immer gut erkennbar ist.

Material: 23 Exemplare.

Vorkommen: Seltene Art; von den letzten Metern der CoS zu den OHyS. In der Türkei vom ? Eozän bis Unter-Miozän (Aquitanium/Burdigalium), nach Mädler & Staesche (1979, S. 112).

Genus *Rhahdochara* Mädler, 1955, emend. Grambast, 1957

Merkmale der Gyrogonite: Gyrogonite ovaler bis länglicher Form. Apikalpartie meist abgeplattet und schwach verkalkt. Spiralzellen meist durch Querstäbchen verziert, oft auch glatt. Basalplatte in Form eines Pyramidenstumpfes, Unterseite oft hohl.

*Rhahdochara stockmansi* Grambast, 1957

Taf. 8, Fig. 2-5; Taf. 14, Fig. 5; Abb. 13

\* 1957 *Rhahdochara stockmansi*. - Grambast, S. 355, Taf. 8, Abb. 10-14.

v-1970 *Tectocharameriani*. - Mowahed-Awal, pro parte, S. 33, excl. Taf. 3, Abb. 1 [= *Nitellopsis meriani*],

v 1970 *Rhahdochara major*. - Mowahed-Awal, pro parte, S. 50, excl. Taf. 5, Abb. 1 [= *Rhahdochara major* Grambast & Paul, 1965],

v 1972 *Tectocharameriani*. - Mowahed-Awal [in DoebI & al.], pro parte, S. 49, Taf. 8, Abb. 6.

v 1972 *Rhahdochara major*. - Mowahed-Awal [in DoebI & al.], pro parte, S. 52, excl. Taf. 8, Abb. 13 [= *Rhahdochara major* Grambast & Paul, 1965].

Beschreibung: Gyrogonite rundlich-oval bis oval (ISI 100-140, im allgemeinen 115 bis 130), Apex meist abgeplattet, seltener gerundet, Basis leicht gespitzt und am äußersten Ende gestutzt. Länge 680-960 pm, meist 725-900 pm, Breite 510-780 pm, meist 625-700 pm. Seitlich 7-11, meist 9-10 Windungen sichtbar. Spiralzellen ± stark konkav, glatt, mit scharf hervortretenden Suturen, in seltenen Fällen mit doppelt kanellierten Nähten. Breite der Spiralzellen 80-150 pm, meist 100-130 pm, periapikal auf 60 bis 70 pm verengt, am Ende auf 100-120 pm erweitert. Basalpore 10-80 pm, meist 30-40 pm Durchmesser, sehr oft am Grunde eines pentagonalen Trichters. Basalplatte pentagonal,

für die Gattung *Rhabdochara* typisch, in Form eines Pyramidenstumpfes, Oberseite bis 135 µm Durchmesser, Unterseite stark konkav, bis 50 µm, Höhe etwa 80 µm (Taf. 14, Fig. 5).

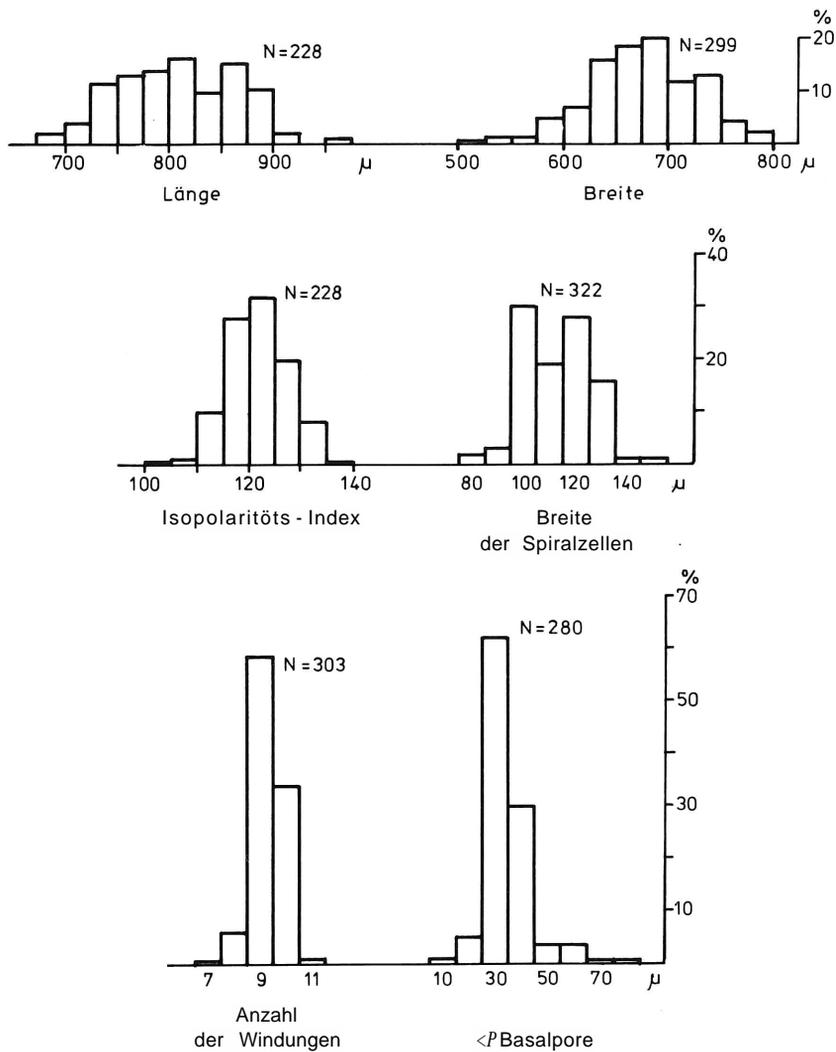


Abb. 13: Histogramme von *Rhabdochara stockmansii* Grambast, 1957.

Bemerkungen: 1. In mehreren Proben kommen Exemplare vor, die sich am besten als Übergangsformen zwischen *Rhabdochara stockmansii* und *Rh. major* interpretieren lassen; sie nehmen durch ihre morphologischen Merkmale eine intermediäre Stellung zwischen beiden Arten ein (Taf. 8, Fig. 5). Ähnliche Beobachtungen legte Feist-Castel (1977, S. 126) aus dem Mittel-Oligozän der Provence dar.

2. *Rhabdochara major*, beschrieben von Mowahed-Awal (1970 und 1972) ist zum Teil *Rh. siockmansii*.

3. „*Tectochara meriani*“ aus den Hydrobien-Schichten (Probe 8 g des Straßenprofils Weisenau), beschrieben in Mowahed-Awal (1970 und 1972), gehört ohne Zweifel zu *Rhabdochara siockmansii* (beachte die typische Basalplatte!).

Beziehungen: *Rhabdochara siockmansii* weicht von *Rh. major* ab durch: geringere Größe, meist abgeplatteten Apex; sehr geringer Prozentsatz an Exemplaren mit doppelt kanellierten Nähten.

Material: etwa 330 Exemplare.

Vorkommen: Von den oberen beiden Dritteln des oberen Teiles der OCeS (dort sehr häufig) bis zu den OHyS. Bisher nur aus dem französischen Tertiär bekannt, dort jedoch kennzeichnend für wesentlich ältere stratigraphische Abschnitte: Charophyten-Zonen Bembridge inferieur (unteres Tongrium, Ober-Eozän) und vor allem Bembridge superieur (oberes Tongrium, Unter-Oligozän), nach Feist & Ringead (1977, S. 350).

*Rhabdochara major* Grambast & Paul, 1965

Taf. 8, Fig. 6—8; Taf. 14, Fig. 4; Abb. 14

\* 1965 *Rhabdochara major*. - Grambast & Paul, S. 241, Taf. 2, Abb. 1-4.

v-1970 *Tectochara globula*. - Mowahed-Awal, pro parte, S. 38, Taf. 3, Abb. 4.

v-1970 *Rhabdochara major*. - Mowahed-Awal, pro parte, S. 50, Taf. 5, Abb. 1.

v-1972 *Tectochara globula*. - Mowahed-Awal [in Doebl & al.], S. 50, Taf. 8, Abb. 7.

w1972 *Rhabdochara major*. - Mowahed-Awal [in Doebl & al.], pro parte, S. 52, Taf. 8, Abb. 13.

Beschreibung: Rundlich-ovale bis ovale Gyrogonite (ISI 110-140, im allgemeinen 115 bis 125) mit gewölbtem und abgerundetem Apikalbereich, seltener abgeplattet; Basis leicht zugespitzt und am Ende gestutzt. Länge 830-1080 pm, meist 900-975 pm, Breite 660-840 pm, meist 725-825 pm. Seitlich 8-11, meist 9-10 Windungen sichtbar. Spiralzellen leicht konkav bis gelegentlich eben, glatt, in einem Fall granuliert. Suturen hervortretend, mit stärkerer Tendenz zu doppelt kanellierten Nähten als *Rhabdochara stockmansii*. Spiralzellen 100-150 pm, meist 120-130 pm breit, in der apikalen Peripherie auf 60-80 pm verengt, zentral wieder 120-130 pm erreichend. Bei stark verkalkten Stücken ist periapikal eine ± ausgeprägte Dehiszenzfurche sichtbar, die apikalen Enden der Spiralzellen können bisweilen deutlich verdickt sein. Basalpore 20-70 pm Ø, meist 20-40 pm, in der Regel am Grunde eines pentagonalen Trichters. Basalplatte ähnlich wie bei *Rhabdochara siockmansii*, meist in Form eines Pyramidenstumpfes, gelegentlich leicht zylindrisch, Oberseite etwa 90 pm Ø, die merklich eingesenkte Unterseite bis 50 pm Ø, Höhe etwa 60 pm (Taf. 14, Fig. 4).

Bemerkungen: 1. „*Tectochara globula*“ aus den Hydrobien-Schichten (Mainz-Zahnklinik, Mm 513, 516, 518, 716 und Straßenprofil Weisenau, Probe 1), beschrieben in Mowahed-Awal (1970 und 1972) ist eindeutig *Rhabdochara major* (Basalplatte!).

2. Wie schon aus der Originalbeschreibung ersichtlich, bestehen oft Schwierigkeiten bei der Abgrenzung von *Rhabdochara major* gegenüber wenig verkalkten Stücken von *Nitellopsis meriani*. Die Basalplatten beider Gattungen unterscheiden sich aber ganz erheblich.

Material: etwa 60 Exemplare.

Vorkommen: In den UHyS und OHyS. Im französischen Tertiär eine Charakterform der Charophyten-Zonen Fontainebleau und St.-Vincent-de-Barbeyrargues (beide Mittel-Oligozän nach Grambast 1972 a, S. 325).

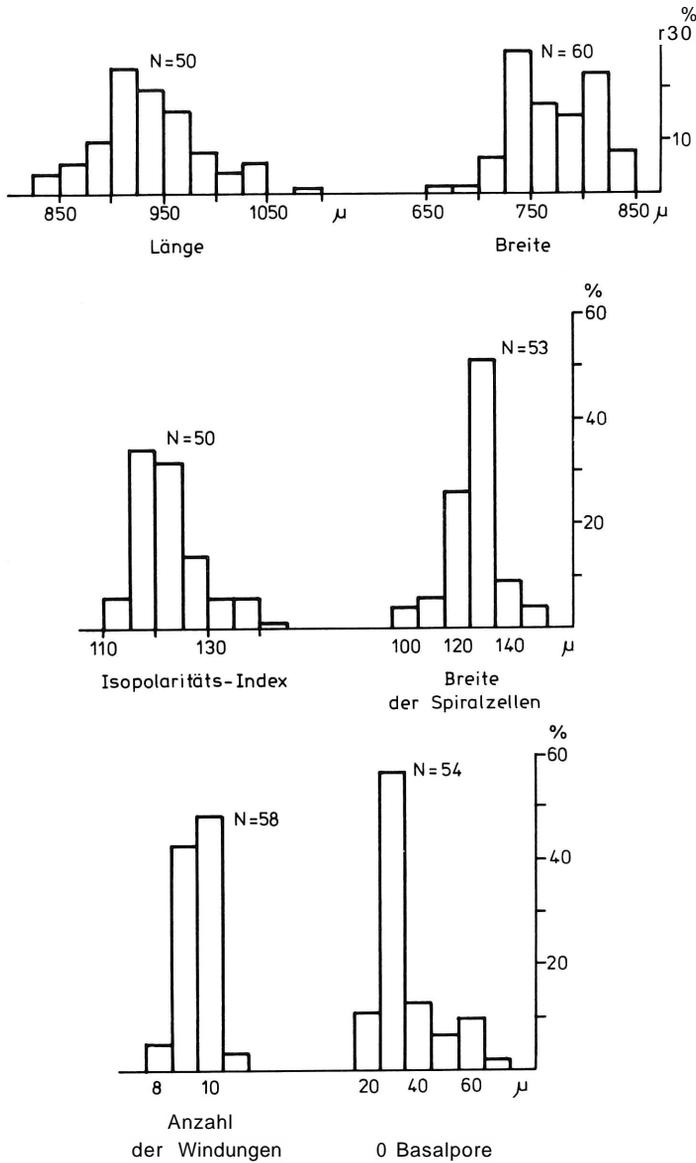


Abb. 14: Histogramme von *Rhabdochara major* Grambast & Paul, 1965.

*Rhabdochara* cf. *praelangcri* Castel, 1967

Taf. 8, Fig. 1

1955 *Rhabdochara langeri*. - Mädler, pro parte, S. 299, Taf. 26, nur Abb. 25 und 26.

1957 *Rhabdochara langeri*. - Grambast, S. 16, Taf. 8, Abb. 9.

\* 1967 *Rhabdochara praelangcri*. - Castel, S. 516, Taf. 20, Abb. 1-11.

Material: ein (jetzt bruchstückhafter) Gyrogonit.

Beschreibung: Ovaler Gyrogonit (ISI 118) mit leicht abgeplattetem Apex und  $\pm$  abgerundeter Basis. Länge 600 pm, Breite 510 pm, seitlich 9 Windungen sichtbar. Spiralzellen konkav mit stark doppelt kanellierten Nähten; diese durch sehr schwache Querstäbchen verbunden, ihr Ansatz an den Suturen aber recht deutlich durch Vorwölbungen zu erkennen. Spiralzellen 70 pm breit, periapikal auf 50 pm verengt, im Zentrum wieder 70 pm messend. Basalpore pentagonal, 50 pm 0.

Vorkommen: Ein Exemplar aus dem oberen Teil der OCeS. In Frankreich vor allem aus dem Chattium (Zonen von St.-Vincent-de-Barbeyrargues und Marseille-St.-Andre), seltener aus dem Aquitanium (Zone von Paulhiac), nach Grambast (1972 a, S. 325) und Feist-Castel (1977, S. 130).

*Rhabdocharalangeri* (Ettingshausen, 1872) Mädler, 1955

Taf. 7, Fig. 6

\* 1872 *Charalangeri*. - Ettingshausen, S. 162, Taf. 1, Abb. 2-3.

1952 *Chara tenuitecta*. - Straub, S. 468, Taf. A, Abb. 11-13.

1952 *Chara tenuitecta* var. *levis*. - Straub, S. 469, Taf. A, Abb. 14-15, pro parte.

1955 *Rhabdocharalangeri*. - Mädler, pro parte, S. 299, Taf. 26, nur Abb. 27.

• 1962 *Rhabdochara tenuitecta*. - Doehl & Malz [in Simon], S. 398, Taf. 57, Fig. 11, Tab. 22.  
v-1970 *Rhabdocharalangeri*. - Mowahed-Awal, S. 49, Taf. 4, Abb. 6.

Material: ein Exemplar.

Beschreibung: Ovaler Gyrogonit, Apikalpartie herausgebrochen, Basis abgerundet, Länge ohne Gipfel 740 pm, Breite 620 pm, im Profil 9 Windungen sichtbar. Spiralzellen deutlich konkav mit einfachen Suturen, diese durch kräftig entwickelte, etwas schräg stehende Querstäbchen verbunden, 110 pm breit. Durchmesser der Basalpore 50 pm.

Beziehungen: Von der ähnlichen *Rhabdochara praelangeri* durch breitere Gyrogonite und wesentlich stärkere Querstäbchen unterschieden.

Vorkommen: Ein Exemplar aus den UCeS. Bisher aus dem Mittel-Stampium (heute: Chattium) bis Chattium/Aquitanium Mitteleuropas bekannt (Mädler 1955, S. 300). In Frankreich vor allem aus dem Aquitanium (Zone von Paulhiac), siehe Feist & Ringeade (1977, S. 352).

Genus *Sphaerochara* Mädler, 1952, emend. Horn af Rantzien & Grambast, 1962

Zur Frage, ob die Gattung *Maedlerisphaera* als valid oder als Synonym zu *Sphaerochara* zu betrachten ist, finden sich in der Literatur konträre Standpunkte. In dieser Arbeit wird *Maedlerisphaera* mit folgender Begründung nicht anerkannt:

Bei der Synonymisierung beider Gattungen muß der primäre Aspekt doch sein, wie die Verhältnisse bei der Typus-Art der älteren Gattung, das heißt bei *Sphaerochara hirmeri* liegen. Horn af Rantzien & Grambast (1962, S. 138, 139) studierten das Originalmaterial Raskys und kamen dabei zu dem Ergebnis, daß trotz des verwitterten Zustandes doch definitive Verengungen der Spiralzellen am Apex vorliegen; auch Rasky (1945) selbst stellte gelegentliche Apikalknötchen fest. Dies sind nun aber eindeutige Charakteristika der später aufgestellten Gattung *Maedlerisphaera* Horn af Rantzien (1959). Deren Synonymisierung mit *Sphaerochara* nach dem Vorgang bei Horn af Rantzien & Grambast (1962) erscheint folgerichtig, ebenso die Emendierung von *Sphaerochara*. Für diese Auffassung spricht weiterhin, daß in der Praxis bei vielen *Sphaerochara*-Arten kontinuierliche Übergänge von Stücken mit fehlender bis zu solchen mit starker Modifizierung der api-

kalen Enden der Spiralzellen vorkommen. Im vorliegenden Material dokumentiert das vor allem *Sphaerochara ulmensis*, wo in der gleichen Probe Exemplare mit *Sphaerochara*-Apex und „*Maedlerisphaera*“-Apex nebeneinander vorkommen (Versuchsbohrung 1, ZDF). Ferner gehört hierher *Sphaerochara davidi*: Soulie-Märsche (1979) zeigt auf Taf. 44, Fig. 5 einen *Sphaerochara*-Apex, auf Taf. 44, Fig. 3 und 6 einen „*Maedlerisphaera*“-Apex.

Merkmale der Gyrogonite: Gyrogonite kugelig bis ovaler Form. Spiralzellen periapikal mehr oder weniger verengt und dünner werdend; Apikalknoten manchmal stark entwickelt. Basalplatte sehr hoch, mit subpentagonaler Oberseite und sternförmiger Unterseite, von außen sichtbar.

*Sphaerochara granulifera* (Heer, 1854) Mädler, 1955  
Taf. 10, Fig. 5-7

- \* 1854 *Chara granulifera*. - Heer, S. 26, Taf. 4, Abb. 8.
- 1955 *Sphaerochara granulifera*. - Mädler, S. 305, Taf. 26, Abb. 33-36.

Beschreibung: Breitrunde bis rundliche Gyrogonite (ISI 75-120, meist 95-105), Apex und Basis abgerundet bis schwach abgeplattet. Länge 260-440 pm, meist 300-400 pm, Breite 240-430 pm, meist 300-400 pm. Spiralzellen leicht konkav bis fast eben mit wenig hervortretenden Nähten, 40-70 pm, im allgemeinen um 60 pm breit. Überwiegend bleibt die Breite am Apex konstant ohne größere Veränderungen, bei einer Anzahl Stücke treten aber periapikale Verengungen bis 40 pm auf, um dann im Zentrum die ursprüngliche Weite wieder zu erlangen. Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen 7-10 (meist 9). Basalpore pentagonal, oberflächlich, 40-70 pm Durchmesser. Basalplatte in der für *Sphaerochara*-typischen Manier von außen sichtbar, da mit dem Niveau der Spiralzellen abschließend.

Beziehungen: Von den anderen hier vorkommenden *Sphaerochara*-Arten durch die kleinen, kugeligen bis breittrunden Gyrogonite gut abgegrenzt.

Material: rund 100 Exemplare, davon jedoch etwa 70 Steinkerne, die nur bei der Ermittlung von Länge und Breite berücksichtigt werden konnten.

Vorkommen: Abgesehen von einem Stück im oberen Teil der OCeS, nur in den OHyS und UHyS verbreitet, dort ein Massenvorkommen (Bohrung Gonsenheim, Notstandsbrunnen 7). Diese hier erstmals aus dem Mainzer Becken angeführte Art ist nach Mädler (1955, S. 305) in Mitteleuropa aus dem Chattium und Aquitanium bekannt, aus Frankreich ist sie für den gleichen Zeitraum belegt (Feist-Castel 1977, S. 130).

*Sphaerochara ulmensis* (Straub, 1952) Grambast, 1962  
Taf. 9, Fig. 1-9; Taf. 14, Fig. 6; Abb. 15

- \* 1952 *Chara ulmensis*. - Straub, S. 470 Taf. A, Abb. 19.
- 1952 *Chara ulmensis* var. *hullaefera*. - Straub, S. 471, Taf. A, Abb. 20.
- 1955 *Tectochara ulmensis*. - Mädler, S. 290, Taf. 25, Abb. 23-30.
- 1955 *Tectochara ulmensis* var. *hullaefera*. - Mädler, S. 291, Taf. 25, Fig. 31-32.
- 1959 *Maedlerisphaera ulmensis*. - Horn af Rantzien, S. 100, Taf. 10, Abb. 1-6, 8-12.
- 1959 *Maedlerisphaera ulmensis* var. *hullaefera*. - Horn af Rantzien, S. 101, Taf. 10, Abb. 7.
- 1962 *Sphaerochara ulmensis*. - Grambast, S. 77.
- v-1970 *Maedlerisphaera ulmensis*. - Mowahed-Awal, S. 42, Taf. 4, Abb. 1.
- v-1970 *Maedlerisphaera ulmensis* var. *hullaefera*. - Mowahed-Awal, S. 44, Taf. 4, Abb. 2.
- v 1972 *Maedlerisphaera ulmensis*. - Mowahed-Awal [in DoebI & al.], S. 50, Taf. 8, Abb. 9.
- v-1972 *Maedlerisphaera ulmensis* var. *hullaefera*. - Mowahed-Awal [in DoebI & al.], S. 51, Taf. 8, Abb. 10.

Beschreibung: Gyrogonite rundlich bis rundlich-oval (ISI 95-130, meist 110-120), die rundlichen sind meist stärker verkalkt. Der in der Regel gerundete Apex ist nur teilweise, bei Vorhandensein einer Dehisenzenfurcher, vom Umriß etwas abgesetzt. Basis gut gerundet, fast nie verschmälert. Länge 390-590  $\mu$ m, meist 475-525  $\mu$ m, Breite 380 bis 540  $\mu$ m, meist 450-500  $\mu$ m. 7-12, meist aber 10-11 Windungen im Profil sichtbar. Spiralzellen variabel hinsichtlich Relief und Ornamentierung, meist  $\pm$  eben oder schwach konkav mit kaum hervortretenden Suturen, weniger häufig leicht bis mäßig konvex. Zum Teil ist die Oberfläche nicht reliefiert, also glatt; oft jedoch, und zwar ebenso häufig bei unreifen wie bei reifen Stücken, treten Ornamentierungen auf; bei unreifen Exemplaren liegen im allgemeinen unregelmäßige, leistenartige Gebilde oder selten sogar kleine Knötchen vor, in gewisser Weise ähnlich der *Chara notata* (s. Bohring Universität 6015/2069/1), zum Teil auch Granulierung. Bei reifen Stücken kommen auf der Oberfläche der Spiralzellen durch unregelmäßige Einschnürungen völlig ungeordnete Verdickungen oder Unregelmäßigkeiten zustande. Breite der Spiralzellen 50-80  $\mu$ m, meist 60-70  $\mu$ m; periapikale Einschnürungen auf etwa 30-40  $\mu$ m in den meisten, aber keineswegs allen Fällen ausgeprägt, dann im Zentrum wieder auf 60-70  $\mu$ m verbreitert. Apikale Enden der Spiralzellen nur bei einem Teil des Materials verdickt oder getrennt stehende Knötchen bildend, dabei alle Übergänge. Man muß daher Mädler (1955, S. 291, 292) zustimmen, wenn er sagt: „Vielleicht stellt die als Varietät angenommene Form nur

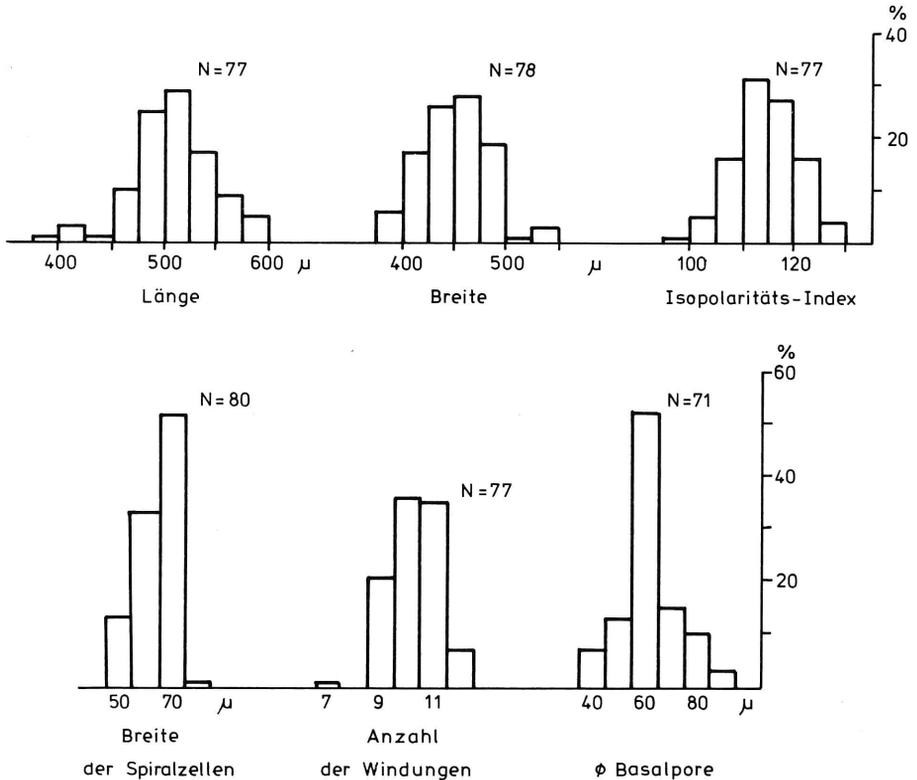


Abb. 15: Histogramme von *Sphaerochara ulmensis* (Straub, 1952) Grambast, 1962.

einen besonderen Erhaltungs- oder Verkalkungszustand dar". Auch Material aus den von Straub (1952) bearbeiteten Ehinger Schichten zeigt Exemplare mit Apikalknoten unterschiedlicher Intensität und Ausbildung in ein und derselben Probe; dies betrifft vor allem die Probe: Stbr. Ehingen, am Gasthaus z. Schiff, „über“ 128 Li 54/129, die von Herrn Dr. Malz, Forschungs-Institut Senckenberg, für Vergleichszwecke zur Verfügung gestellt wurde. Ein regelrechtes Operkulum ist nur bei einem Teil des Materials ausgebildet, was zeigt, daß „*Maedlerisphaera*“ in die Variabilität von *Sphaerochara* fällt.

Basalpore 40-90  $\mu\text{m}$ , meist um 60  $\mu\text{m}$ . Die Basalplatte zeigt die *Sphaerochara*-eigene Form: zylindrisch, bis 50  $\mu\text{m}$  hoch, Oberseite eben und subpentagonal bis fast rund, bis 70  $\mu\text{m}$ , Unterseite pentagonal mit sehr scharfen Kanten, im allgemeinen fein granuliert, bis 60  $\mu\text{m}$  Durchmesser (Taf. 14, Fig. 6).

Material: etwa 90 Exemplare.

Vorkommen: Relativ selten von CyM/SWS bis zu den OHyS. Leichte Häufung im CyM/SWS. Ferner vom Eozän der Türkei bis zum Frühpleistozän Griechenlands (Mädler 1971, S. 10). In Frankreich typisch für die Zonen St.-Vincent-de-Barbeyrargues (Chatium) bis Paulhiac (Aquitanium), nach Feist-Castel (1977, S. 130).

*Sphaerochara nodosa* (Mädler, in Mädler & Staesche 1979) nov. comb.

Taf. 10, Fig. 1-3

\* 1979 *Maedlerisphaera nodosa*. - Mädler, in Mädler & Staesche, S. 114, Taf. 9, Fig. 6-8.

Beschreibung: Rundliche bis rundlich-ovale Gyrogonite (ISI 95-130) mit gut gerundetem, jedoch durch die Apikalrosette deutlich abgesetztem Apex. Basis gut gerundet bis schwach abgeplattet, Länge 510-680  $\mu\text{m}$ , Breite 480-580  $\mu\text{m}$ . Die 60-90  $\mu\text{m}$  breiten Spiralzellen sind sehr stark konvex, oft zu einem so hohen Grad gewulstet, daß sie fast leistenförmig vom Körper abstehen, besonders basal. Hier enden die Spiralen abrupt vor der Basalpore in einem Knoten. Mehr oder weniger in regelmäßigen Abständen erfolgende Einschnürungen zerteilen die konvexen Spiralzellen in knotenartige, fast perlchnurähnliche Abschnitte. Periapikale Einschnürungen auf 30-50  $\mu\text{m}$  sehr markant, begleitet vom Aussetzen der Ornamentierung. Enden der Spiralzellen auf 60-80  $\mu\text{m}$  verbreitert, stark verdickt bis in Knoten auslaufend, ein deutliches Operkulum bildend. 8-11 Windungen im Profil sichtbar. Basalpore sehr typisch für *Sphaerochara*, 60-80  $\mu\text{m}$ .

Beziehungen: 1. Von den anderen hier beschriebenen *Sphaerochara*-Arten durch die einzigartige Ausbildung der Ornamentierung abgegrenzt.

2. Es besteht starke Ähnlichkeit mit *Sphaerochara labellata* aus dem Tongrium des Tertiär-Beckens der Aquitaine (Feist & Ringede 1977, S. 348, Taf. 11, Fig. 1-6). Letztere ist aber in allen Maßen kleiner, die periapikalen Einschnürungen sind nicht so stark und die Ornamentierung ist mehr auf ein medianes Band konzentriert.

Material: 9 Exemplare.

Vorkommen: Die bisher nur aus der Türkei bekannte Art wird hier erstmals für das Mainzer Becken nachgewiesen, und zwar ein Exemplar im unteren Teil der OCeS, sonst aus den UHyS und OHyS. Nach Mädler & Staesche (1979, S. 115) in der Türkei vom Oligozän bis ins Unter-Pliozän bekannt.

*Sphaerochara* cf. *davidi* Feist-Castel, 1977

Taf. 10, Fig. 4

\* 1977 *Sphaerochara davidi*. - Feist-Castel, S. 119, Taf. 4, Abb. 1-6, text-figs. 3-4.

Material: ein Exemplar.

Beschreibung: Rundlicher Gyrogonit (ISI 108), Apex abgerundet, Basis kaum verschmälert, 460 pm lang, 425 pm breit, seitlich 9 Windungen sichtbar. Spiralzellen etwa 50 pm breit und mit eigentümlicher Ornamentierung versehen: breite, kantige, nicht knotenförmige Vorsprünge wechseln mit zurückgesetzten Partien ab. Periapikale Einschnürungen auf etwa 30 pm, Enden der Spiralzellen ursprüngliche Weite erreichend und etwas knotig. Basalpore etwa 70 pm Ø mit von außen sichtbarer Basalplatte.

Beziehungen: Von den anderen hier behandelten *Sphaerochara*-Arten durch besondere Ornamentierung differenziert.

Vorkommen: Ein Exemplar in den UHyS, erstmals aus dem Mainzer Becken beschrieben. In Frankreich typisch für die Zone von Paulhiac (Aquitanium), nach Feist-Castel (1977, S. 130).

*Sphaerochara inconspicua* (Braun ex Unger, 1850) Feist-Castel, 1977

Taf. 10, Fig. 8-9

\* 1850 *Chara inconspicua*. - Braun ex Unger, S. 34.

1955 *Tolypella inconspicua*. - Mädler, S. 307 Taf. 26, Abb. 44-45.

1959 *Charites inconspicua*. - Horn af Rantzien, S. 66, Taf. 2, Abb. 1-3.

v-1970 *Charites inconspicua*. - Mowahed-Awal, S. 17 Taf. 1, Abb. 3.

v-1972 *Charites inconspicua*. - Mowahed-Awal [in Doehl & al.], S. 48, Taf. 8, Abb. 2.

•1977 *Sphaerochara inconspicua*. - Feist-Castel, S. 121, Taf. 5, Abb. 1-4.

Beschreibung: Gyrogonite ovaler Form (ISI 115-130) mit gut gerundetem Apex und leicht verschmälertem, am Ende gestutzter Basis. Länge 450 pm, Breite 350-390 pm. Leicht konkave, glatte, etwa 60 pm breite Spiralzellen, periapikal auf etwa 40 pm verengt, im Zentrum wieder ihre normale Breite erlangend. Apikalpartie kaum als Rosette erkennbar. Seitlich 9-10 Windungen zu zählen. Basalpore etwa 40 pm Durchmesser, Basalplatte von außen sichtbar.

Beziehungen: Exemplare von *Sphaerochara ulmensis* mit konkaven und glatten Spiralzellen sind meist rundlicher und an der Basis nicht gestutzt.

Material: zwei Exemplare.

Vorkommen: Je ein Exemplar in den UCeS und im oberen Teil der OCeS. Stratigraphische Reichweite in der Türkei bis ins Ober-Pliozän. Im französischen Tertiär nach Feist-Castel (1977, S. 130) charakteristisch für die Zone von Marseille-St.-Andre (Chattium).

Genus *Nitellopsis* Hy, 1889

Krassavina (1971) hat die Identität der pleistozänen *Tectochara diluviana* mit der rezenten *Nitellopsis obtusa* dargelegt und daher die Synonymisierung des fossilen Genus *Tectochara* mit dem rezenten Genus *Nitellopsis* vorgenommen. Diesem Standpunkt wird hier Rechnung getragen, wobei *Tectochara* der Rang eines Subgenus zuerkannt wird, entsprechend Grambast & Souli -Märsche (1972). Wenn „*Tectochara diluviana*“ zur Gattung *Nitellopsis* gestellt wird, muß man folgerichtig auch die fossilen Vertreter, wie „*Tectochara meriani*“ in die Gattung *Nitellopsis* stellen. „*Tectochara diluviana*“ wurde ursprünglich als Subspezies von „*Tectochara meriani*“ beschrieben, was die Verwandtschaft beider Taxa bezeugt: sie müssen also in derselben Gattung untergebracht werden.

Merkmale der Gyrogonite: Gyrogonite fast kugelig bis ovaler Form. Spiralzellen periapikal meist ausgeprägt verengt und dünner werdend; ihre Enden beträchtlich verbreitert und verdickt, deutliche Rosette bildend. Basalplatte sehr dünn, scheibenförmig, subpentagonal. Basalpore sehr oft am Grunde eines Trichters.

*Nitellopsis*(*Tectochara*)*meriani*(Braun ex Unger, 1850) Grambast & Soulie-Märsche, 1972  
Taf. 11, Fig. 1-7; Taf. 12, Fig. 9; Taf. 14, Fig. 7; Abb. 16

\* 1850 *Chara meriani*. - Braun ex Unger, S. 34.

1954 *Tectocharameriani*. - L. & N. Grambast, S. 668.

v-1970 *Tectocharameriani*. - Mowahed-Awal, pro parte, S. 33, Taf. 3, Abb. 1.

v 1970 *Tectochara helicteres*. - Mowahed-Awal, S. 36, Taf. 3, Abb. 3.

v 1972 *Tectocharameriani*. - Mowahed-Awal [in DoebI & al.], pro parte, S. 49, excl. Taf. 8,  
Abb. 6 [= *Rhabdochara stockmansii* Grambast, 1957].

1972 *Nitellopsis*(*Tectochara*)*meriani*. - Grambast & Soulie-Märsche, S. 3.

Beschreibung: Form der Gyrogonite rundlich-oval bis länglich-oval, zum Teil umgekehrt birnenförmig (ISI 105-145, meist 115-125). Apex gut gerundet, Basis selten abgerundet, im allgemeinen kurz, aber merklich verschmälert, auch progressiv verjüngt und am Ende gestutzt. Länge 840-1410  $\mu\text{m}$ , Breite 690-1160  $\mu\text{m}$ , seitlich 8-12, meist 10-11 Windungen sichtbar. Spiralzellen bei immaturren Stücken leicht konkav, sonst eben bis  $\pm$  stark konvex, oft mit „Bohrlöchern“. Die Exemplare der Profile Sommerberg und Göllheim weichen von der Norm durch eine variable, meist starke Ornamentierung ab: reifenartige Verdickungen entlang der Mitte der Spiralzellen oder begrenzte, schmale, leistenartige Erhebungen, besonders massiv im basalen Teil (Castel 1967). Auch hinsichtlich der teilweise etwas ausgezogenen Basis bestehen bei diesen Stücken Abweichungen, wodurch sie enge Beziehungen zu *Nitellopsis huangi* andeuten (Taf. 11, Fig. 7). Es ist denkbar, daß hier eine durch besondere ökologische Verhältnisse (vielleicht hoher Kalkgehalt des Milieus) stark ornamentierte Population vorliegt. Spiralzellen 90-190  $\mu\text{m}$  breit, in der apikalen Peripherie stark verengt (etwa 60-80  $\mu\text{m}$ ) und eingesenkt; die apikalen Enden auf meist 130-140  $\mu\text{m}$  erweitert und kräftige individuelle Knoten tragend, ausgenommen bei unreifen Stücken. Basalpore klein, 30-120  $\mu\text{m}$ , meist 40-60  $\mu\text{m}$   $\phi$ , bei einem Teil des Materials am Grunde eines ausgeprägten Trichters unterschiedlicher Form und Größe, so bei Stücken aus den Profilen Sommerberg und Göllheim. Andere Populationen, wie aus der Bohrung Hilton 1, weisen dieses Merkmal nicht auf. Nach den Darstellungen von Soulie-Märsche (1975) ist bei *Nitellopsis* eine Entwicklung von Populationen mit stark ausgeprägtem zu solchen mit schwachem bis fehlendem Basalfrichter insbesondere für die Wende Pliozän/Pleistozän kennzeichnend. Basalplatte schwach pentagonal, Ober- und Unterseite fast gleich groß, etwa 140  $\mu\text{m}$   $\phi$ , Höhe nur 30-40  $\mu\text{m}$ . Die flachen Basalplatten dieses Genus sind im allgemeinen höchstens 1/3 so hoch wie breit (Grambast 1956 a, Abb. 3).

#### Bemerkungen

1. Das von Mowahed-Awal (1970 und 1972) aus den Hydrobien-Schichten beschriebene Material gehört zu *Rhabdochara stockmansii*.

2. *Tectochara helicteres*, beschrieben von Mowahed-Awal (1970), sind nur sehr große Stücke von *Nitellopsis meriani*. Sie haben nichts mit *Nitellopsis*(*Campaniella*)*helicteres* zu tun, von der sich eine sehr gute Darstellung in Grambast (1972 b) findet.

Beziehungen: Die nahe verwandte *Nitellopsis huangi* ist durch die ausgezogene Basis sowie eine merklich breitere Basalpore unterschieden.

Material: etwa 250 Exemplare.

Vorkommen: Von CyM/SWS (dort Hauptverbreitung) bis ins untere Drittel der CoS, ein Exemplar am Top der UHyS. Eine sowohl stratigraphisch als auch regional sehr weit verbreitete Art. Vom Oligozän bis ins Pliozän Europas und Asiens (UdSSR, China, Indien, Türkei), etwa Lu (1944 und 1945), Bhatia & Mathur (1978).

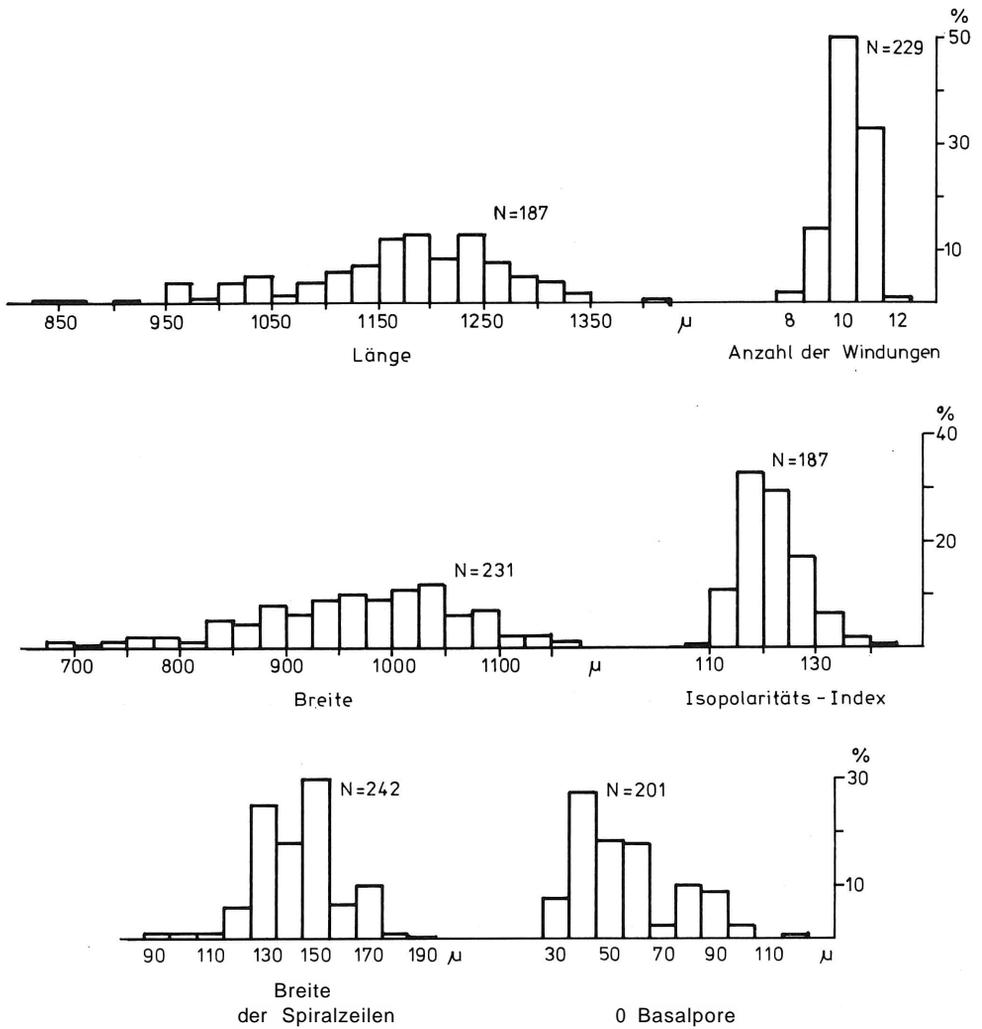


Abb. 16: Histogramme von *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (Braun ex Unger, 1850) Grambast & Soulie-Märsche, 1972.

*Nitellopsis (Tectochara) huangi* (Lu, 1944) Grambast & Soulie-Märsche, 1972  
Taf. 11, Fig. 8-11

- \* 1944 *Chara huangi*. - Lu, S. 34, Taf. 1, Abb. 2 a-c.
- 1955 *Tectocharameriani stipitata*. - Mädler, S. 283, Taf. 24, Abb. 3-8.
- 1959 *Tectochara stipitata*. - Horn af Rantzien, S. 78.
- 1959 *Tectochara huangi*. - Horn af Rantzien, S. 79.
- 1967 *Tectocharameriani* ssp. *huangi*. - Castel, S. 515, Taf. 19, Abb. 5-10, 13-14.
- 1972 *Nitellopsis (Tectochara) huangi* Grambast & Soulie-Märsche, S. 5.

Beschreibung: Länglich-ovale bis längliche Gyrogonite (ISI 120-145) mit gerundetem bis leicht abgeplattetem Apex und deutlich verlängerter, oft am Ende gestutzter Basis. Länge 1030-1360 pm, Breite 720-1060 pm. 8-12, meist 10 Windungen seitlich sichtbar. Spiralzellen 100-180 pm breit, eben bis stark konvex, sehr oft, wie unter *Nitellopsis meriani* beschrieben, verziert durch:

- mediane, reifenartige Verdickungen,
- ± schmale, leistenartige Wülste, basal stärker,
- unregelmäßige Undulationen.

Durch gleichartige Ornamentierung ausgezeichnete Exemplare dieser Art beschrieb Nötzold (1962, Taf. 3, Abb. 4) aus dem Chattium Süddeutschlands, Castel (1967, S. 515, Taf. 19, Abb. 5 und 6) und Feist-Castel (1977, S. 119) aus dem Chattium Südfrankreichs sowie Mädler & Staesche (1979, S. 108) aus der Türkei (ohne nähere Angaben zum stratigraphischen Niveau). Periapikale Einschnürungen auf 60-80 pm, Einsenkungen nicht so markant wie bei *Nitellopsis meriani*; apikale Enden der Spiralen wieder 130-140 pm breit, Apikalknoten nicht sehr prägnant. Basalpore meist 80-90 pm Ø, in der Regel innerhalb eines oft unregelmäßigen Basaltrichters.

Material: 30 Exemplare.

Vorkommen: Von der Mitte des unteren Teiles der OCeS bis zum oberen Teil der OCeS; erstmals für das Mainzer Becken belegt. Sehr große stratigraphische und regionale Ausdehnung: vom Oligozän bis zum Pliozän Europas und Asiens (China, Indien, Türkei), nach Castel (1967), Wang (1961, 1965), Mädler & Staesche (1979) und anderen Autoren.

*Nitellopsis(Tectochara)Helvetica* (Mädler, 1955) Grambast & Soulie-Märsche, 1972  
Taf. 12, Fig. 1-2

- \* 1955 *Tectochara meriani Helvetica*. - Mädler, S. 282, Taf. 23, Abb. 20-22, Taf. 24, Abb. 1-2.
- 1965 *Tectochara Helvetica*. - Wang, S. 474 und 492, Taf. 3, Abb. 22-25.
- v-1970 *Tectochara Helvetica*. - Mowahed-Awal, S. 39, Taf. 3, Abb. 5.
- v-1972 *Tectochara Helvetica*. - Mowahed-Awal [in Doebli & al.], S. 50, Taf. 8, Abb. 8.
- 1972 *Nitellopsis(Tectochara)Helvetica*. - Grambast & Soulie-Märsche, S. 5.

Beschreibung: Rundlich-ovale bis ovale Gyrogonite (ISI 110-135), Apex und Basis abgerundet. Länge 780-910 pm, Breite 660-760 pm. Spiralzellen 110-130 pm breit, eben bis kaum konkav. Periapikale Einsenkungen meist undeutlich, Verschmälerung aber auf 60-80 pm, im Zentrum wieder auf 120-130 pm verbreitert. Apikalknoten deutlich ausgeprägt. Bei allen Stücken im Profil 9 Windungen sichtbar. Sehr kleine Basalpore, 30 bis 40 pm Durchmesser, Basaltrichter nur schwach entwickelt.

Beziehungen: Von gleicher Größenordnung wie verschiedene *Rhahdochara* spp., doch durch unterschiedlichen Apikalbau und ± ebene Spiralzellen abzutrennen.

Material: 10 Exemplare.

Vorkommen: Von den UCeS bis zur Basis der CoS. In Mitteleuropa nach Mädler (1955, S. 283) vom mitteloligozänen Stampium (heute: Chattium) bis zum miozänen Tortonium (heute: Langhium/Serravallium) bekannt.

Species indet., cf. *Psilochara acuta* Grambast & Paul, 1965  
Taf. 6, Fig. 6-7

Beschreibung: Ovale Gyrogonite (ISI 139-143), Apex merklich gespitzt, Basis abgerundet bis leicht gestutzt. Länge 680-700 pm, Breite etwa 490 pm. Spiralzellen leicht

konkav, 90-100  $\mu\text{m}$  breit, periapikal auf 60-70  $\mu\text{m}$  verengt, die Enden stark erweitert auf 110-130  $\mu\text{m}$ . Seitlich 7-8 Windungen sichtbar. Basalpore 40-50  $\mu\text{m}$  Durchmesser.

Bemerkung: Die Gyrogonite haben große Ähnlichkeit mit *Psilochara acuta* Grambast & Paul, 1965, aus dem Ober-Oligozän des Pariser Beckens, aber zu einer sicheren Bestimmung müßte mehr Material vorliegen.

Material: zwei Exemplare.

Vorkommen: Unterer Teil der OCeS (Bohrung IBM 3, 6015/3099/1 und Bohrung Kirchoffstraße, 6015/3207/1).

Unterfamilie Nitelloideae Al. Braun ap. Migula

Merkmale der Gyrogonite: Gyrogonite mit Spiralzellen, die sich am Apex berühren; Basalplatte zusammengesetzt.

Genus *Tolypella* Braun, 1849

Die fossilen Vertreter der Gattung *Tolypella* scheinen die phylogenetischen Vorläufer der rezenten *Tolypella*, Sektion *Tolypella*, zu sein (Soulié-Marsche 1979, S. 827). Das prägnanteste Merkmal zur Identifizierung dieser Gattung liegt in der aus 2-3 Elementen zusammengesetzten Basalplatte der im allgemeinen sehr kleinen Gyrogonite.

*Tolypella* sp.

Taf. 6, Fig. 8

Material: ein Exemplar.

Beschreibung: Breitrunder Gyrogonit (ISI 89), apikal stark abgeplattet, Basis  $\pm$  gerundet, 205  $\mu\text{m}$  lang, 230  $\mu\text{m}$  breit. 7 Windungen im Profil sichtbar. Die 30  $\mu\text{m}$  breiten Spiralzellen erfahren keine Veränderungen im Apikalbereich, sie sind konkav mit scharfen Suturen. Basalpore pentagonal, 40  $\mu\text{m}$  Durchmesser, verschlossen durch eine zweigeteilte Basalplatte.

Vorkommen: An der Basis der UHyS, erstmals aus dem Mainzer Becken beschrieben. *Tolypella*-Arten scheinen bisher aus dem Tertiär wenig bekannt zu sein; Grambast (1958) beschrieb *Tolypella pumila* aus dem Ober-Oligozän des Pariser Beckens.

## 6. Zur Ökologie rezenter Charophyten und zur Bedeutung fossiler Charophyten für die Paläoökologie

Charophyten, eine paläontologisch recht alte, bis ins Silur zurück zu verfolgende Gruppe von Thallophyten, sind rezent fast über die ganze Erde verbreitet; sie leben unter verschiedenen klimatischen Bedingungen und dringen nach Norden bis ins subarktische Spitzbergen vor. Im allgemeinen sind es submers lebende Wasserpflanzen, doch beschrieb Inyengar (1960) aus Südindien *Nitella terrestris*, die einzige bis jetzt bekannte terrestrische Art. An ihnen zusagenden Standorten treten die Charophyten massenweise auf und bilden sogenannte Chara-Wiesen (Remane & Schliefer 1971, S. 165). Jeder günstige Wasserkörper wird besiedelt, von Pfützen bis zu großen Seen und Binnenmeeren, wie die Ostsee (Luther 1951). Selbst periodische Gewässer in semiaridem Klima werden bevölkert (Burne & al. 1980). Die Pflanzen selbst überstehen ein Trockenfallen ihres Biotops zwar nicht, doch keimen ihre Oogonien bei erneuter Überflutung wieder aus. Die Tiefe des Vorkommens ist, wie bei allen assimilierenden Wasserpflanzen, von der Durchlichtung des Wassers abhängig, reicht aber von rund 10 cm bis zu 30 m im Königssee

und Japan (Tappan 1980); meist treten die Pflanzen aber nur bis zu einer Tiefe von maximal 10 m auf. Begrenzende Faktoren sind ferner starke Wasserströmungen und heftiger Wellengang, die schlecht vertragen werden. Als Substrat werden sandige, schluffige oder tonige Böden bevorzugt, Grus oder Gytjtja seltener besiedelt.

Eine eminente Rolle für die Verbreitung von Charophyten wird der Salinität des Milieus beigemessen, wobei sich die einzelnen Arten durchaus unterschiedlich verhalten. So bewohnen sie nach allgemeiner Auffassung reines Süßwasser bis hin zu brachyhalinem Meerwasser ( $< 30 \text{ ‰}$ ) nach der Gliederung von Hiltermann (1966); in euhalinem Meerwasser können sie sich nicht mehr fortpflanzen (Hiltermann 1979). Nun konnten aber Burne & al. (1980) den Nachweis erbringen, daß in ephemeren Salzseen Australiens gesunde Pflanzen von *Lamprothamnium papulosum* bei Salinitäten von knapp  $70 \text{ ‰}$  zu beobachten waren; die Oogonien waren zum Teil von Evaporiten wie Gips oder Halit umkrustet. Deckker & al. (1982) leiten daraus ab: „Thus the presence of oogonia in the core does not preclude seasonally saline or hypersaline conditions“.

Ausgehend von diesen neuesten aktualisfischen Erfahrungen erscheint es angebracht, die meist akzeptierte Auffassung, fossile Charophyten seien grundsätzlich diagnostisch für limnische bis brackische Ablagerungsbereiche, keinesfalls so vorbehaltlos aufrecht zu erhalten. Eine gewisse Vorsicht bei der paläoökologischen Beurteilung fossiler Charophyten läßt sich bei Racki (1982) erkennen, der zeigen konnte, daß im Devon des Heiligen-Kreuz-Gebirges (Polen) Charophyten offen-marinen Milieus existiert haben. Wie auch Hiltermann & Mädler (1977, S. 140) bemerken, sind einwandfreie Aussagen über die Paläoökologie mit einer Organismengruppe allein (etwa Charophyten) nicht zu erzielen. Sie können nur nach einer Zusammenschau der Ergebnisse der verschiedenen Organismengruppen erfolgen, wozu auch Untersuchungen der Sedimentologie und Geochemie ihren Beitrag liefern sollten.

## 7. Zur Biostratigraphie und Paläoökologie

### 7.1. Die Charophyten-Floren

Ausgehend von den häufigeren Arten wird für jede der sieben Schichtenfolgen die Zusammensetzung der Charophyten-Flora vorgestellt. Ferner wird auf das Einsetzen und Erlöschen einzelner Arten im „Aquitanium“ des Mainzer Beckens aufmerksam gemacht; diesen floristischen Phänomenen kommt natürlich keine absolute stratigraphische Bedeutung zu. Da Charophyten weitgehend auch Faziesfossilien sind, mögen die einzelnen Spezies bei geeigneten Voraussetzungen auch in anderen stratigraphischen Bereichen oder Profilabschnitten wieder erscheinen, was die teilweise erhebliche vertikale Reichweite zahlreicher Arten mit erklären könnte. Ein klare stratigraphische Aussagen erschwerender Faktor ist überdies die Frage nach der Autochthonie oder Allochthonie von Charophyten-Vorkommen. Nicht selten werden Gyrogonite beispielsweise mit Süßwasser-Gastropoden und Resten von Landsäugern in Sedimenten angetroffen, deren Ablagerung in brackisch-marinem Milieu durch die vergesellschafteten Foraminiferen und Ostracoden außer Zweifel steht. In einem solchen Fall ist man leicht geneigt, das Vorkommen von Charophyten mit dem Hinweis auf Einschwemmung zu erklären. Eine solche Feststellung sollte aber nur mit Vorbehalt geschehen, da wir wissen, daß verschiedene Charophyten-Arten durchaus brackisch-marine Verhältnisse bevorzugen oder ertragen. Die im folgenden beschriebenen, auf der Grundlage von Charophyten-Floren fußenden Ergebnisse sollen den bestehenden biostratigraphischen und paläoökologischen Vorstellungen gegenüber gestellt werden. Besonderes Augenmerk ist diesbezüglich auf die Massenvorkommen von Charophyten zu richten.

### 7.1.1. Süßwasserschichten

In mehreren Bohrungen ist neben den Süßwasserschichten möglicherweise noch der Top des Cyrenenmergels durchteuft worden. Die dominierenden Arten dieser Schichtfolge sind *Nitellopsis meriani* und noch weit mehr *Chara minutissima*, viel seltener ist *Sphaerocaraulmensis*. Diese Arten sowie die für diese Abfolge nur aus der Versuchsbohrung 1 (ZDF) bekannte *Chara microcera* mögen vor allem in dem durch die obersten 10 m des Profils der Süßwasserschichten dokumentierten Biotop besonders geeignete Lebensbedingungen vorgefunden haben, da hier regelrechte Massenvorkommen vorliegen (Versuchsbohrung 1, ZDF; Bohrung Wildgraben). *Chara notata* und *Grambastichara tornata* treten gelegentlich auf. Insgesamt ist dies eine sehr individuenreiche Flora, vor allem wegen der stark vertretenen *Chara minutissima*.

### 7.1.2. Untere Cerithien-Schichten

Wiederum beherrscht *Chara minutissima* das Bild. Sie bildet etwa in der Mitte der Schichtfolge ein markantes Massenvorkommen (Bohrungen Wildgraben und IBM 3). Andere Arten sind nur sporadisch vertreten, am „häufigsten“ noch *Grambastichara tornata*. Die Flora ist insgesamt schon deutlich individuenärmer als die vorhergehende, besonders an der Obergrenze der Abfolge. Dies mag in Zusammenhang mit der zum Hangenden steigenden Salinität stehen, die die begleitende Mikrofauna anzeigt.

### 7.1.3. Obere Cerithien-Schichten, unterer Teil

Die Charophyten-Flora ist im allgemeinen nur durch *Grambastichara tornata* und *cylindrica* vertreten, die hin und wieder in geringen Stückzahlen vor allem in den tieferen und höheren Lagen vorkommen, im mittleren Bereich aber fast völlig aussetzen. Die Anzahl der Individuen nimmt gegenüber den UCeS weiterhin merklich ab; die Flora ist

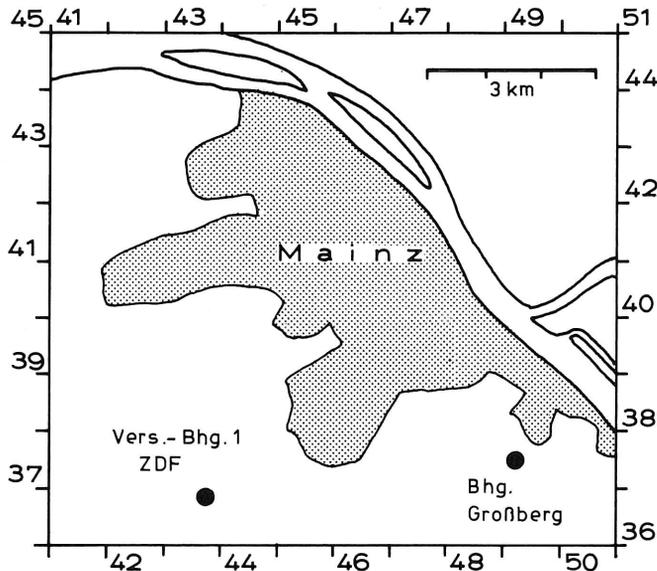


Abb. 17: Regionale Massenvorkommen von *Grambastichara straubi* im unteren Teil der Oberen Cerithien-Schichten.

schon als relativ individuenarm zu bezeichnen. Dies paßt nach den gängigen Auffassungen gut in das Bild eines brackisch-marinen Lebensraumes mit wiederholten Meeres-ingressionen und nur kurzfristigen, auf einzelne Lagen beschränkten limnischen Einflüssen (Doehl & al. 1972). Auf der anderen Seite behauptet sich gerade in den mittleren Abschnitten dieser Schichtfolge *Grambastichara straubi* in hoher Individuendichte in den Bohrungen Großberg und Versuchsbohrung 1, ZDF. Die Horizonte mit der größten Stückzahl lassen keine Hinweise auf limnisch-brackische Verhältnisse erkennen, da Süßwasser-Ostrakoden wie *Candona* und *Ilyocypris* vollkommen fehlen. Man muß nach der Begleitfauna viel eher mit geradezu brackisch-marinem Milieu rechnen. Der Erhaltungszustand des Materials ist in beiden Bohrprofilen gleich: völlig weiße, zum großen Teil inkrustierte Gyrogonite. Ob die Gyrogonite allochthon sind, ist nicht zu beurteilen. Besondere lokale Verhältnisse der Bohrung Großberg und der Versuchsbohrung 1, ZDF, müssen wohl als Ursachen der Vorkommen von *Grambastichara straubi* gerade in brackisch-marinen Lagen angenommen werden, doch läßt sich keine eindeutige Antwort geben. Paläogeographische Ursachen sind wegen der relativ großen Entfernung der beiden Profile voneinander wohl nicht zu erwägen (Abb. 17). Vielleicht gehörte *Grambastichara straubi* auch zu den Arten, die Bereiche erhöhter Salinität bevorzugten, ähnlich dem rezenten *Lamprothamnium papulosum*. Ebenfalls in den mittleren Lagen dieser Schichtfolge setzt für das „Aquitanium“ des Mainzer Beckens zum ersten Mal *Chara molassica* in Einzelvorkommen ein.

#### 7.1.4. Obere Cerithien-Schichten, oberer Teil

Diese Abfolge führt eine durch die ausgeprägteste Individuenarmut aller bearbeiteten Schichten gekennzeichnete Flora. Nur gelegentlich treten *Grambastichara tornata* und noch seltener andere Spezies in Erscheinung. Die mit den Charophyten vergesellschafteten Mikrofossilien (Foraminiferen, Ostrakoden) dokumentieren eindeutig brackische Ablagerungsverhältnisse mit nur gelegentlichen limnischen Phasen, was als Ursache für die große Seltenheit der Charophyten-Funde gelten kann, obwohl es Formen gibt, die leichte Salinität lieben. In den von Schäfer (1982) mikrofaunistisch detailliert bearbeiteten Profilen Sommerberg und Göllheim sind die letzten 2 m der obersten Oberen Cerithien-Schichten aufgeschlossen. Beide Profile führen eine für diese Schichtenfolge geradezu einzigartige Charophyten-Flora, die qualitativ und quantitativ von allen anderen bearbeiteten stratigraphisch äquivalenten Profilen abweicht. Die Florenelemente sind: in erster Linie *Rhabdochara stockmansi*, weniger häufig *Nitellopsis meriani* und *huangi*, in einigen Lagen noch zusätzlich *Sphacrochara ulmensis* und *granulifera*. *Rhabdochara stockmansi* setzt im „Aquitanium“ des Mainzer Beckens das erste Mal im Profil Sommerberg (Probe 2) und Profil Göllheim (Probe 1) ein, also knapp 2 m unter der Basis der CoS, etwa im Bereich der unteren *Corbicula*-Bank und erreicht hier relativ hohe Individuendichte. Sonst ist diese Art, wie auch *Sphacrochara granulifera*, im „Aquitanium“ des Mainzer Beckens bezeichnend für die Hydrobien-Schichten. Besonders bemerkenswert erscheint, daß die Lagen mit den höchsten Stückzahlen an Charophyten-Gyrogoniten mit foraminiferenreichen und marin-brackischen Ostrakoden führenden Horizonten zusammenfallen: Profil Sommerberg (Proben 2, 9, 12, 16 und 18) und Profil Göllheim (Proben 1 und 3). Dagegen sind die stärker limnischen Zwischenlagen fast frei von Charophyten. Die eigentümliche Florenassoziation und ein abweichend starkes Vorkommen von Gyrogoniten in marin-brackischen Lagen lassen für die obersten OCeS der Profile Sommerberg und Göllheim vermuten, daß die Charophyten unter von besonderen ökologischen Faktoren geprägten Verhältnissen lebten. Eine Sonderstellung zeichnet sich weiterhin dadurch ab, daß *Nitellopsis meriani* und *huangi* in einem morphologisch durch eigenartige und starke

Ornamentierung von der Norm abweichenden Äußeren vorliegen, was ein Hinweis auf erhöhten Kalkgehalt des Milieus sein könnte.

Den geologisch-paläontologischen Rahmen für diesen Zeitabschnitt bilden die entlang des Oberrheingrabens, etwa in der Linie Weisenau-Oppenheim-Gundersheim verlaufenden Riff-Komplexe. Sie sind als Hemmnis für den freien Wasseraustausch zwischen dem Oberrheingraben und dem Mainzer Becken zu betrachten und bewirken dessen weitgehende Abschnürung vom Bereich des Oberrheingrabens. In solche Stillwasserbereiche des „back-reefs“ gehören wohl die obersten OCeS vom Sommerberg und Göllheim. Geochemische Untersuchungen an Molluskenschalen aus der unteren CorHcw/a-Bank haben gezeigt, daß insbesondere für das Profil Sommerberg hier mit einer relativen Erhöhung der Salinität zu rechnen ist. Im Profil Göllheim, im Südküstenbereich des Mainzer Beckens, liegen die Werte etwas niedriger, wohl wegen stärkerer limnischer Zuflüsse (frdl. Mitteilung von Dr. Afaj, Mainz).

#### 7.1.5. *Corbicula*-Schichten

Die *Corbicula*-Schichten sind ausgezeichnet durch einen raschen Wechsel stark limnisch beeinflusster Ablagerungen mit zwischengeschalteten, stärker brackischen Vorstößen; die Salinität ist jedoch im allgemeinen geringer als in den OCeS zu veranschlagen. Die Charophyten-Flora ist arm, obschon in den höheren Bereichen die Individuenzahlen ein wenig zunehmen und sogar höher als in den obersten OCeS sind. Keine der beobachteten Arten beherrscht das Bild, alle zeigen ein gleich seltenes Vorkommen. Am stärksten sind noch die vier *Grambastichara*-Arten vertreten, die nach oben im Profil etwas regelmäßiger erscheinen, was mit der generellen Tendenz zu allmählicher Aussüßung in Zusammenhang stehen mag.

In den basisnahen Lagen (Probe 40, ca. 2,5 m über Basis) der von Schäfer (1982) auf mikrofaunistischer Grundlage ausgegliederten Unteren *Corbicula*-Schichten des Profils Sommerberg erlöschen *Nitellopsis meriani* und *Helvetica* für das „Aquitanium“ des Mainzer Beckens. Etwa in gleicher Lage oder nur wenig höher setzt *Grambastichara elongata* das erste Mal ein. Das mit Charophyten gut faßbare Signal wenig oberhalb der Basis der CoS scheint erstaunlicherweise mehr oder weniger mit einem anderen mikrofloristisch ausgezeichnet belegten Horizont zusammenzufallen. Nach Dr. Weiler (Geol. Landesamt Rhld.-Pfalz) ist in den tieferen CoS durch Dinoflagellaten eine Grenze bestimmt, an der die Gattung *Cordosphaeridium* durch die Gattung *Polysphaeridium* abgelöst wird; diese Grenze liegt allgemein zwischen 3 und 8 m über der Basis der CoS. Auch in den oberen Bereichen der CoS läßt sich ein durch Charophyten und andere Mikrofossilien markierter Horizont gut fassen. Wie schon erwähnt, zeichnet sich in den obersten Lagen der CoS eine allmähliche Zunahme der vier *Grambastichara*-Arten ab; des weiteren läßt sich in den letzten 2-5 m das Einsetzen der seltenen *Stephanochara rochetti* und das von nun an regelmäßige Auftreten von *Charanannocarpa* n. sp. nachweisen. Mikropaläontologisch ist dieser Bereich vor allem durch das Einsetzen der Foraminifere *Nonionoides demens* charakterisiert. Sie tritt in den untersuchten Profilen ebenfalls 2-5 m unter der Basis der UHs auf.

#### 7.1.6. Untere Hydrobien-Schichten

Die Unteren Hydrobien-Schichten setzen mit dem brackisch-marinen *Nonionoides*-Horizont ein, in dem Charophyten sehr stark in den Hintergrund treten oder auch ganz fehlen. Die zum Hangenden hin sich immer stärker bemerkbar machenden limnischen Einflüsse kündigen die beginnende Aussüßung an. Dies spiegelt sich auch in der Charophyten-Flora wider, die jetzt große Individuendichten erreicht, besonders stark von den

mittleren Lagen an. *Grambasticharatornata* ist die beherrschende Art bezüglich Regelmäßigkeit und Menge, weniger auffällig sind *G. cylindrica* und *elongata*. Von der Gattung *Chara* sind regelmäßiger zu beobachten: *Ch. nannocarpa* n. sp., *notaia* und *sadleri*. Letztere setzt, abgesehen von einem Exemplar in CyM/SWS, wenig über der Basis der UHyS ein, ebenso verhält es sich mit *Rhabdochara major*, was ein Hinweis auf ausgesprochen limnischen Charakter sein könnte. In den höheren Abschnitten der Schichtfolge sind Übergangsformen zwischen *Rhabdochara stockmansii* und *major* zu beobachten (Bohrungen Bretzenheim-Süd, Großberg und Hechtsheim, Notstandsbrunnen 75). Lokalen Charakter hat die in der Bohrung Gonsenheim (Notstandsbrunnen 7) etwa 8-17 m unter der Obergrenze, meist in Steinkernerhaltung vorliegende *Sphaerochara granulifera*. In den mittleren Bereichen der Bohrung Großberg wird *Grambasticharatornata* von der mit einigen Süßwasser-Ostrakoden vergesellschafteten *Chara major* vertreten.

### 7.1.7. Obere Hydrobien-Schichten

Die Oberen Hydrobien-Schichten sind aufgrund ihrer Mikrofauna als Sedimente eines weitgehend ausgesüßten Ablagerungsraumes aufzufassen; nur in ihren Basisbereichen ist eine schwach ausgeprägte, kurzfristige Transgressionsphase nachzuweisen (Best 1975). Das auffallendste Ereignis dieser Schichtfolge stellt ein in zahlreichen Bohrungen faßbarer Horizont mit Charophyten-Massenvorkommen gerade an der Basis der OHyS dar; über die paläoökologischen Verhältnisse sind zum Teil keine Aussagen möglich, zum Teil dokumentieren reichliche Vorkommen von Süßwasser-Ostrakoden der Gattungen *Candona* und *Ilyocypris* limnisches Milieu (Bohrungen IBM 3 und Zitadelle). Die Massenvorkommen beherbergen: *Chara molassica* (Bohrung Bergweg A), *Chara nannocarpa* n. sp. (Bohrung Jägerstraße), *Grambasticharatornata* (Bohrungen Bergweg A und B, Fichteplatz, Judengewann und Zitadelle).

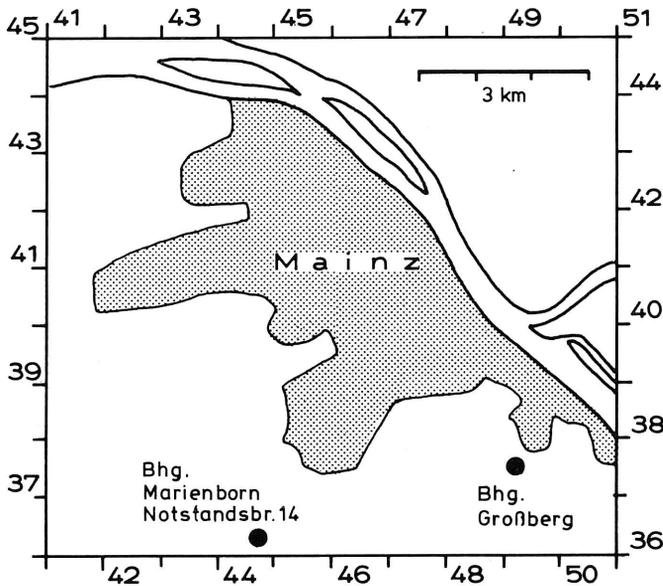


Abb. 18: Regionale Massenvorkommen von *Chara major* in den Unteren und Oberen Hydrobien-Schichten.

Das weitgehend limnisch geprägte Milieu hat auch sonst zur Entwicklung einer sehr reichen Charophyten-Flora mit dem höchsten Individuenreichtum aller Schichten des Kalktertiärs im Mainzer Becken geführt. Die dominierende Art ist noch stärker als bisher *Grambasticharatornata*, die in teilweise ungeheuren Individuenzahlen in Erscheinung tritt. Im übrigen sind die aus den UHyS erwähnten Arten weiter vertreten, *Charanannocarpan* sp. und *Ch. notata* aber wesentlich stärker als bisher. *Rhabdochara stockmansii* und *major* zeigen sich recht häufig.

Lokale Bedeutung hat *Chara major*. In der Bohrung Marienborn (Notstandsbrunnen 14) kommt sie durch die ganzen OHyS unter weitgehend limnischen Bedingungen vor, wie die sehr zahlreichen Süßwasser-Ostrakoden der Gattungen *Candona* und *Ilyocypris* belegen. Ansonsten ist sie nur aus den UHyS der Bohrung Großberg bekannt (Abb. 18). Die Distanz zwischen beiden Fundpunkten beträgt rund 4,5 km, so daß die eng begrenzte Verbreitung von *Chara major* im Mainzer Becken nicht unbedingt auf paläogeographischen Gegebenheiten beruhen muß, sondern wohl mehr auf den  $\pm$  limnischen Ansprüchen dieser Art.

## 7.2. Gliederung nach Charophyten-Assoziationen

Die Erfassung der qualitativen und quantitativen Verteilung von Charophyten in den Süßwasserschichten und im „Aquifanium“ des Mainzer Beckens hat gezeigt, daß die einzelnen Spezies in stratigraphischer Hinsicht eine durchaus unterschiedliche Verbreitung besitzen. Es finden sich aber keine Arten, die als sichere Leitformen für exakte Markierungen von stratigraphischen Grenzen verwendet werden könnten. Da Charophyten in hohem Maße faziesabhängige Organismen darstellen, ist auch nicht unbedingt zu erwarten, mit ihrer Hilfe in einem von rasch wechselnden faziellen Verhältnissen geprägten Raum wie dem Mainzer Becken, eine differenzierte Gliederung aufbauen zu können.

Wenn nun die einzelnen Arten dennoch nur in gewissen stratigraphischen Bereichen bevorzugt auftreten, mag das daran liegen, daß ihre stenöken Forderungen in anderen stratigraphischen Abschnitten eben nicht mehr erfüllt waren. Für ein eng umschriebenes Gebiet, wie es das Mainzer Becken s. str. darstellt, ist solchen Arten oder Artengemeinschaften aber ohne weiteres ein beschränkter, regional gültiger Leitwert beizumessen. Unter diesem Aspekt erscheint es am zweckmäßigsten, Floren-Assoziationen aufzustellen. Eine Ausgliederung von drei, durch verschiedene Charophyten-Assoziationen differenzierten, regional gültigen Abschnitten ist für die SWS und das Kalktertiär des Mainzer Beckens möglich:

1. Ein unterer, Charophyten-reicher, aber relativ artenarmer Abschnitt, der Süßwasserschichten und Untere Cerithien-Schichten umfaßt, wird durch die Florenelemente *Chara minutissima*, *Nitellopsis meriani* und *Sphaerochara ulmensis* definiert. Die, abgesehen von *Chara minutissima*, reichhaltigere Flora der SWS läßt eine Abgrenzung gegenüber den ärmeren UCeS bei günstigen Proben auf dieser Basis durchführbar erscheinen.
2. Ein Charophyten-arter Abschnitt (unterer und oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, *Corbicula-Schichten*), wobei die Verarmung im oberen Teil der OCeS am größten ist. Typisch ist das im allgemeinen nur unregelmäßige Auftreten der meisten Spezies. Der untere Teil der OCeS läßt sich nur lokal (Bohrung Großberg; Versuchsbohrung 1, ZDF) durch die reichen Vorkommen von *Grambastichara straubii* abgrenzen. Möglicherweise ist eine Abgrenzung des oberen Teils der OCeS auf der Grundlage der Assoziation *Rhabdochara stockmansii* - *Nitellopsis meriani* - *Nitellopsis huangi* denkbar. Andererseits wird diese mögliche biostratigraphische Signifikanz dadurch geschmälert, daß sie nur in den beiden Profilen Sommerberg und Göllheim beobachtet wurde, also wohl mehr lokale Gegebenheiten im Südtel des Mainzer Beckens widerspiegelt.

3. Ein oberer Charophyten-reicher Abschnitt mit sehr unterschiedlicher Flora, den Unteren und Oberen Hydrobien-Schichten entsprechend. Charakteristische Arten sind: *Grambasticharatornata*, *Gr. cylindrica*, *Gr. elongata*, *Chara nannocarpa* n. sp. *Sphaerochara granulifera* ist, mit geringen Ausnahmen, auf die UHyS beschränkt, *Chara major* tritt vor allem in den OHyS zu Tage. Trotz der recht hohen Anzahl von Exemplaren sind sie aber nicht für eine Charakterisierung der UHyS beziehungsweise OHyS geeignet. Ihr Nachweis erfolgte hier nur in 1 beziehungsweise 2 Profilen, so daß sie allenfalls für eine lokale Abgrenzung brauchbar sind. Die OHyS sind bei günstigen Proben durch ihren größeren Individuenreichtum zu unterscheiden.

Diese Ausgliederung von drei Bereichen nach Charophyten-Assoziationen deutete auch schon Mowahed-Awal (in Doehl & al. 1972, S. 21) in ihrer Tendenz an: „Eine Häufung ist im Bereich der Unteren Cerithien-Schichten bis in die Basislagen der Oberen Cerithien-Schichten zu erkennen. Verhältnismäßig selten sind sie in den *Corbicula*-Schichten; in den Hydrobien-Schichten sind sie wieder häufiger“.

### 7.3. Zur Paläoökologie der Charophyten in den Süßwasserschichten und im Kalktertiär des Mainzer Beckens

Als Ursache für das Entstehen der beiden Charophyten-reichen Profil-Abschnitte sind in erster Linie wohl besondere ökologische, üppiges Wachstum und Entwicklung von Charophyten favorisierende Bedingungen in Betracht zu ziehen, welcher Art auch immer sie gewesen sein mögen. Die Horizonte mit Massenvorkommen sind dabei als die begünstigsten Lagen zu werten.

Im unteren Charophyten-reichen Profil-Abschnitt haben diese Bedingungen zur Entwicklung einer recht monotonen Flora geführt, deren Individuenreichtum sich vor allem auf die allgegenwärtige *Chara minutissima* gründet. Im oberen Charophyten-reichen Abschnitt waren sie dagegen Anlaß für eine Individuen- und artenmäßig geradezu explosionsartige Ausbreitung der Flora. Hinweise zu den ökologischen Verhältnissen, unter denen die fossilen Charophyten gelebt haben, werden durch die begleitende Mikrofauna und -flora gegeben. So lassen sich die bearbeiteten Charophyten-Arten hinsichtlich ihrer Forderungen an den Biotop teilen in:

1. Arten mit mehr oder weniger speziellen Ansprüchen, sogenannte stenöke Formen, mit vertikal relativ begrenzter Reichweite; sie kommen überdies vorzugsweise nur in einem der drei Charophyten-Abschnitte vor.

So erreicht *Chara minutissima* ihr Maximum in den SWS und UCeS, die morphologisch sehr ähnliche und nahe verwandte *Chara nannocarpa* n. sp. ist als ihr Gegenstück für die UHyS/OHyS zu betrachten. *Sphaerochara ulmensis* ist stärker im unteren Charophyten-reichen Abschnitt vertreten, ihre äquivalenten Arten für den oberen Charophyten-reichen Abschnitt scheinen *Sphaerochara nodosa* und *S. granulifera* zu sein. Einige Arten, wie *Chara microcera*, *Ch. major*, *Grambastichara straubi* sind nur aus wenigen Profilen belegt und bringen hier wohl besondere lokale Bedingungen zum Ausdruck.

- Mehr oder weniger limnische Verhältnisse dokumentieren die Arten: *Nitellopsis meriani*, *Sphaerochara ulmensis*, *Chara minutissima*, *Ch. microcera*, *Ch. sadleri*, *Ch. major*, *Rhabdochara major*. Die ersten vier Arten zeigen ihre größte Individuendichte in den SWS, die drei anderen sind im Mainzer Becken nur aus den UHyS/OHyS bekannt. Alle diese Arten scheinen an  $\pm$  limnische Lagen gebunden zu sein, da sie vorwiegend oder ausschließlich mit limnische Verhältnisse anzeigenden Mikrofossilien, wie den Ostrakoden-Gattungen *Candona* und *Ilyocypris* vergesellschaftet sind.

- *Grambastichara straubi* dokumentiert möglicherweise Bereiche erhöhter Salinität, ähnlich dem rezenten *Lamproihamnium papulosum*, da sie in den beiden Profilen Großberg und Versuchsbohrung 1, ZDF, gerade in den brackisch-marinen Lagen stark auftritt.
- 2. Arten, die gegenüber den Umwelteinflüssen wohl toleranter und anpassungsfähiger reagierten, was sich auch in ihrer relativ ausgedehnten vertikalen Reichweite zeigt: *Charamolassica*, *Ch. notata*, *Grambastichara tornata*, *Gr. cylindrica*. Manche Arten, wie die beiden letzten, sind als Durchläufer zu betrachten.

#### 7.4. Vergleich mit anderen Tertiärgebieten

##### 7.4.1. Westeuropäische Charophyten-Floren

Diese Charophyten-Floren (vor allem aus Frankreich, ferner der Isle of Wight und Hampshire) erfuhren ausgehend von L. & N. Grambast (1953) in den letzten 30 Jahren sehr eingehende Bearbeitungen. Durch detaillierte Studien einer großen Anzahl Charophyten-führender Ablagerungen gelang es, das Tertiär Westeuropas mit Hilfe von 17 sukzessiven Charophyten-Assoziationen zu untergliedern (Grambast 1962 b, 1964, 1972 a, Castel 1968).

Dieses Schema besitzt in seinen fundamentalen Zügen heute unverändert Gültigkeit. Inzwischen wurden jedoch neue Arten zur Gliederung herangezogen, sowie die vertikale Reichweite zahlreicher bekannter Arten weiter präzisiert. Dies hat in einer gewissen Modifizierung der Charophyten-Assoziationen Niederschlag gefunden (Feist-Castel 1977, Feist & Ringead 1977). Die für einen Vergleich der Charophyten-Floren der Süßwasserschichten und des „Aquitaniums“ des Mainzer Beckens in Frage kommenden westeuropäischen Assoziationen sind die von Marseille-St.-Andre und Paulhiac.

Die Assoziation von Marseille-St.-Andre wird ins Chattium, also ins Ober-Oligozän gestellt (Grambast 1972 a). Sie ist charakterisiert durch die Arten *Rhabdochara praelangeri*, *Chara microcera*, *Nitellopsis meriani*, *N. huangi*, *Sphaerochara inconspicua* und *S. hirmeri* v. *longiuscula*. Die Assoziation von Paulhiac, einer bekannten und nach Fahlbusch (1976) für das unterste Agenium (NM 1) der Mammalian Ages (= Aquitanium) die Typus-Fauna bietenden Wirbeltierfundstelle, ist die jüngste der 17 westeuropäischen Charophyten-Zonen und umfaßt die Ablagerungen des untermiozänen Aquitaniums; neuerdings wird von Feist & Ringead (1977) auch noch das Burdigalium mit in diese Zone einbezogen. Die typischen Arten sind: *Rhabdochara langeri*, *Chara notata*, *Rantzieniella nitida*.

Eine direkte Korrelation dieser Charophyten-Zonen mit den bearbeiteten Charophyten-Floren des Mainzer Beckens erscheint allerdings nicht ohne weiteres durchführbar, da dem gewisse Schwierigkeiten entgegenstehen:

- Mehrere zur Zonierung des westeuropäischen Tertiärs herangezogene Spezies fehlen anscheinend im Mainzer Becken völlig (*Sphaerochara hirmeri* var. *longiuscula*, *Rantzieniella nitida*) oder kommen nur sporadisch vor, so daß verlässliche Aussagen schwierig sind (*Rhabdochara praelangeri*, *Rh. langeri*, *Sphaerochara inconspicua*, *S. davidi*).
- Einige Arten scheinen im Mainzer Becken eine andere stratigraphische Reichweite als in Westeuropa zu besitzen. So sind *Rhabdochara stockmansii* und *major* dort bezeichnend für das Unter- und Mittel-Oligozän, hier hauptsächlich für das Unter-Miozän.
- Zahlreiche für das Mainzer Becken wichtige Arten sind aus Westeuropa nicht oder nur unzureichend bekannt: *Chara minutissima*, *Ch. molassica*, *Ch. sadleri*, *Grambastichara tornata*, *Gr. cylindrica*, *Gr. straubi*, *Stephanochara rochettiiana* und andere.

Durch diese Ergebnisse wird die Brauchbarkeit der in Westeuropa erarbeiteten Zonen für überregionale Korrelationen ein wenig eingeschränkt. Die verbleibenden, für das Mainzer Becken und Westeuropa gemeinsame Arten sind in Tab. 3 zusammengestellt.

Tab. 3: Parallelisierung der Süßwasserschichten und des „Aquitaniums“ im Mainzer Becken mit den Charophyten-Zonen Westeuropas.  
 Linke Balken: Mainzer Becken; rechte Balken: Westeuropa.

Mainzer Becken	<i>Ch. notata</i>	<i>Ch. microcera</i>	<i>Gr. sp. aff. dongata</i> <i>Gr. dongata</i>	<i>St. ungeri</i>	<i>Rh. pradergeri</i>	<i>Rh. langeri</i>	<i>Sph. granulifera</i>	<i>Sph. uhrensis</i>	<i>Sph. inconspicua</i>	<i>spha. davidi</i>	<i>Nif. meriani</i>	<i>Nit. huangi</i>	Westeuropa
Obere Hydrobien-Schichten													Charophyten-Zone von Paulhiac (Miozän)
Untere Hydrobien-Schichten										1			
<i>Corbicula</i> -Schichten											■		
Obere Cerith.-Schichten oberer Teil					1				1				Charophyten-Zone von Marseille-St.-Andre (Ober-Oligozän)
Obere Cerith.-Schichten unterer Teil													
Untere Cerithien-Schichten						1			1				
Süßwasser-schichten													

Es ergibt sich hier eine weitgehende Kongruenz in der Verbreitung der Spezies, die noch brauchbare Vergleiche zulassen, wenn folgende Parallelisierungen zu Grunde gelegt werden:

- Die Abfolge Süßwasserschichten bis oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten ist äquivalent der ober-oligozänen Charophyten-Zone von Marseille-St.-Andre.
- Die Abfolge *Corbicula*-Schichten bis Obere Hydrobien-Schichten ist äquivalent der miozänen Charophyten-Zone von Paulhiac.

Diese Koordinierungen sind insofern interessant, als die durch Nannoplankton belegte, allerdings dennoch nur teilweise Einstufung der OCeS ins Ober-Oligozän nun auch durch die Charophyten bestätigt werden kann. Andererseits wird aber auch bestätigt, was die Säugetierpaläontologie ergibt, nämlich eine Zuordnung des gesamten restlichen Kalktertiärs in das Untermiozän (Aquitanium, eventuell Burdigalium), wie es Tobien (1970) und Stephan-Hartl (1972) belegen; die neuen Vorstellungen von Martini (1981), eines Hinaufreichens bis in das Mittel-Miozän würden hier keinen Niederschlag finden (Tab. 4).

Tab. 4: Zur Altersstellung der Süßwasserschichten und des Kalktertiärs („Aquitanium“) im Mainzer Becken aufgrund der Charophyten-Floren.

		Mainzer Becken		Charophyten-Zonen Westeuropas
Unter-Miozän	Aquitanium/ Burdigalium	Obere Hydrobien-Schichten		Zone von Paulhiac
		Untere Hydrobien-Schichten		
		<i>Corbicula</i> -Schichten		
Ober-Oligozän	Chattium	oberer Teil	Obere Cerithien-Schichten	Zone von Marseille-St.-Andre
		unterer Teil		
		Untere Cerithien-Schichten		
		Süßwasserschichten		

#### 7.4.2. Charophyten-Floren der Türkei

Mädler & Staesche (1979) brachten eine sehr umfassende Darstellung über die känozoischen Charophyten der Türkei. Betrachtet man die dort beschriebenen Spezies, so fällt die große Anzahl von Arten auf, die auch aus Mitteleuropa bekannt sind. Dies kann als Hinweis auf die schon im Tertiär, wie auch heute recht weiträumige Verbreitung zahlreicher Charophyten-Arten gedeutet werden.

Folgende aus der Türkei angeführte Arten wurden auch im bearbeiteten Material des Mainzer Beckens beobachtet: *Chara minutissima*, *molassica*, *notata*, *sadleri*, *major*, *Grambasti-chara tornata*, *Stephanochara ungeri*, *rochettiana*, *Sphaerochara ulmensis*, *nodosa*, *inconspicua*, *Nitellopsis meriani*, *huangi*.

Bemerkenswert ist ferner, daß von den 13 neuen Arten, die Mädler & Staesche (1979) beschrieben, zwei ohne Zweifel für das Mainzer Becken nachgewiesen werden konnten: *Chara major* und *Sphaerochara nodosa* nov. combs. Somit läßt sich ihre bislang begrenzte regionale Verbreitung ganz erheblich erweitern. Die von den genannten Autoren vorgestellte Gliederung des türkischen Tertiärs in vier Charophyten-Abschnitte ist für die Zwecke vorliegender Untersuchung zu weit gefaßt, so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden soll. Immerhin ist eine weitgehende Übereinstimmung der für das Mainzer Becken untersuchten Floren mit dem zweiten Charophyten-Abschnitt der Türkei (Oligozän und Unter-Miozän) gegeben.

### 8. Bohrprofile und Tagesaufschlüsse

Die stratigraphischen Angaben, sowie die Probennummern wurden von Prof. Dr. Sonne und Dr. Schäfer (Geol. Landesamt, Rheinland-Pfalz, Mainz) übernommen.

#### Symbole

- Lage der mit Dinoflagellaten greifbaren Grenze, an der *Cordosphaeridium* von *Polysphaeridium* abgelöst wird.
- Einsetzen der Foraminifere *Nonionoides demens* (Bik).

Tab. 5: Göllheim (Bl. 6314, R 31070 H 96 750).

	Probe	<i>Rhabd. stockmansii</i>	<i>Nitell. meriani</i>	<i>Nitell. huangi</i>	<i>Nitell. helvetica</i>	Steinkerne
LCoS	39b	1				
	38	7				
	18	6				
	17a					2
	17	1				
OCeS ob. Teil	4				1	
	3	15				
	1	66	41	16	1	

Tab. 6: Sommerberg, Alzey (Bl. 6214, R 33 760 H 10270).

Probe	<i>Gramb. tornata</i>	<i>Steph. ungeri</i>	<i>Rhahd. stockmansii</i>	<i>Rhabdochara sp.</i>	<i>Sphaer. ulmensis</i>	? <i>Sphaer. granulifera</i>	<i>Nifeil. meriani</i>	<i>Nirell. huangi</i>	<i>Nirell. Helvetica</i>
40			3				7		
32		1	8						5
19			1						
18			14						2
16	1		27			6			
12			6		13		7	4	
10			2						
9			27				1		
7			6	1					
5			1						
2	1		24				7	9	

UCo<sub>5</sub>

OCe<sub>5</sub>, ob. Teil

Tab. 7: Mainz-Weisenau, Straßeneinschnitt (Bl. 6015, R 49680 H 37515 bis R 50620 H 37270).

Probe	<i>Chara minutissima</i>	<i>Gramb. tornata</i>	<i>Gramb. cylindrica</i>	<i>Gramb. elongata</i>	<i>Gramb. straubi</i>	<i>Steph. ungeri</i>	<i>Rhabd. stockmansii</i>	<i>Rhabd. major</i>	<i>Rhabdochara</i> sp.	<i>Sphaer. ulmensis</i>	<i>Sphaer. inconspicua</i>	<i>Nitell. meriani</i>	<i>Nitell. Helvetica</i>	indet.
I 6b 8g 11b 12b		2					3 20	27	1					
19 m														
15a 15b 16b 18b			80 3	2	3									1 1
■ 24 m														
22b					1									
36 m														
30b 30c 30g 31b 32g		1	2		2					1	1			1
48 m														
38a 38c 41c 41f 41g 41h 41i			14		1 3	1						1	1	1
41g 41h 41i		1 3 15			1				1					
71 m														
43f 43p 43q 43r 43s 43u	18 23 22 38 1											12		

Tab. 8: Mainz, Bohrung Jägerstraße (Bl. 6015, R 47650 H 38970).

Probe	Tiefe (m)	<i>Chara molassica</i>	<i>Ch. namocarpa</i> n. sp.	<i>Chara sadleri</i>	<i>Chara notata</i>	<i>Gramb. tornata</i>	<i>Gramb. cylindrica</i>	<i>Gramb. elongata</i>	<i>Gramb. straubi</i>	<i>Grambastichara</i> sp.	<i>Steph. ungeri</i>	<i>Steph. rochettiana</i>	<i>Rhabd. major</i>	<i>Sphaer. nodosa</i>	indet.
6015/1299	0-1	1				4									
1300	1-2	2													
1301	2-3	1				4									
1302	3-4		34				2		6						
1303	4-5							3		5					
1304	5-6											1			1
1305	6-7		13		1	6									
1306	7,00-7,80	1			1	1									
7,80 m															
1308	9,00-9,60		1												
1309	9,60-10,60		1			3									
1310	10,60-12,00				1										
1312	13-14														1
1315	16-17				1								1		
1318	19-20							1					1		
1322	23-24						1								
1330	31-32									1					
1331	32-33						1								
1332	33-34	1		1		1									
1333	34-35					5	3								
1334	35-36					2							2	1	
1335	36-37					1						4			1
39 m															
1343	44-45	1													
1344	45-46									2					

Revision der Charophyten-Flora der Süßwasserschichten und des Kalktertiärs im Mainzer Becken

Tab. 9: Mainz, Bohrung IBM 1 (Bl. 6015, R 48810 H 38650).

Probe	Tiefe (m)	<i>Chara molassica</i>	<i>Gramb. tornata</i>	<i>Gramb. cylindrica</i>	<i>Steph. ungeri</i>	<i>Rhabd. stockmansii</i>
MM 878	24-25	1	1			
879	25-26		1			
880	26,00-26,70			1		1
882	28-29		1			
883	29-30		1			
892	38-39		3			
893	39-40		2			
51 m						
906	52-53		3			
907	53-54		3		1	
909	55-56		1			
915	61-62		1			
918	64-65			1		
• 70 m						
927	73-74		1			

Tab. 10: Mainz, Bohrung IBM 3 (Bl. 6015, R 48825 H 38190).

Probe	Tiefe (m)	<i>Chara molassica</i>	<i>Ch. nannocarpa</i> n. sp.	<i>Cham mitutissima</i>	<i>Chara notata</i>	<i>Gramh. tornata</i>	<i>Gramh. cylindrica</i>	<i>Gramh. elongata</i>	<i>Gramh. straubi</i>	<i>Grambastichara</i> sp.	<i>Steph. ungeri</i>	<i>Rhabd. stockmansii</i>	<i>Rhabd. major</i>	<i>Sphaer. ulmensis</i>	<i>Sphaer. nodosa</i>	<i>Nitell. meriani</i>	<i>Nitell. huangi</i>	indet.	
6015/2992a	6-7	1																	
2993	7-8		8		5	2		1						1					
2994	8-9	1	2			9					1								
2997	11-12				1								3						
2999	13-14													1					
3000	14-15						2	54											
3001	15-16		8		6	27		4				9		3					
3002	16-17		1		3			1	2			1			1				
3003	17-18					3	2	3				1							
3006	20-21									1									
3013	27-28	1				2			3										
3023	37-38						1												
3024	38-39						1											1	
39 m																			
3029	43-44						1												
3030	44-45						1												
3031	45-46							1											
3037	51-52								1										
• 58 m																			
OCeS	3060	73-74																	1
ob. Teil																			
~ 83,5 m																			
3098	111- 112																	1	
3099	112- 113																		1
3100	113- 114																		
3101	114- 115									1									
3102	115- 116						17												
3103	116- 117	1					3												
3104	117- 118									2									
3105	118-119							1											
3107	120- 121			3															
3108	121- 122							1											
3112	125- 126			21	1														
3113	126- 127			103															
3114	127- 128			20															
unter 132 m																			
3132	145- 146			4						1									
3133	146- 147						1											1	
3134	147- 148			2														3	
3135	148- 149			1															

### Schriften

- Best, G. (1975): Feinstratigraphie der Hydrobien-Schichten (Untermiozän, Mainzer Becken). - Mainzer geowiss. Mitt., 4, S. 75-138, 18 Abb., Mainz.
- Bhatia, S. B. & Mathur, A. K. (1978): The Neogene Charophyta of the Sivalik Group, India, and its biostratigraphical significance. - Geophytology, 8, S. 79-97, 3 Abb., 13 Tab., 3 Tat., Lucknow.
- Burne, R. V. & Bauld, J. & Deckker, P. de (1980): Saline lake charophytes and their geological significance. - J. Sedim. Petr., 50, S. 281-293, 6 Abb., 2 Tab., Menasha/Wisc.
- Castel, M. (1967): Charophytes de l'Oligocene superieur de Marseille. - Bull. Soc. geol. France, 7, S. 514-519, 3 Abb., Taf. 19-21, Paris.
- (1968): Zones de Charophytes pour l'Oligocene d'Europe occidentale. - C. R. Seanc. Soc. geol. France, 4, S. 121-122, 1 Tab., Paris.
- (1969): Sur des Charophytes de l'Eocene inferieur de Provence. - C. R. Acad. Sei. Paris, 268, ser. D, S. 1589-1592, 6 Abb., Paris.
- Daily, F. K. & Durham, J. W. (1966): Miocene Charophytes from Ixtapa, Chiapas, Mexico. - J. Paleontol., 40, S. 1191-1199, 2 Abb., Menasha/Wisc.
- Deckker, P. de & Bauld, J. & Burne, R. V. (1982): Pillie Lake, Eyre Peninsula, South Australia: Modern environment and biota, dolomite Sedimentation, and Holocene history. - Trans. roy. Soc. South-Austr., 106, S. 169-181, 9 Abb., 2 Tab., Adelaide.
- Doehl, F. & Malz, H. (1962): Tertiär des Rheintal-Grabens. - In: Simon: Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen: Leitfossilien der Mikropaläontologie, S. 379-398, Taf. 56-59, Tab. 22, Berlin.
- Doehl, F. & Mowahed-Awal, H. & Rothe, P. & Sonne, V. & Tobien, H. & Weiler, H. & Weiler, W. (1972): Ein „Aquitain“-Profil von Mainz-Weisenau (Tertiär, Mainzer Becken). Mikropaläontologische, sedimentpetrographische und geochemische Untersuchungen zu seiner Gliederung. - Geol. Jb., A 5, 141 S., 4 Abb., 13 Tab., 17 Taf., Hannover.
- Ettingshausen, C. von (1872): Die fossile Flora von Sagor in Krain. - Denkschr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. KL, 32, S. 159-199, 10 Taf., Wien.
- Fahlbusch, V. (1976): Report on the International Symposium on mammalian Stratigraphy of the European Tertiary. - Newsl. Stratigr., 5, S. 160-167, 1 Tab., Berlin.
- Feist-Castel, M. (1975): Repartition des Charophytes dans le Paleocene et l'Eocene du Bassin d'Aix-en-Provence. - Bull. Soc. geol. France, 17, S. 88-97, 3 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Paris.
- (1977): Étude floristique et biostratigraphique des Charophytes dans les series du Paleogene de Provence. - Geol. mediterr., 4, S. 109-138, Taf. 1-5, Marseille.
- Feist, M. & Ringeade, M. (1977): Étude biostratigraphique et paleobotanique (Charophytes) des formations continentales d'Aquitaine, de l'Eocene superieur au Miocene inferieur. - Bull. Soc. geol. France, 19, S. 341-354, 2 Tab., Taf. 10-13, Paris.
- Fischer, W. (1974): Eingesteuerte Characeenreste aus den Tieferen Cyrenenschichten der Unteren Bunten Melasse Oberbayerns (Chatt). - Der Aufschluß, 25, S. 322-329, 6 Abb., Göttingen.
- GeERLINGS, L. P. A. & DrONKERT, H. & PoEL, H. M. VANDE & HINTE, J. E. VAN (1980): *Chara* sp. in Mio-Pliocene marls at Cueva del Almanzora, Vera Basin, S. E. Spain. - Palaeontology, Proc. B, 83, S. 29-37, 4 Abb., London.
- Grambast, L. (1956 a): La plaque basale des Characees. - C. R. Seanc. Acad. Sei. Paris, 242, S. 2585-2587, Fig. 1-8, Paris.
- (1956 b): Sur le genre *Tectochara*. - C. R. Seanc. Soc. geol. France, 8, S. 113-114, Paris.
- (1957): Ornementation de gyrogonite et systematique chez les Charophytes fossiles. - Rev. gen. Bot., 64, S. 339-362, Taf. 5-8, Textfig. 1-7, Paris.

- Grambast, L. (1958): Étude sur les Charophytes tertiaires d'Europe occidentale et leur rapports avec les formes actuelles. - These, 268 S., Paris.
- (1959): Extension chronologique des genres chez les Charoideae. - Edit. Technip, S. 1-12, 4 Abb., Paris.
- (1962 a): Classification de l'embranchement des Charophytes. - *Naturalia marseillensia*, ser. bot., **14**, S. 63-86, 4 Abb., Montpellier.
- (1962 b): Sur l'intérêt stratigraphique des Charophytes fossiles: exemples d'application au Tertiaire parisien. - *C. R. Seanc. Soc. geol. France*, **7**, S. 207-209, 7 Abb., Paris.
- (1964): Indications fournies par les Charophytes pour la Stratigraphie du Paleogene. - *Mem. B.R.G.M. France*, **28**, S. 1009-1011, Paris.
- (1972 a): Principes de l'utilisation stratigraphique des Charophytes. Application au Paleogene d'Europe occidentale. - *Mem. B.R.G.M. France*, **77**, S. 319-328, 1 Abb., Paris.
- (1972 b): Étude sur les Charophytes tertiaires d'Europe occidentale. 1: Genre *Tectochara*. - *Paleobiol. contin.*, **3**, S. 1-30, Taf. 1-8, Montpellier.
- Grambast, L. & Grambast, N. (1953): Revision de quelques Charophytes tertiaires du Bassin de Paris. - *C. R. Seanc. Soc. geol. France*, **14**, S. 289-291, Paris.
- (1954): Sur la position systemafique de quelques Charophytes tertiaires. - *Rev. gen. Bot.*, **61**, S. 665-671, 1 Abb., Paris.
- Grambast, L. & Paul, Ph. (1965): Observations nouvelles sur la flore de Charophytes du Stampien du Bassin de Paris. - *Bull. Soc. geol. France*, **7**, S. 239-247, 4 Abb., 2 Taf., Paris.
- Grambast, L. & Soulie-Märsche, I. (1972): Sur l'anciennete et le diversification des *Nitellopsis* (Charophytes). - *Paleobiol. contin.*, **3**, S. 1-14, 1 Tab., Montpellier.
- Hardenbol, J. & Berggren, W. A. (1977): A new Paleogene numerical time scale. - *AAPG Studies Geology*, no. 6.
- Heer, O. (1854): *Flora tertiaria helvetiae*, I. Winterthur.
- Hiltermann, H. (1966): Klassifikation rezenter Brack- und Salinar-Wässer in ihrer Anwendung für fossile Bildungen. - *Z. deutsch. geol. Ges.*, **115**, S. 463-496, 7 Abb., 2 Tab., Taf. 11-12, Hannover.
- (1979): Stratigraphy and Microfauna in the Miocene of the Ukrainian Subcarpatians. - *Rev. espan. Micropal.*, **1**, S. 181-194, 1 Taf., 2 Abb., Madrid.
- Hiltermann, H. & Mädler, K. (1977): Charophyten als paläoökologische Indikatoren und ihr Vorkommen in den Sinterkalken von Bad Laer. - *Paläont. Z.*, **51**, S. 135-144, Taf. 11-12, Stuttgart.
- Horn af Rantzien, H. (1956): Morphological terminology relating to female charophyte gametangia and fructifications. - *Bot. Not.*, **109**, S. 212-259, 1 Abb., 1 Tab., Lund.
- (1959): Morphological types and organ-genera of Tertiary charophyte fructification. - *Stockholm contrib. Geol.*, **4**, S. 45-197, 24 Tab., 21 Taf., Stockholm.
- Horn af Rantzien, H. & Grambast, L. (1962): Some questions concerning recent and fossil charophyte morphology and nomenclature. - *Stockholm contrib. Geol.*, **9**, S. 135-144, Stockholm.
- Inyengar, M. O. P. (1960): *Nitella terrestris* sp. nov., a terrestrial charophyte from South India. - *Bull. bot. Soc. Beng.*, **12**, S. 85-90, Taf. 1-2.
- Kawash, A. (1974): Feingliederung der Hydrobien-Schichten (Aquitane, Unter Miozän, Mainzer Becken) im weiteren Stadtgebiet von Mainz auf der Basis der Mikrofauna (Ostracoden, Foraminiferen) unter Erfassung terrestrischer Einflüsse. Diss., 160 S., 11 Abb., 6 Tab., 7 Taf., Mainz. - [unveröff.].
- Knobloch, E. (1975): Taxonomische und variationsstatistische Untersuchungen an süddeutschen Charophyten. - *Acta univers. Carolina, Geol.*, **2**, S. 167-186, 6 Abb., 2 Tab., 4 Taf., Prag.

- Koch, E. & Blissenbach, E. (1960): Die gefalteten oberkretazisch-tertiären Rotschichten im Mittel-Ucayali-Gebiet, Ostperu. - Beih. Geol. Jb., **43**, 103 S., 21 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Hannover.
- Krassavina, L. K. (1971): A comparative study of recent and fossil Charophyta: on the fructification in *Nitellopsis obtusa* and on the gyrogonites in the species of *Tectochara*. - Bot. Zh. SSSR, **56**, S. 106-117, 2 Abb., 2. Taf., 4 Tab., Leningrad.
- Lu, Y. H. (1944): The Charophyta from the Kucha formation near Kucha, Sinkiang. - Bull. geol. Soc. China, **24**, S. 33-38, 1 Taf., Beijing.
- (1945): Additional note on the Charophyta from the Kucha formation of Sinkiang. - Bull. geol. Soc. China, **25**, S. 273-277, 2 Abb., Beijing.
- Luther, H. (1951): Verbreitung und Ökologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser der Ekenäs-Gegend in Südfinnland. - Acta Botanica Fennica, Bd. 49 und 50, Helsingfors.
- Mädler, K. (1952): Charophyten aus dem Nordwestdeutschen Kimmeridge. - Geol. Jb., **67**, S. 1-64, 8 Abb., 2 Texttaf., Hannover.
- (1955): Zur Taxonomie der tertiären Charophyten. - Geol. Jb., **70**, S. 265-328, 3 Tab., 4 Taf., Hannover.
- (1971): Die Früchte und Samen aus der frühpleistozänen Braunkohle von Megalopolis in Griechenland und ihre ökol. Bedeutung. - Beih. geol. Jb., **110**, 79 S., 10 Taf., Hannover.
- Mädler, K. & Staesche, U. (1979): Fossile Charophyten aus dem Känozoikum (Tertiär und Quartär) der Türkei. (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei, 19). - Geol. Jb., **B 33**, S. 81-157, 1 Abb., 1 Tab., 9 Taf., Hannover.
- Martini, E. (1978): Massenvorkommen von Nannoplankton in den Cerithien-Schichten des Mainzer Beckens und des Oberrheingrabens (Ober-Oligozän). - Mainzer geowiss. Mitt., **7**, S. 155-169, 2 Abb., 2 Taf., Mainz.
- (1981): Sciaeniden (Pisces) aus dem Basisbereich der Hydrobien-Schichten des Oberrheingrabens, des Mainzer und des Hanauer Beckens (Miozän). - Senckenbergiana lethaea, **62**, S. 93-123, 5 Abb., 1 Tab., 4 Taf., Frankfurt am Main.
- Mowahed-Awal, H. (1970): Die Characeen-Oogonien des Oligozäns und des Unter-Miozäns im Mainzer Becken und ihre biostratigraphische Bedeutung. Dipl.-Arbeit, 71 S., 2 Abb., 2 Tab., 5 Taf., Mainz. - [unveröff.].
- Nötzold, T. (1962): Fossile Charophytenreste vom Tüllinger Berg bei Weil/Rh. - Monatsber. deutsch. Akad. Wiss. Berlin, **4**, S. 663-669, 2 Tab., 6 Taf., Berlin.
- Proctor, V. W. (1975): The nature of Charophyte species. - Phycologia U.S.A., **14**, S. 97 bis 113, 7 Abb., 2 Tab., Berkeley/Cal.
- Racki, G. (1982): Ecology of the primitive charophyte algae; a critical review. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **162**, S. 388-399, 5 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- Rasky, K. (1945): Fossile Charophyten-Früchte aus Ungarn. - Magyar Nemzeti Mus. naturwiss. Monogr., **2**, S. 1-75, 3 Taf., Budapest.
- Reid, Cl. & Groves, J. (1921): The Charophyta of the Lower Headon Beds of Hordie (Hordwell) Cliffs (South Hampshire). - Quart. J. geol. Soc. London, **77**, S. 175-192, Taf. 4-6, London.
- Remane, A. & Schliefer, C. (1971): Biology of Brackish Water. - In: Elster, H. J. & Ohle, W. (Hrsg.): Die Binnengewässer, **25**, 372 S., 165 Abb., 50 Tab., 4 Faltaf., Stuttgart.
- Schäfer, P. (1982): Zur Feinstratigraphie, Mikropaläonfologie und Paläökologie der *Corbicula*-Schichten und des höchsten Teils der Oberen Cerithien-Schichten auf der Grundlage von Mikrofaunenuntersuchungen (Aquitane, Mainzer Becken). Diss., 87 S., 6 Abb., 3 Tab., 7 Taf., Mainz. - [unveröff.].
- Schwarz, J. (1984): Bestandsaufnahme der Charophyten im „prä-aquitane“ Tertiär des Mainzer Beckens. - Mainzer geowiss. Mitt., **13**, S. 205-213, 1 Tab., Mainz.

- Soulie-Märsche, I. (1975): Entwicklungslinien der *Nitellopsis* (Characeen) vom Obermiozän bis zum Quartär. - 6th Congress regional Comm. mediterr. Stratigr., S. 429-432, Abb. 10 a, b, Bratislava.
- (1979): Etüde comparee de gyrogonites de Charophytes actuelles et fossiles et phylogenie des genres actuels. These, 2 Bd., 341 S., 47 Abb., 12 Tab., 45 Taf., Montpellier.
- Soulie-Märsche, I. in: Petit-Maire, N. & Riser, J. (1981): Holocene lake deposits and palaeoenvironments in central Sahara, northeastern Mali. - Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., **35**, S. 45-61, 2 Tab., 3 Abb., 3 Taf., Amsterdam.
- Steininger, F. & Rögl, F. (1979): The Paratethys History. A contribution towards the Neogene Geodynamics of the Alpine Orogene (An abstract). - Ann. geol. Pays hellen., tome hors serie, fase. 3, S. 1153-1165. 7th internat. Congr. on mediterr. Neogene, Athen.
- Steininger, F. & Rögl, F. & Martini, E. (1976): Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). - Newsl. Stratigr., 4, S. 174 bis 202, 3 Abb., 1 Tab., Berlin.
- Stephan-Hartl, R. (1972): Die altmiozäne Säugetierfauna des Nordbassin und der Niederländer Schleusenammer (Frankfurt/M., Hessen) und ihre stratigraphische Stellung. - Abh. hess. Landesamt Bodenforsch., **64**, 97 S., 16 Abb., 11 Tab., 24 Taf., Wiesbaden.
- Straub, E. W. (1952): Mikropaläontologische Untersuchungen im Tertiär zwischen Ehingen und Ulm an der Donau. - Geol. Jb., 66, S. 433-524, 24 Abb., 3 Texttaf., Taf. 4, Hannover.
- Tappan, H. (1980): The paleobiology of Plant Protists. 1028 S. Darin: S. 913-963, Charophytes and Umbellinaceans.
- Tobien, H. (1970): Lagomorpha (Mammalia) im Unter-Miozän des Mainzer Beckens und die Altersstellung der Fundschichten. - Abh. hess. Landesamt Bodenforsch., 56, S. 13 bis 36, 5 Abb., 3 Tab., Wiesbaden.
- Unger, F. (1850): Genera et species plantarum fossilium. 627 S., Wien.
- Wang, S. (1961): Tertiary Charophyta from Chaidamu (Tsaidam) Basin, Qinghai (Chinghai) Province. - Acta Palaeont. sinica, 9, S. 183-233, 2 Tab., 7 Taf., Beijing.
- (1965): Mesozoic and Tertiary Charophyta from Jiuquan Basin of Kansu Province. - Acta Palaeont. sinica, 13, S. 463-509, 1 Tab., 5 Taf., Beijing.
- Wiesner, E. (1967): Das Miozän im östlichen Mainzer Becken unter besonderer Berücksichtigung der Mikrofauna. Diss., 111 S., 25 Abb., 14 Taf., 5 Anlagen, Frankfurt. - [unveröff.]

Tafel 1

Fig. 1-3: *Chara molassica* Straub, 1952; Obere Hydrobien-Schichten.

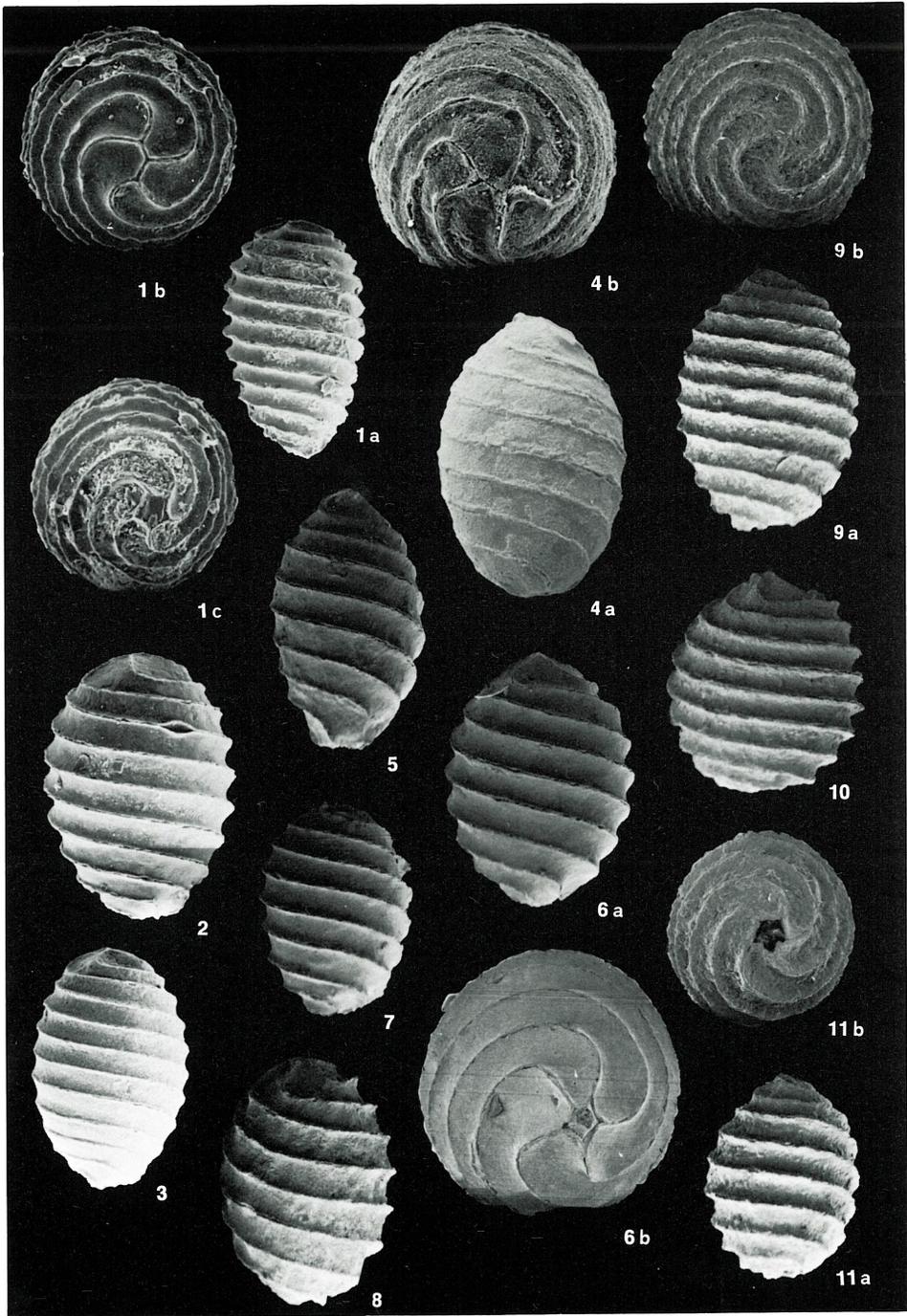
- 1: Bhg. Jägerstraße, Nr. 6015/1306/2. a: lateral, 70 X; b: apikal, 110 X; c: basal, 110 X.
- 2: Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/111, 90 X.
- 3: Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/112, 90 X.

Fig. 4-8: *Chara nanocarpan* sp.; Obere Hydrobien-Schichten.

- 4: Bhg. Weisenauer Straße 2, Nr. 6015/1690/8. a: lateral, 135 X; b: apikal, 200 X.
- 5: Paratypus, Bhg. Jägerstraße, Nr. 6015/1302/8, 100 X.
- 6: Holotypus, Bhg. Jägerstraße, Nr. 6015/1302/7. a: lateral, 100 X; b: basal, 135 X.
- 7: Bhg. Fichteplatz, Nr. 6015/2472/1, 100 X.
- 8: Bhg. Jägerstraße, Nr. 6015/1305/2, 100 X.

Fig. 9-11: *Chara minutissima* (Mädler, 1955) Schwarz, 1984.

- 9: Bhg. Wildgraben, Nr. MM 63815; Cyrenenmergel-Süßwasserschichten. a: lateral, 110 X; b: apikal, 135 X.
- 10: Bhg. Wildgraben, Nr. MM 631/1; Cyrenenmergel-Süßwasserschichten, 110 X.
- 11: Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3113/1; Untere Cerithien-Schichten. a: lateral, 110 X; b: basal, 135 X.



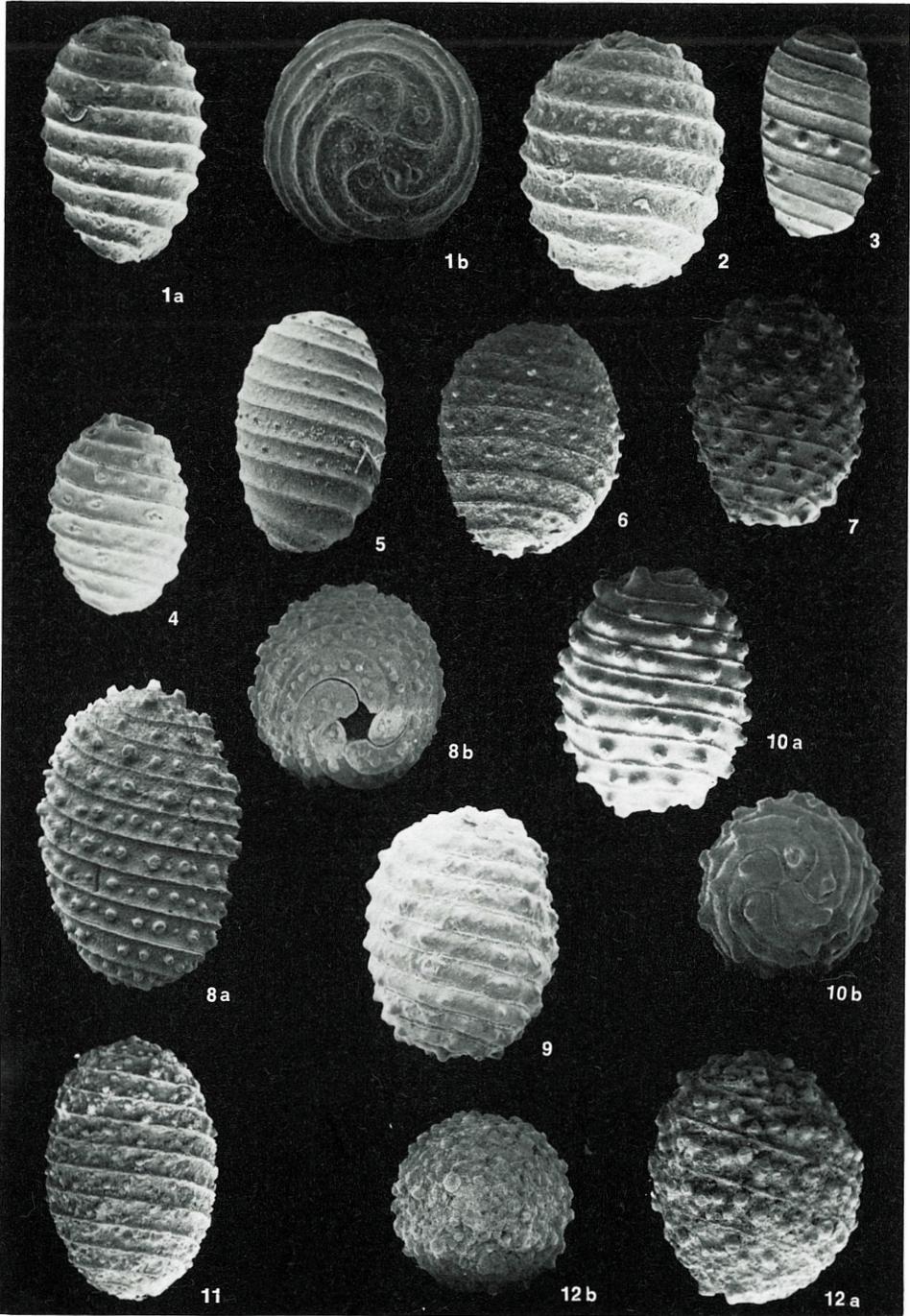
Tafel 2

Fig. 1-10: *Chara notata* Grambast & Paul, 1965, mit unterschiedlicher Ausbildung der Knötchen.

- 1: Fast glattes Exemplar, nur apikal Knötchen. Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3112/1; Untere Cerithien-Schichten. a: lateral, 80 X; b: apikal, 110 X.
- 2: Bhg. Wildgraben, Nr. MM 637/1; Cyrenenmergel-Süßwasserschichten, 80 X.
- 3: Sehr schlankes Exemplar. Knötchen nur auf zwei Spiralzellen, Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/296; Obere Hydrobien-Schichten, 80 X.
- 4: Bhg. Fichteplatz, Nr. 6015/2472/7; Obere Hydrobien-Schichten, 80 X.
- 5: Exemplar mit sehr schwachen Knötchen. Bhg. Zitadelle, Nr. 6015/2585/1; Untere Hydrobien-Schichten, 80 X.
- 6: Bhg. Zitadelle, Nr. 6015/2574/1; Obere Hydrobien-Schichten, 80 X.
- 7: Bhg. Hechtsheim, Kaserne, Nr. MM 990/1; Obere Hydrobien-Schichten, 80 X.
- 8: Bhg. Zitadelle, Nr. 6015/2582/2; Untere Hydrobien-Schichten, 80 X. a: lateral; b: basal.
- 9: Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1398/2; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- 10: Exemplar mit massiven Knötchen. Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1399/1; Obere Hydrobien-Schichten, 80 X. a: lateral; b: apikal.

Fig. 11-12: *Charamicrocera* Grambast & Paul, 1965. Vers.-Bhg. 1, ZDF, Süßwasserschichten.

- 11: Nr. 6015/2168/2, 70 X.
- 12: Nr. 6015/2169/2. a: lateral, 80 X; b: apikal, 70 X.



Tafel 3

Fig. 1-6: *Chara major* (Mädler, in Mädler & Staesche, 1979) nov. comb.

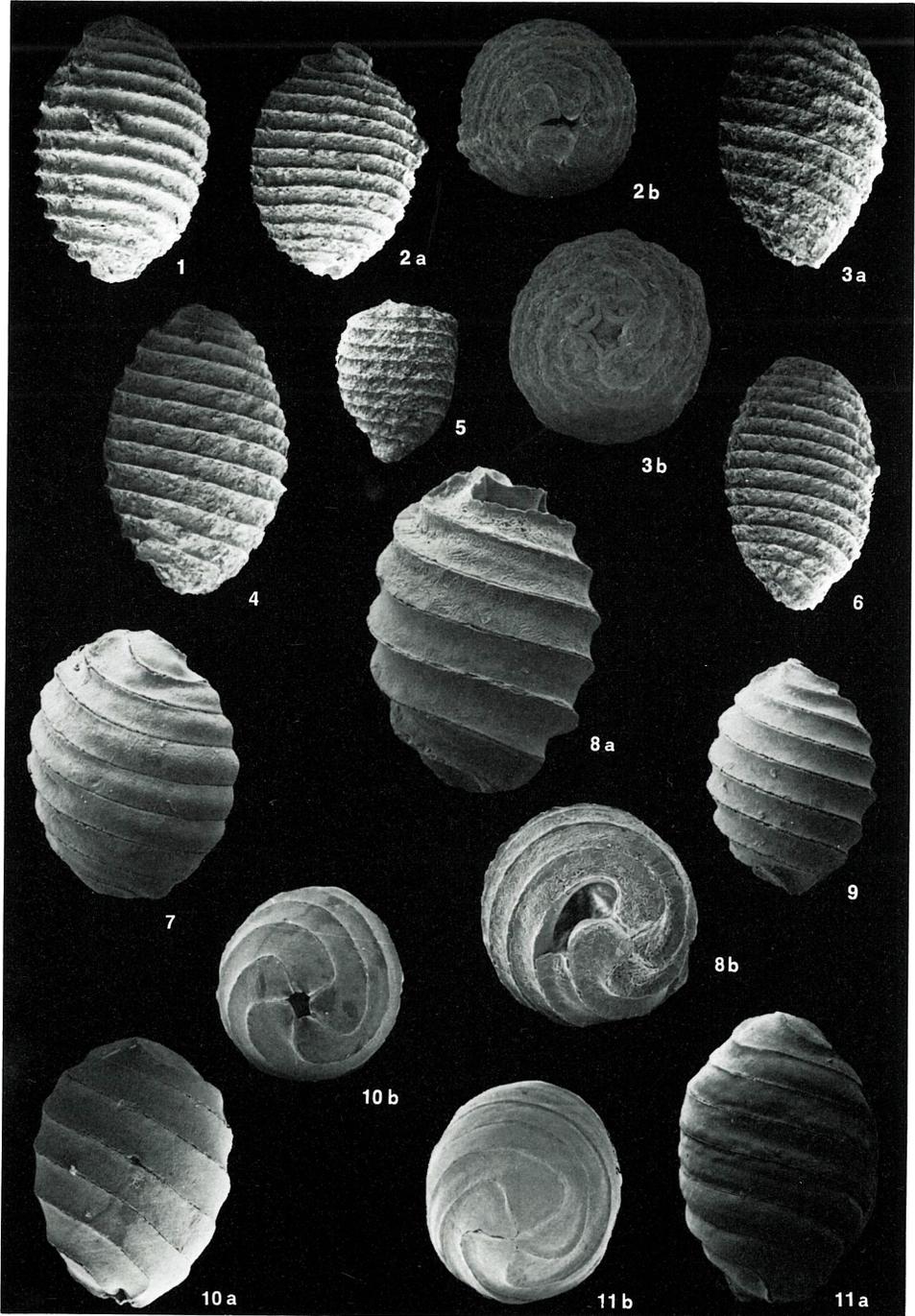
- 1: Bhg. Großberg, Nr. 6015/1597/1; Untere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- 2: Exemplar mit etwas hervorstehendem Gipfel. Bhg. Großberg, Nr. 6015/1596/1; Untere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 50 X; b: apikal, 50 X.
- 3: Bhg. Großberg, Nr. 6015/1597/3; Untere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 50 X; b: basal, 70 X.
- 4: Bhg. Marienborn, Notstandsbr. 14, Nr. 6015/3462/1; Hydrobien-Schichten, 50 X.
- 5: Extrem kleines Exemplar. Bhg. Großberg, Nr. 6015/1597/2; Untere Hydrobien-Schichten, 50 X.
- 6: Bhg. Marienborn, Notstandsbr. 14, Nr. 6015/3462/2; Hydrobien-Schichten, 50 X.

Fig. 7-10: *Chara sadleri* Unger, 1850. 55 X.

- 7: Exemplar mit wechselndem Relief der Spiralzellen, links noch konkav, rechts konvex. Bhg. Zitadelle, Nr. 6015/2591/8; Untere Hydrobien-Schichten.
- 8: Bhg. Fichteplatz, Nr. 6015/2471/5; Obere Hydrobien-Schichten, a: lateral; b: apikal.
- 9: *Chara* cf. *sadleri*, Bhg. Bergweg B, Nr. 6015/2117/3; Obere Hydrobien-Schichten.
- 10: Bhg. Jägerstraße, Nr. 6015/1332/3; Untere Hydrobien-Schichten, a: lateral; b: basal.

Fig. 11: *Grambasticharatomnata* (Reid & Groves, 1921) Horn af Rantzien, 1959.

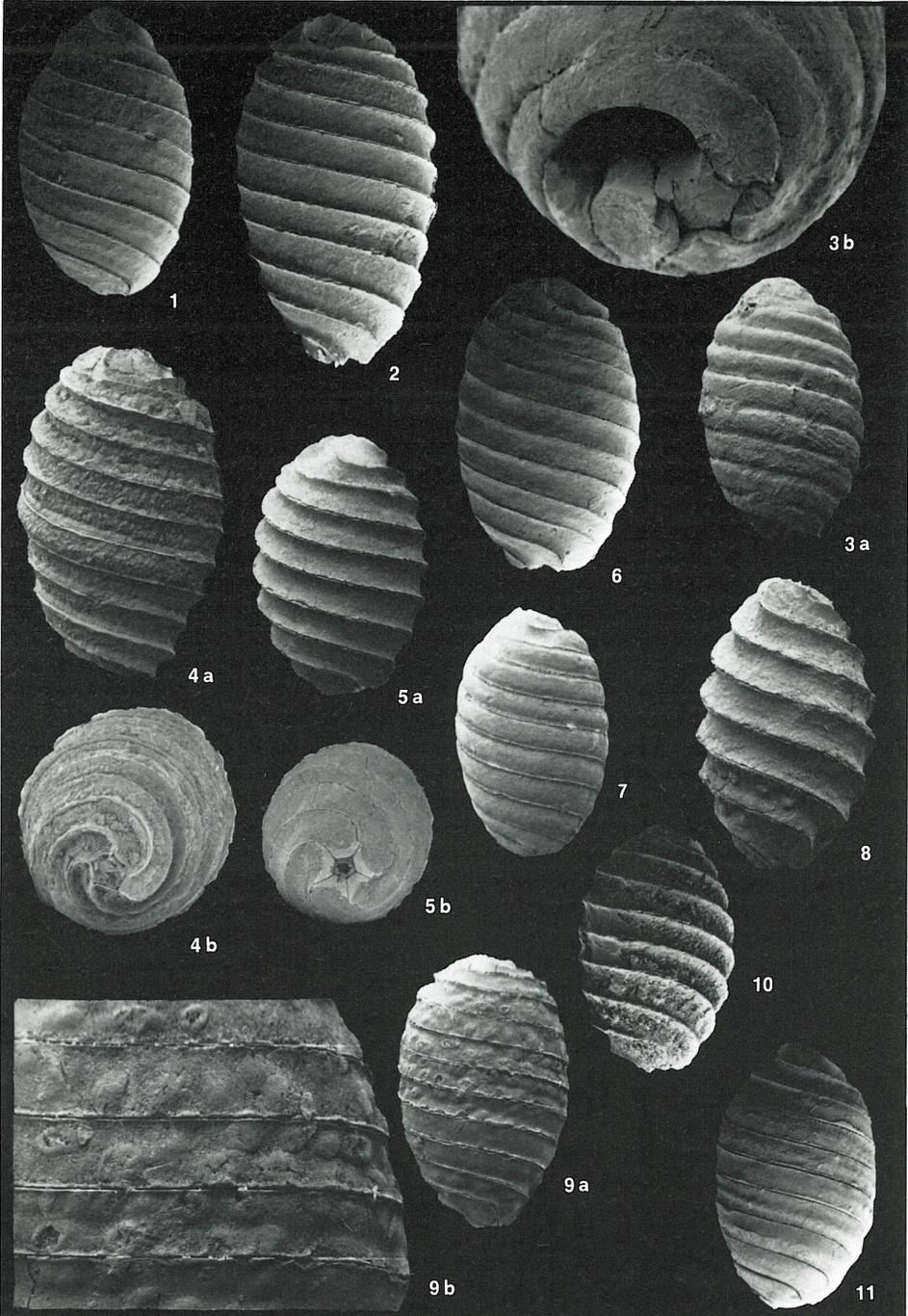
- Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/10; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X. a: lateral; b: apikal.



Tafel 4

Fig. 1-11: *Grambasticharatornata* (Reid & Groves, 1921) Horn af Rantzien, 1959; mit unterschiedlichem Verkalkungsgrad der Spiralzellen.

- 1: Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1398/16; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- 2: Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/12; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- 3: Profil Sommerberg, Nr. 2/41; Obere Cerithien-Schichten, a: lateral, 50 X; b: basal, mit Basalplatte in situ, 135 X.
- 4: Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1398/15; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X. a: lateral; b: basal.
- 5: Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/9; Obere Hydrobien-Schichten, 50 X. a: lateral; b: basal, mit Basaltrichter.
- 6: Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3003/2; Untere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- 7: Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1398/14; Obere Hydrobien-Schichten, 50 X.
- 8: Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/11; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- 9: Exemplar mit Knötchen. Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/7; Obere Hydrobien-Schichten. a: lateral, 50 X; b: Ausschnitt daraus, 135 X.
- 10: Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1398/17; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- 11: Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/4; Obere Hydrobien-Schichten, 50 X.



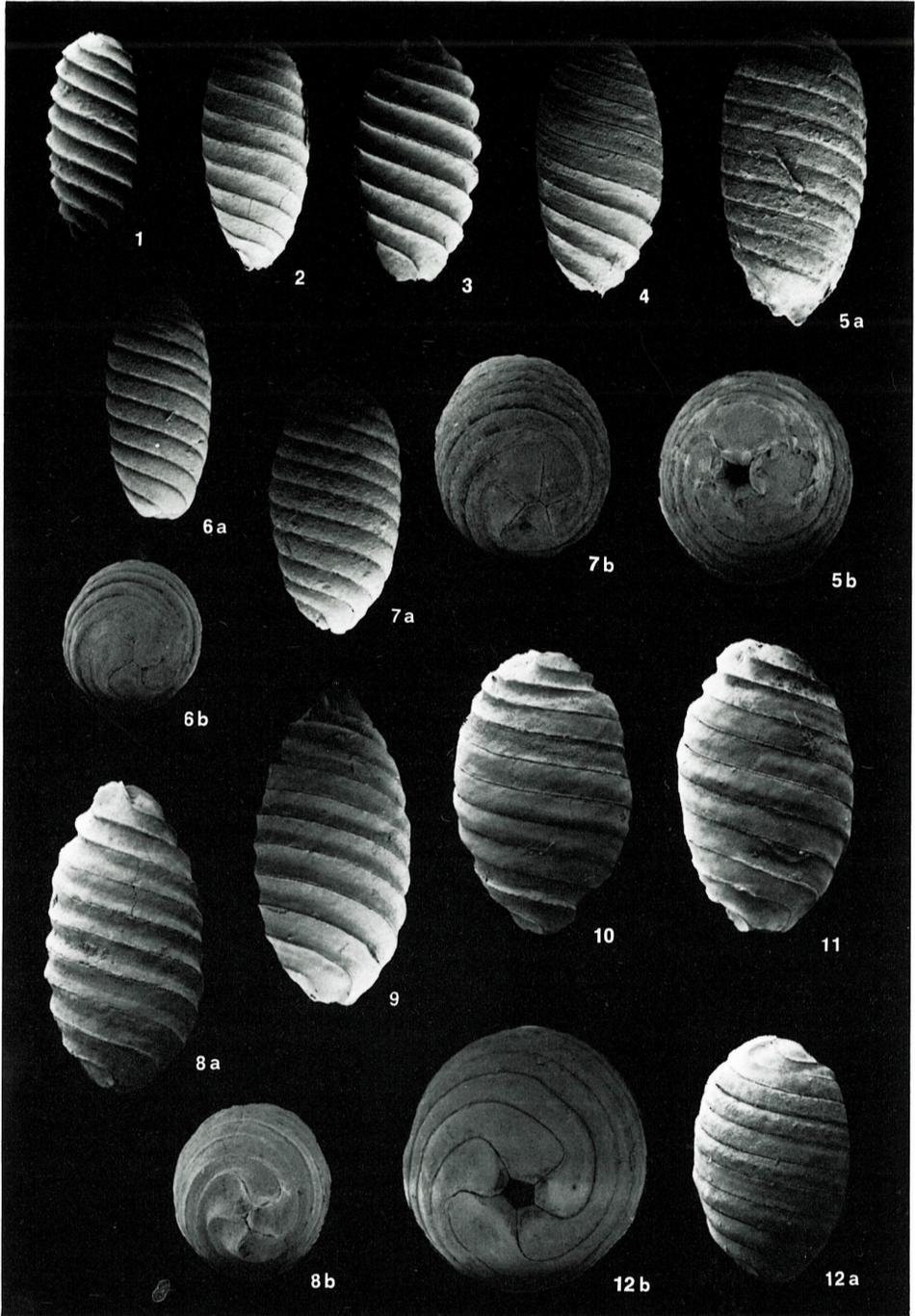
Tafel 5

Fig. 1-7: *Grambastichara cylindrica* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959; in verschiedenen Stadien der Verkalkung.

- 1: Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1766/1; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- 2: Bhg. Hilton 1, Nr. 5915/262/3; Hydrobien-Schichten, 50 X.
- 3: Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/3; Obere Hydrobien-Schichten, 50 X.
- 4: Bhg. Jägerstraße, Nr. 6015/1331/1; Untere Hydrobien-Schichten, 50 X.
- 5: Bhg. Mombach, Nr. 5915/563/1; Obere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 50 X; b: basal, 70 X.
- 6: Bhg. Fichteplatz, Nr. 6015/2489/8; Untere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 50 X; b: apikal, 70 X.
- 7: Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1437/1; Untere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 50 X; b: apikal, 70 X.

Fig. 8-12: *Grambastichara elongata* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959.

- 8: Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3000/3; Obere Hydrobien-Schichten, 50 X. a: lateral; b: apikal.
- 9: Sehr schlankes Exemplar, Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3000/2; Obere Hydrobien-Schichten, 50 X.
- 10: Dickes Exemplar, Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3000/5; Obere Hydrobien-Schichten, 50 X.
- 11: Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3000/4; Obere Hydrobien-Schichten, 50 X.
- 12: Bhg. Wallstraße, Nr. 5915/877/1; Untere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 35 X; b: basal, 50 X.



Tafel 6

Fig. 1-5: *Grambastichara straubi* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959.

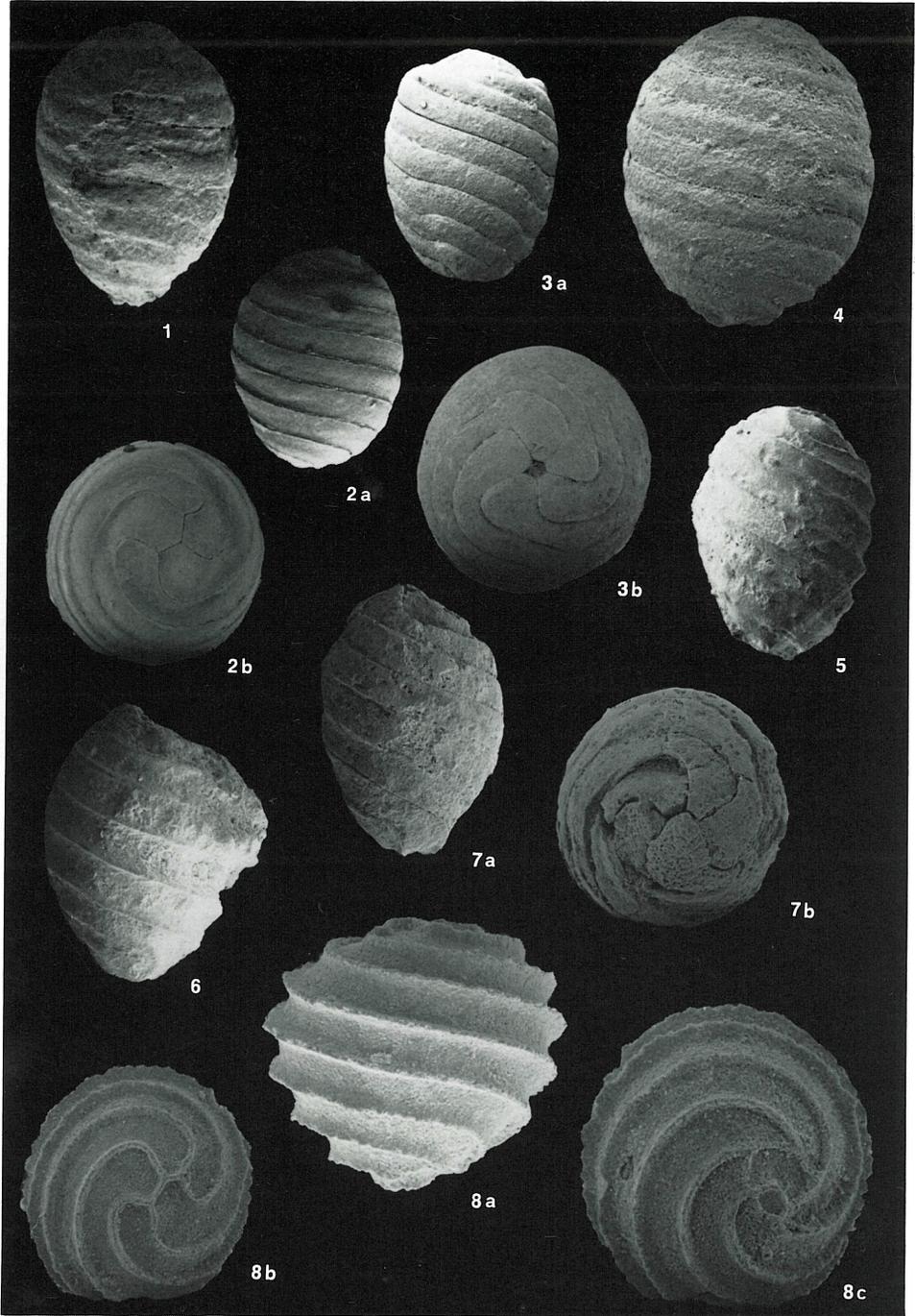
- 1: Relativ langes Exemplar, Bhg. Göttelmannstraße, Nr. 6015/1889/1; *Corbicula*-Schichten, 50 X.
- 2: Versuchs-Bhg. 1, ZDF, Nr. 6015/2152/1; unterer Teil der Oberen Cerithien-Schichten. a: lateral, 50 X; b: apikal, 70 X.
- 3: Exemplar mit typisch aufgewölbtem Apex. Bhg. Hechtsheim, Kaserne, Nr. MM 1060/1; Obere Cerithien-Schichten, unterer Teil, a: lateral, 50 X; b: basal, 70 X.
- 4: ± kugeliges Exemplar, Versuchs-Bhg. 1, ZDF, Nr. 6015/2156/1; Obere Cerithien-Schichten, unterer Teil, 70 X.
- 5: Versuchs-Bhg. 1, ZDF, Nr. 6015/2153/1; unterer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 55 X.

Fig. 6-7: Species indet., cf. *Psilochara acuta* Grambast & Paul, 1965 (?).

- 6: Exemplar seitlich mit Sediment. Bhg. Kirchhoffstraße, Nr. 6015/3207/1; unterer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 55 X.
- 7: Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3099/1; unterer Teil der Oberen Cerithien-Schichten. a: lateral, 55 X; b: apikal, 70 X.

Fig. 8: *Tolypellasp.*

- Bhg. Schloßplatz, Nr. 5915/748/1; Untere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 190 X; b: basal, 135 X; c: basal, mit geteilter Basalplatte, 200 X.



Tafel 7

Fig. 1-3: *Stephanochara ungeri* Feist-Castel, 1977.

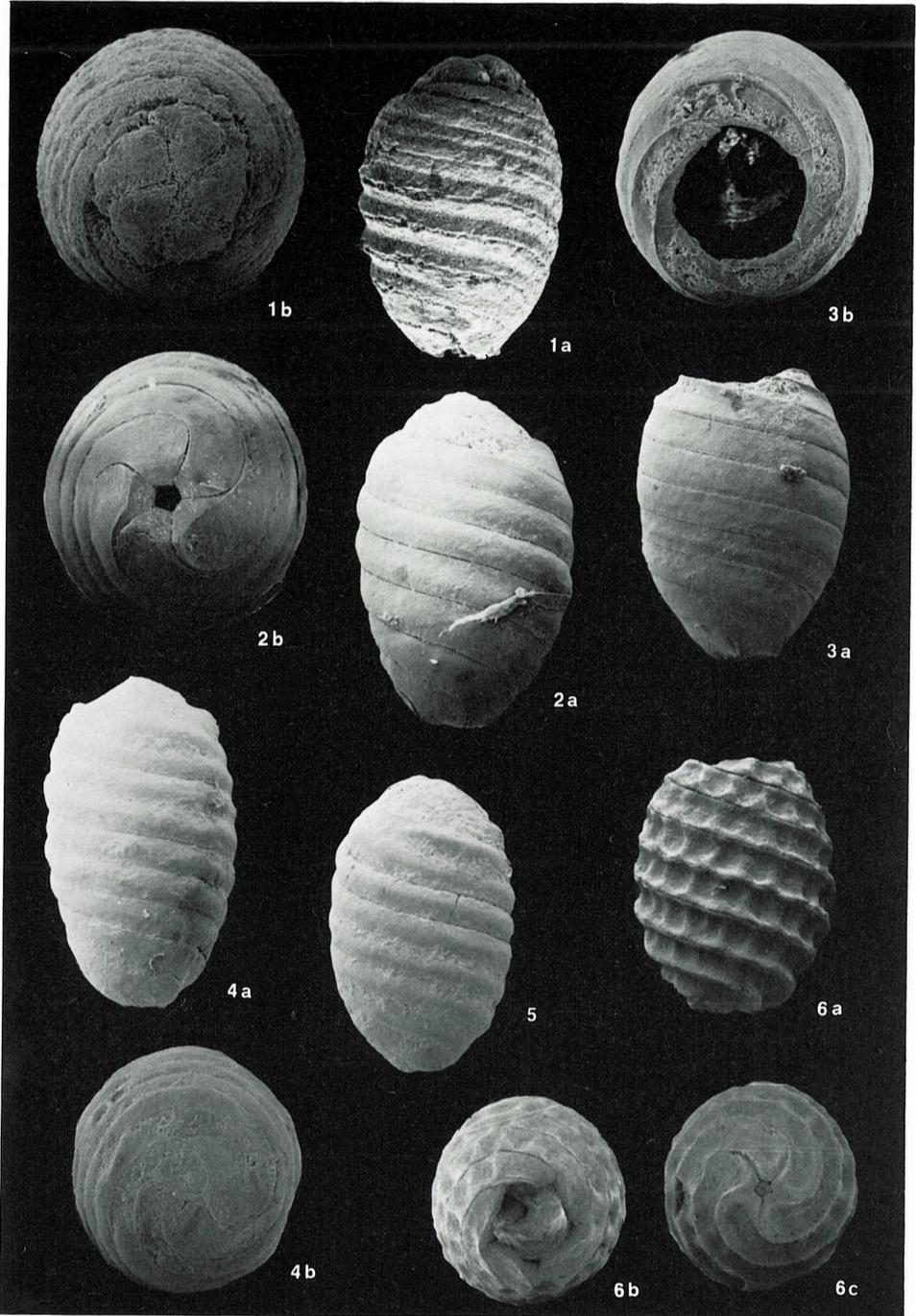
- 1: Profil Sommerberg, Nr. 32/1; Untere *Corbicula*-Schichten. a: lateral, 55 X; b: apikal, mit deutlichem Operkulum, 70 X.
- 2: Bhg. Mombach, Nr. 5915/563/2; Obere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 55 X; b: basal, mit Basaltrichter, 70 X.
- 3: Exemplar mit herausgebrochenem Operkulum. Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1407/3; Obere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 55 X; b: apikal, mit markanten periapikalen Einschnürungen, 70 X.

Fig. 4-5: *Stephanochara rochetti* (Heer, 1854) Feist-Castel, 1977.

- 4: Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1408/1; Obere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 55 X; b: apikal, 70 X.
- 5: Bhg. Weisenauer Straße 2, Nr. 6015/1694/7; Obere Hydrobien-Schichten, 55 X.

Fig. 6: *Rhabdochara langeri* (Ettingshausen, 1872) Mädler, 1955.

Gipfel herausgebrochen, Bhg. Nieder-Olm 3, Nr. MM 141/1; Untere Cerithien-Schichten, 50 X. a: lateral, b: apikal; c: basal.



Tafel 8

Fig. 1: *Rhabdochara cf. praelangcri* Castel, 1967.

Bhg. Schloßplafz, Nr. 5915/789/1; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 70 X.

Fig. 2-5: *Rhabdochara stockmansi* Grambast, 1957. 45 X.

2: Profil Sommerberg, Nr. 12/17; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten. a: lateral; b: apikal; c: basal.

3: Profil Göllheim, Nr. 1/59; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten.

4: Exemplar mit „Bohrlöchern“, Profil Sommerberg, Nr. 12/12; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten.

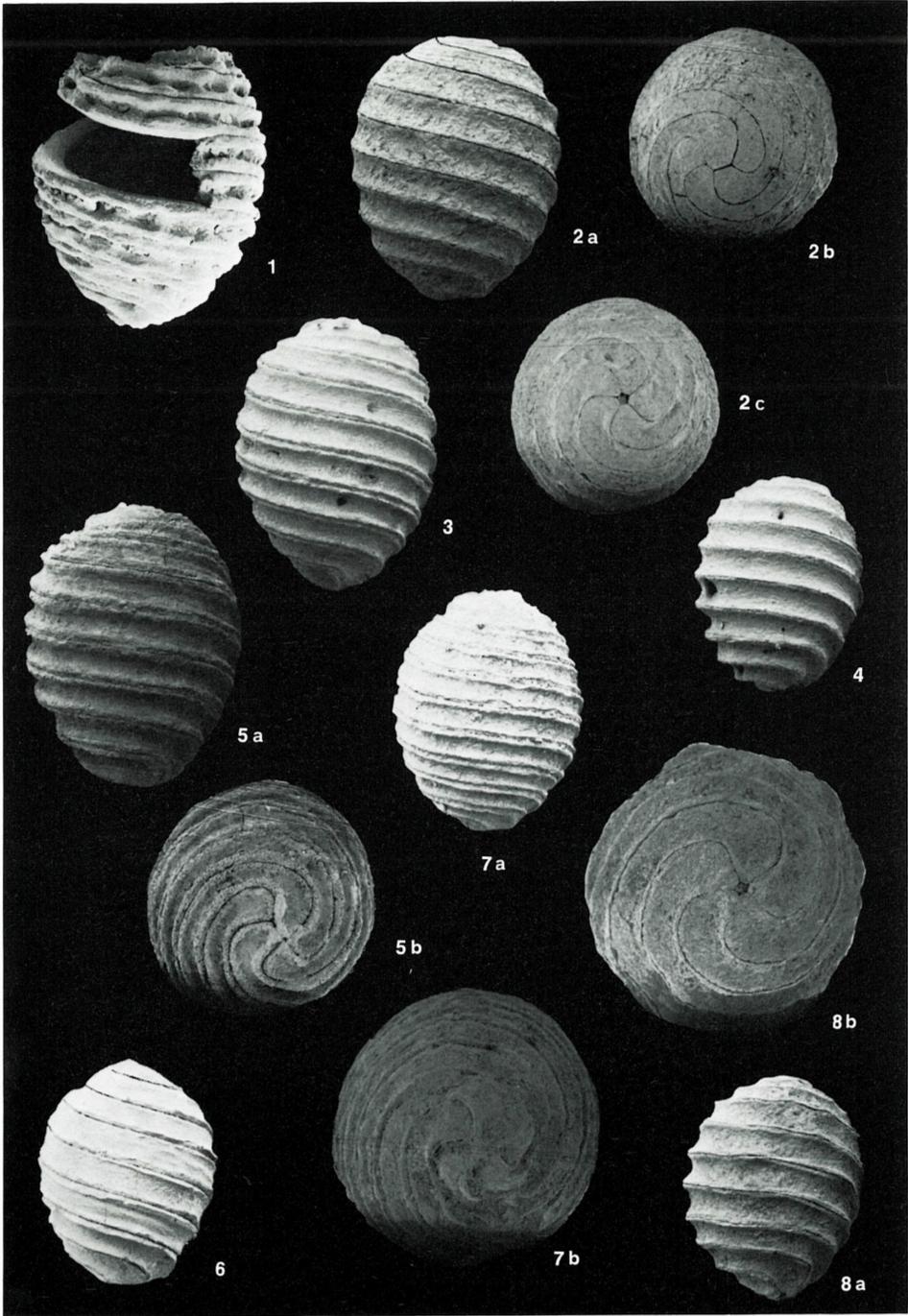
5: Übergangsform zu *Rhabdochara major* mit doppelt kanellierten Suturen. Bhg. Bretzenheim-Süd, Nr. 6015/2683/1; Untere Hydrobien-Schichten. a: lateral; b: apikal.

Fig. 6-8: *Rhabdochara major* Grambast & Paul, 1965.

6: Exemplar mit schwach doppelt kanellierten Suturen. Bhg. Großberg, Nr. 6015/1590/1; Untere Hydrobien-Schichten, 35 X.

7: Exemplar mit deutlich doppelt kanellierten Suturen. Bhg. Göttelmannstraße, Nr. 6015/1858/1; Obere Hydrobien-Schichten. a: lateral, 35 X; b: apikal, 50 X.

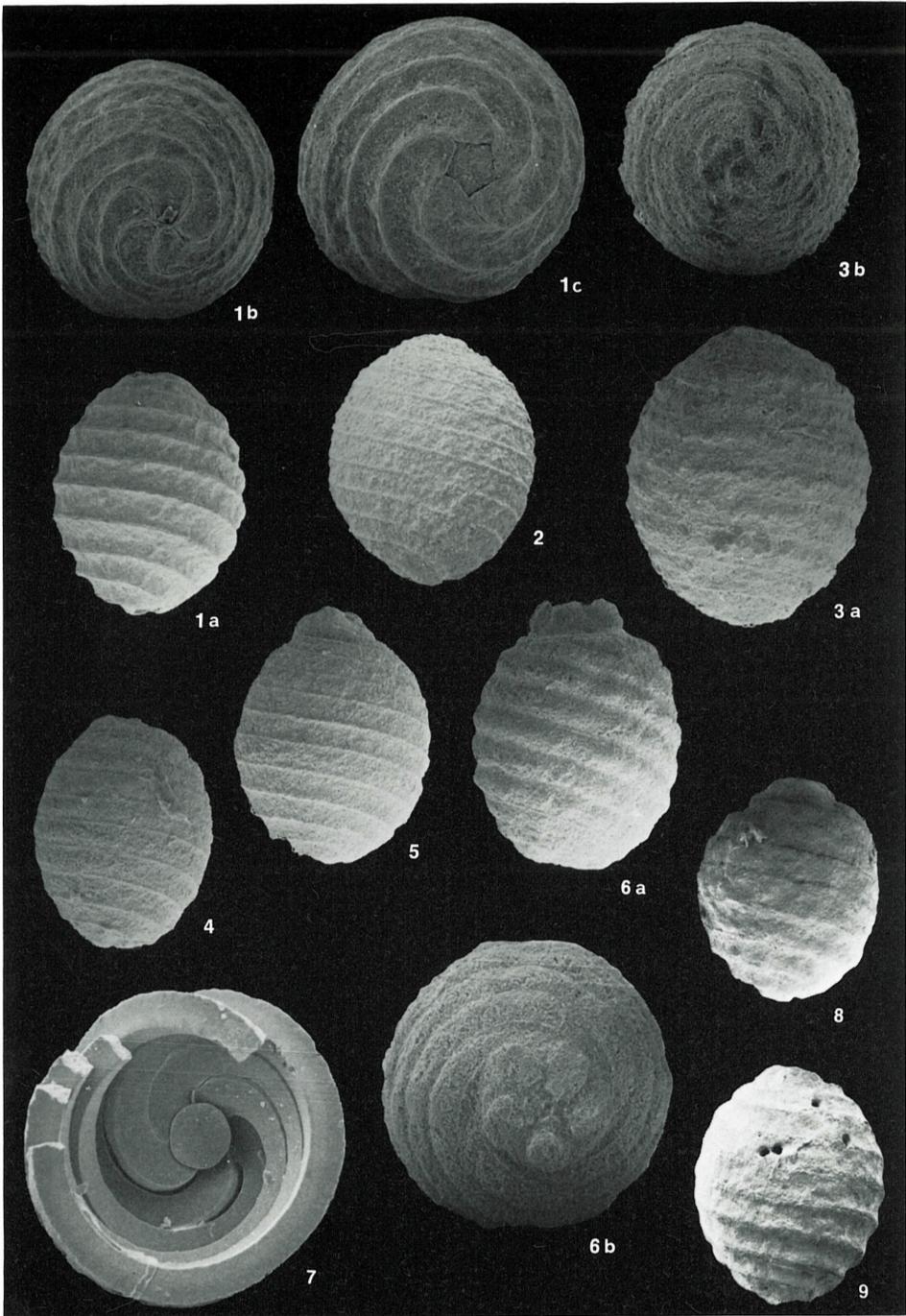
8: Bhg. Göttelmannstraße, Nr. 6015/1857/5; Obere Hydrobien-Schichten. a: lateral, 35 X; b: basal, 50 X.



Tafel 9

Fig. 1—9: *Sphaerocharaulmensis* (Straub, 1952) Grambast, 1962. Die Exemplare zeigen die große Variabilität im Verkalkungsgrad der Spiralzellen und der Ausbildung der Apikalknoten.

- 1: Schwach verkalktes Exemplar, mit konkaven Spiralzellen, ohne Apikalknoten. Bhg. Zitadelle, Nr. 6015/2569/3; Obere Hydrobien-Schichten, a: lateral, 70 X; b: apikal, 90 X; c: basal, 100 X.
- 2: Exemplar mit  $\pm$  ebenen Spiralzellen. Versuchs-Bhg. 1, ZDF, Nr. 6015/2168/12; Süßwasserschichten, 70 X.
- 3: Exemplar mit schwach konvexen Spiralzellen. Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3001/1; Untere Hydrobien-Schichten, 70 X. a: lateral; b: apikal.
- 4: Exemplar mit leicht ausgeprägten Apikalknoten. Bhg. Zahlbach, Nr. 6015/2467/1; Untere Cerithien-Schichten oder Süßwasserschichten, 70 X.
- 5: Exemplar mit stark entwickelten Apikalknoten. Bhg. Hilton 1, Nr. 5915/381/5; Cyrenenmergel-Süßwasserschichten, 70 X.
- 6: Exemplar mit sehr starken Apikalknoten. Dieses Stadium wurde von Straub (1952) als var. *loulaefera* abgetrennt. Bhg. Hilton 1, Nr. 5915/381/4; Cyrenenmergel-Süßwasserschichten. a: lateral, 70 X; b: apikal, 90 X.
- 7: Basale Hälfte eines Gyrogonits von innen, mit Basalplatte in situ; beachte deren typische subpentagonale Oberfläche. Bhg. Universität, Nr. 6015/2070/1; Untere Hydrobien-Schichten, 90 X.
- 8: Unreifes Exemplar mit leicht vorgewölbtem Apex. Profil Sommerberg, Nr. 12/19; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 70 X.
- 9: Unreifes Exemplar mit „Bohrlöchern“. Profil Sommerberg, Nr. 12/18; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 70 X.



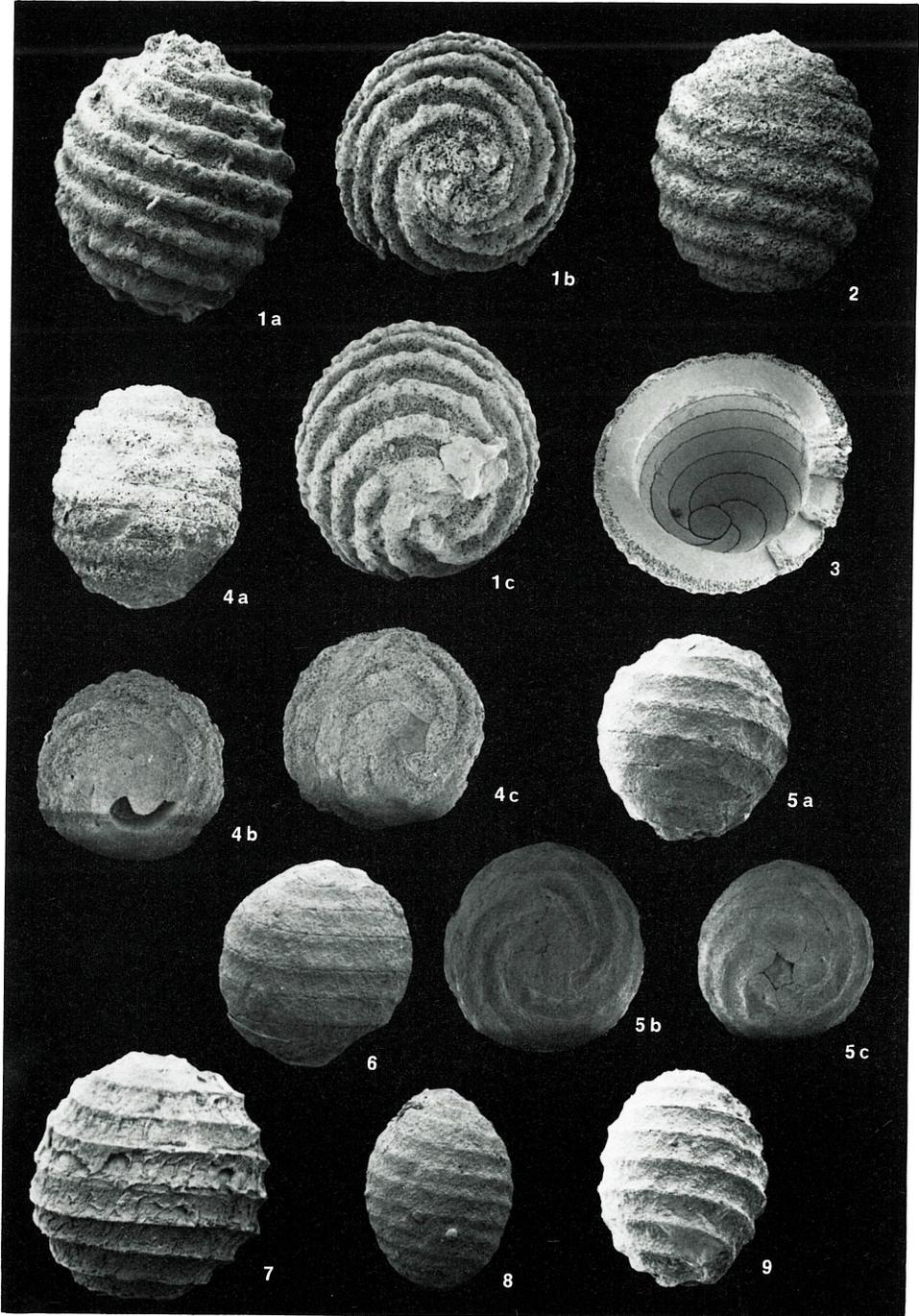
Tafel 10

- Fig. 1-3: *Sphaerochara nodosa* (Mädler, in Mädler & Staesche, 1979) nov. comb., 70 X.  
1: Bhg. Mombach, Nr. 5915/566/1; Untere Hydrobien-Schichten, a: lateral; b: apikal; c: basal.  
2: Bhg. Göttelmannstraße, Nr. 60151187611; Untere Hydrobien-Schichten.  
3: Basale Hälfte eines Gyrogonits von innen, mit Basalplatte in situ; Bhg. Universität, Nr. 6015/2069/2; Untere Hydrobien-Schichten.

- Fig. 4: *Sphaerochara cf. davidi* Feist-Castel, 1977.  
Bhg. Zitadelle, Nr. 6015/2592/1; Untere Hydrobien-Schichten, 70 X. a: lateral; b: apikal; c: basal.

- Fig. 5-7: *Sphaerochara granulifera* (Heer, 1854) Mädler, 1955.  
5: Profil Sommerberg, Nr. 16/29; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 70 X. a: lateral; b: apikal; c: basal.  
6: Profil Sommerberg, Nr. 16/30; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 70 X.  
7: Bhg. Gonsenheim, Notstandsbrunnen 7, Nr. 5915/1018/2; Untere Hydrobien-Schichten, 100 X.

- Fig. 8-9: *Sphaerochara inconspicua* (Braun ex Unger, 1850) Feist-Castel, 1977, 70 X.  
8: Bhg. Nieder-Olm 3, Nr. MM 136/1; Untere Cerithien-Schichten.  
9: Bhg. Weisenauer Straße 1 (Steig), Nr. 6015/3600/1; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten.



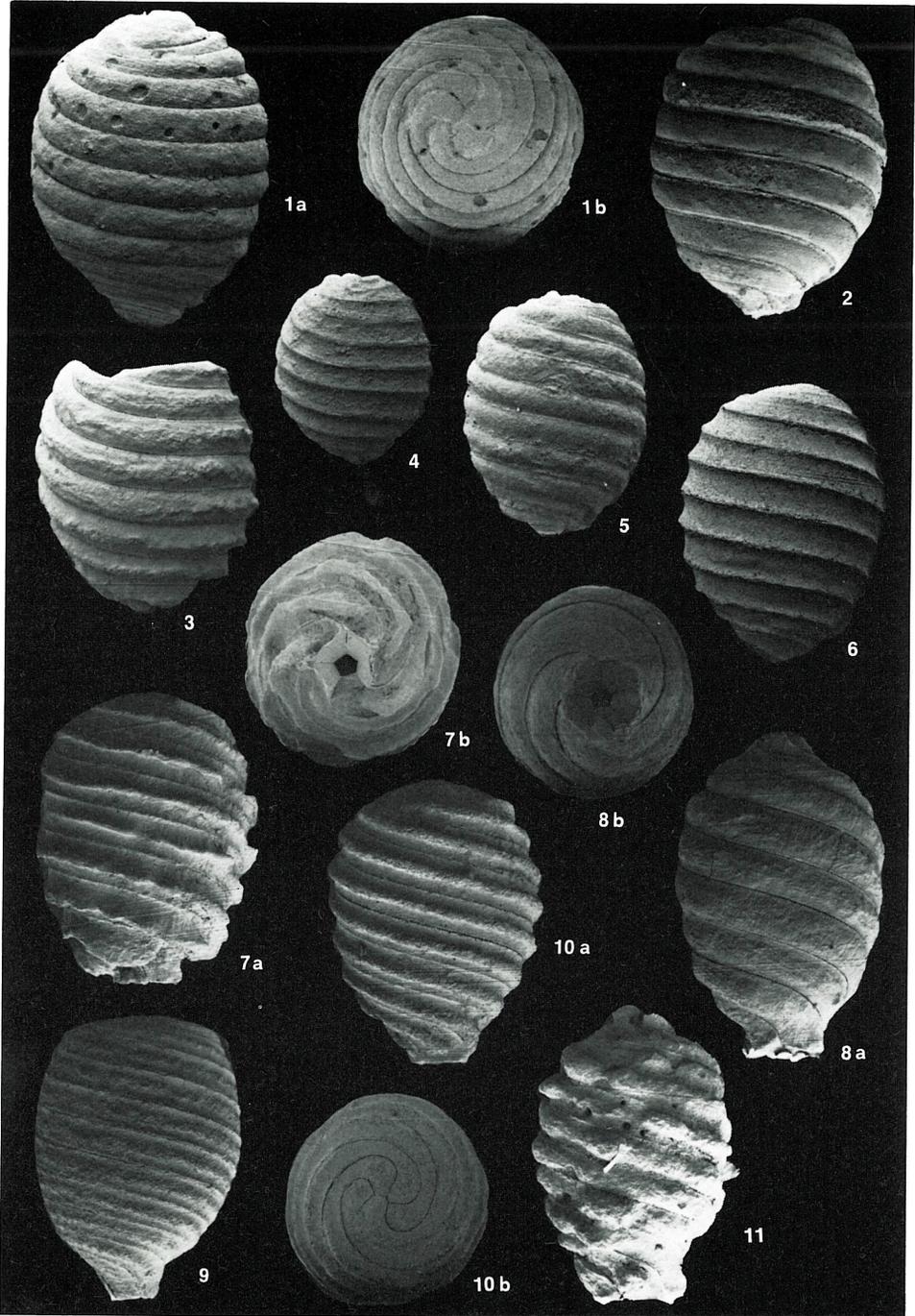
Tafel 11

Fig. 1-7: *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (Braun ex Unger, 1850) Grambast & Soulie-Märsche, 1972.

- 1: Reifes Exemplar mit „Bohrlöchern“. Profil Göllheim, Nr. 1/2; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 35 X. a: lateral; b: apikal.
- 2: Profil Göllheim, Nr. 1/3; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 35 X.
- 3: Exemplar mit herausgebrochenem Gipfel, leicht ornamentiert. Profil Göllheim, Nr. 1/1; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 35 X.
- 4: Minusvariante; Bhg. Hilton 1, Nr. 5915/381/16; Cyrenenmergel-Süßwasserschichten, 35 X.
- 5: Bhg. Hilton 1, Nr. 5915/381/14; Cyrenenmergel-Süßwasserschichten, 25 X.
- 6: Exemplar mit konkaven Spiralzellen. Bhg. Hilton 1, Nr. 5915/381/15; Cyrenenmergel-Süßwasserschichten, 35 X.
- 7: Exemplar mit Beziehungen zu *Nitellopsis huangi*, ornamentiert durch leistenförmige Erhebungen, basal massiver. Profil Göllheim, Nr. 1/4; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 35 X. a: lateral; b: basal mit Basaltrichter.

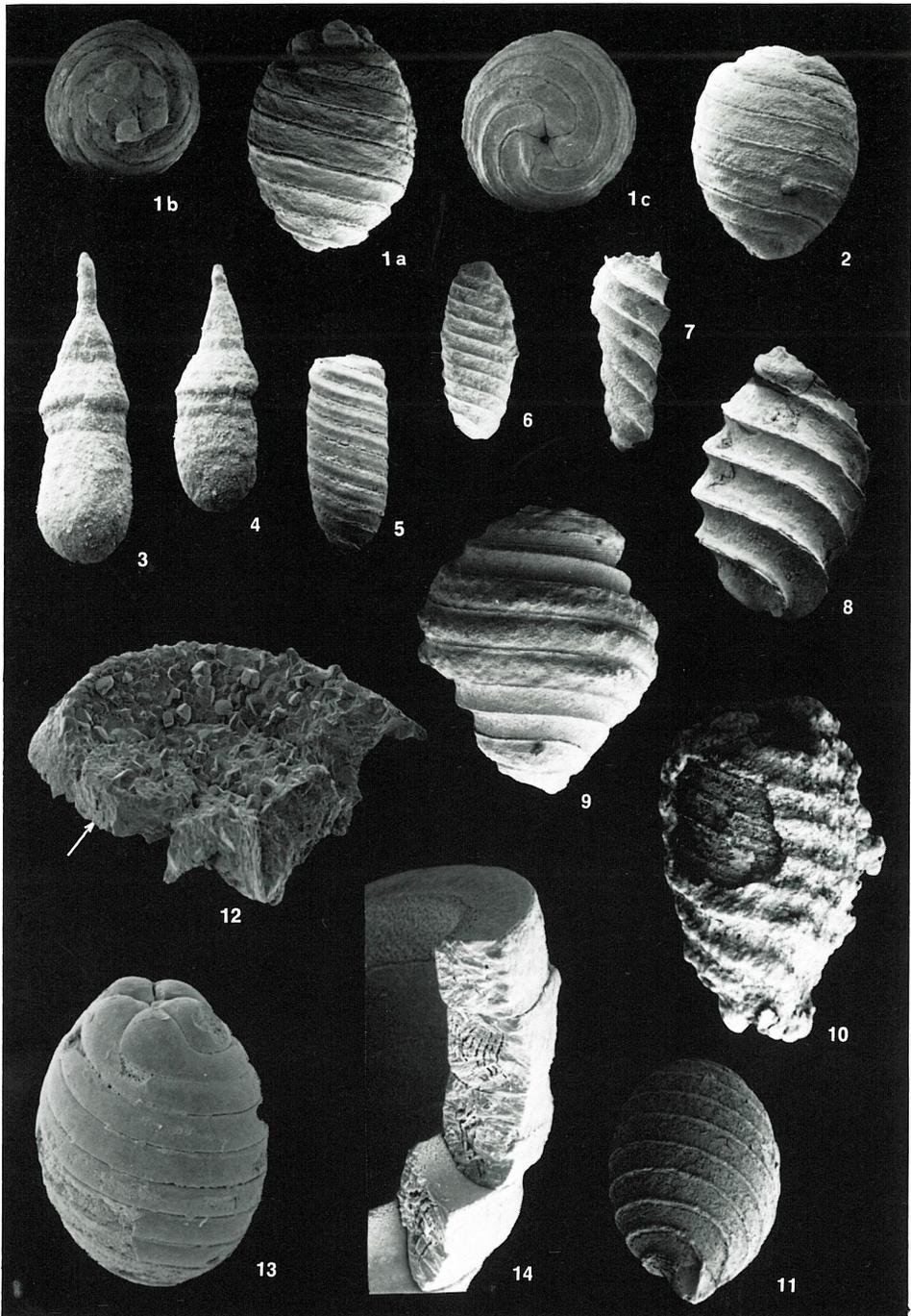
Fig. 8-11: *Nitellopsis (Tectochara) huangi* (Lu, 1945) Grambast & Soulie-Märsche, 1972, 35 X.

- 8: Profil Göllheim, Nr. 1/44; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, a: lateral; b: basal.
- 9: Exemplar ornamentiert mit schwachen medianen Reifen. Profil Göllheim, Nr. 1/43; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten.
- 10: Exemplar verziert durch starke mediane Reifen. Profil Sommerberg, Nr. 2/1; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten. a: lateral; b: apikal.
- 11: Exemplar mit sehr starken, unregelmäßigen Undulationen. Profil Göllheim, Nr. 1/42; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten.



Tafel 12

- Fig. 1-2: *Nitellopsis (Tectochara) Helvetica* (Mädler, 1955) Grambast & Soulie-Märsche, 1972, 35 X.  
1: Exemplar mit starken Apikalknoten. Profil Sommerberg, Nr. 32/2; Untere *Corbicula*-Schichten. a: lateral; b: apikal; c: basal.  
2: Exemplar fast ohne Apikalknoten. Profil Sommerberg, Nr. 32/3; Untere *Corbicula*-Schichten.
- Fig. 3-4: Inkrustierte Gyrogonite mit stark ausgezogenem Apex. Bhg. Nieder-Olm 3; Untere *Cerithien*-Schichten, 35 X.  
3: Nr. MM 151/1.  
4: Nr. MM 151/2.
- Fig. 5-7: Stark verlängerte Gyrogonite, 35 X.  
5: Bhg. Judengewann, Nr. 6015/2832/1; Obere Hydrobien-Schichten.  
6: Bhg. Göftelmannstraße, Nr. 6015/1904/1; *Corbicula*-Schichten.  
7: Bhg. Tiefentaler Weg, Nr. 6015/1398/1; Obere Hydrobien-Schichten.
- Fig. 8: *Grambastichara tornata*, aberrantes Exemplar.  
Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/8; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- Fig. 9: *Nitellopsis (Tectochara) meriani* mit Wachstumshemmung einzelner Spiralzellen.  
Bhg. Hilton 1, Nr. 5915/387/1; Cyrenenmergel-Süßwasserschichten, 35 X.
- Fig. 10: Stark inkrustierter Gyrogonit.  
Bhg. Bretzenheim-Süd, Nr. 6015/2683/42; Untere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- Fig. 11: ? *Grambastichara tornata*; Steinkern mit Basalplatte in situ.  
Bhg. Hechtsheim, Notstandsbrunnen 75, Nr. 6015/3322/2; Hydrobien-Schichten, 50 X.
- Fig. 12: Basales Bruchstück von *Chara minutissima*, mit Basalplatte in situ (-\*■).  
Bhg. Bretzenheim-Süd, Nr. 6015/2716/1; *Corbicula*-Schichten, 200 X.
- Fig. 13: ? *Grambastichara elongata* mit pseudoporocharoidem Apex.  
Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/109; Obere Hydrobien-Schichten, 70 X.
- Fig. 14: *Grambastichara elongata*: die abgebrochenen Spiralzellen zeigen die Anlagerung der einzelnen Calcit-Schichten.  
Bhg. Bretzenheim-Süd, Nr. 6015/2687/1; Untere Hydrobien-Schichten, 135 X.



Tafel 13  
Basalplatten

Fig. 1: *Chara molassica* Straub, 1952.

Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/111; Obere Hydrobien-Schichten, 670 X. a: lateral;  
b: Unterseite.

Fig. 2-3: *Chara notata* Grambast & Paul, 1965. Bhg. Weisenauer Straße 1 (Steig); Hydro-  
bien-Schichten.

2: Nr. 6015/3555/1, lateral, 500 X.

3: Nr. 6015/3553/1, Unterseite, 335 X.

Fig. 4: *Chara major* (Mädler, in Mädler & Staesche, 1979) nov. comb.

Bhg. Marienborn, Notstandsbrunnen, 14, Nr. 6015/3470/1; Untere Hydrobien-Schich-  
ten, 335 X. a: lateral; b: Unterseite.

Fig. 5: *Grambastichara tornata* (Reid & Groves, 1921) Horn af Rantzien, 1959.

Bhg. Bergweg A, Nr. 6015/1779/6; Obere Hydrobien-Schichten, 335 X. a: lateral;  
b: Unterseite.

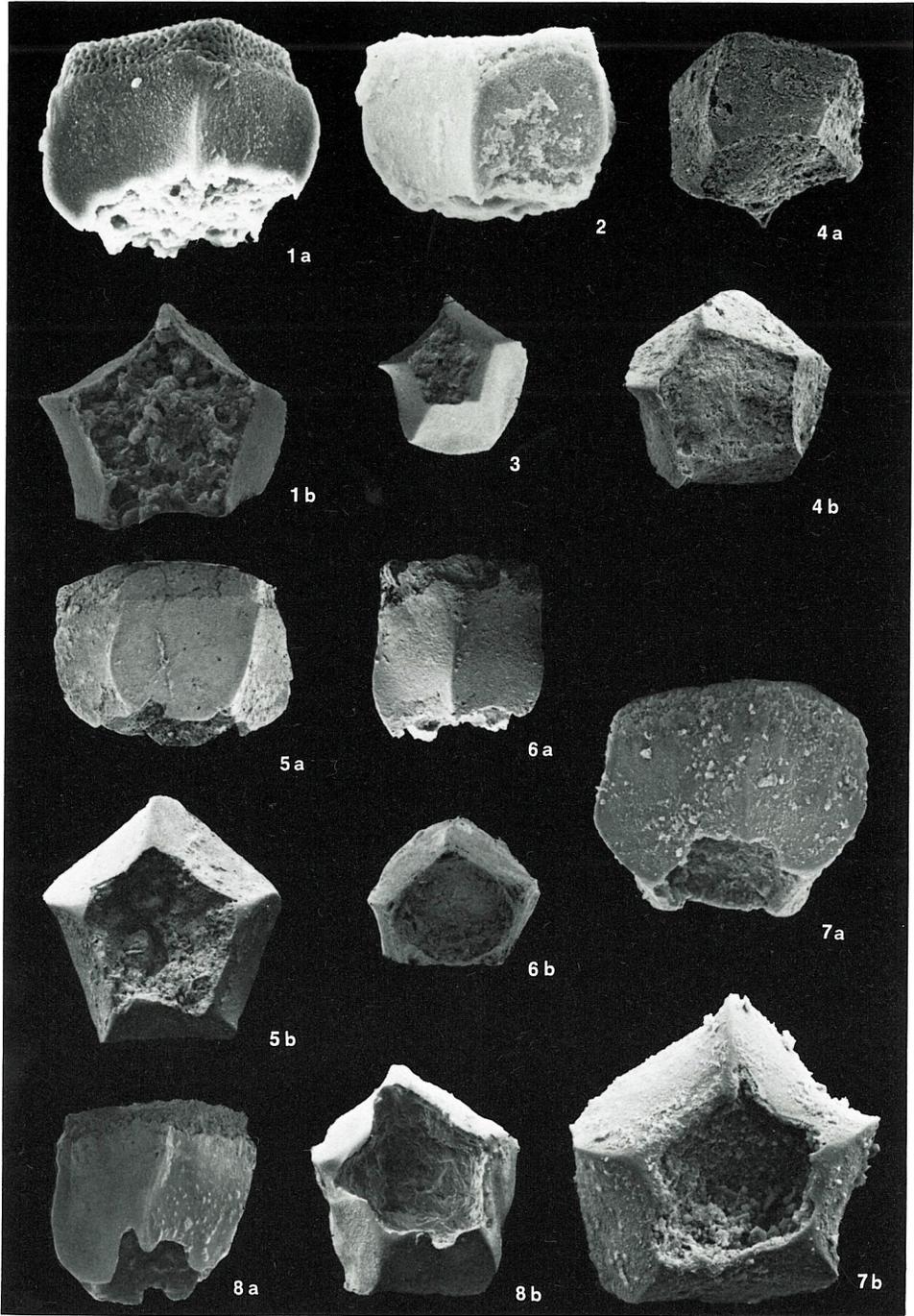
Fig. 6: *Grambastichara cylindrica* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959.

Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3000/55; Obere Hydrobien-Schichten, 335 X. a: lateral; b: Unter-  
seite.

Fig. 7-8: *Grambastichara elongata* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959, 335 X.

7: Bhg. Bretzenheim-Süd, Nr. 6015/2688/1; Untere Hydrobien-Schichten, a: lateral; b: Un-  
terseite.

8: Bhg. IBM 3, Nr. 6015/3000/1; Obere Hydrobien-Schichten, a: lateral; b: Unterseite.



Tafel 14  
Basalplatten

Fig. 1-2: *Grambastichara, straubi* (Mädler, 1955) Horn af Rantzien, 1959; starkes, sekundäres Wachstum von Calcit-Kristallen. Versuchs-Bhg. 1, ZDF; unterer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 500 X.

1: Nr. 6015/2157/2; a: lateral; b: Unterseite.

2: Nr. 6015/2157/1; Unterseite.

Fig. 3: *Stephanochara rochetti* (Heer, 1854) Feist-Castel, 1977.

Bhg. Weisenauer Straße 1 (Steig), Nr. 6015/3553/9, Hydrobien-Schichten, 335 X. a: lateral; b: Unterseite.

Fig. 4: *Rhabdocharamajor* Grambast & Paul, 1965.

Bhg. Fichteplatz, Nr. 6015/2475/7; Untere Hydrobien-Schichten, 335 X. a: lateral; b: Unterseite.

Fig. 5: *Rhabdochara stockmansi* Grambast, 1957.

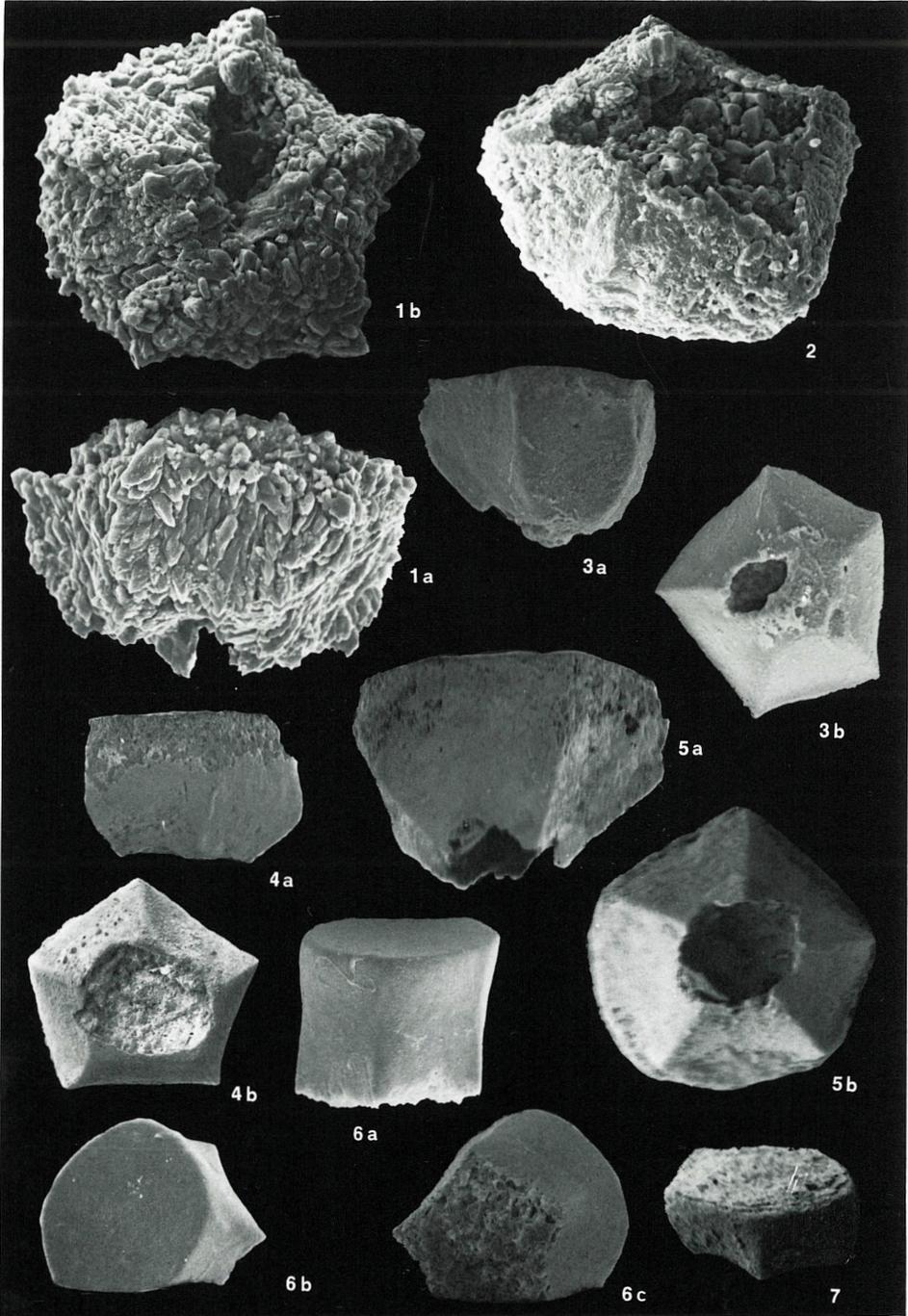
Profil Göllheim, Nr. 1/59; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, 270 X. a: lateral; b: Unterseite.

Fig. 6: *Sphaerochara ulmensis* (Straub, 1952) Grambast, 1962.

Bhg. Zitadelle, Nr. 6015/2569/2; Obere Hydrobien-Schichten, 335 X. a: lateral; b: Oberseite; c: Unterseite.

Fig. 7: *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (Braun ex Unger, 1850) Grambast & Soulie-Märsche, 1972.

Profil Sommerberg, Nr. 2/10; oberer Teil der Oberen Cerithien-Schichten, Seiten- und Oberfläche.



Anschrift des Autors: Dr. Jürgen Schwarz, Habsburgerallee 104, D-6000 Frankfurt 60.

Manuskript eingegangen am 25. 7. 1984