| Geol. Paläont. Westf. | 10 | 7 – 44 | 10 Abb. 4 Taf. | Münster Dezember 1987 |
|---|---|---|---|---|

# Charophytenflora und Alter der unterkretazischen Karsthöhlen – Füllung von Nehden (NE-Sauerland)*

MICHAEL SCHUDACK**

## Inhaltsverzeichnis:

Seite

1. Einleitung ..... 9
2. Forschungsstand ..... 10
3. Probenmaterial ..... 11
4. Definitionen ..... 11
5. Die Charophyten ..... 13
6. Datierung ..... 23
7. Ökologie ..... 27
8. Paläogeographie ..... 27
9. Ausblick ..... 29
10. Dank ..... 29
11. Literatur ..... 31

## Zusammenfassung

Die unterkretazische Karsthöhlenfüllung bei Nehden auf der Hochfläche des Briloner Massenkalkkomplexes im NE-Sauerland ist einer der wichtigsten Fundplätze nichtmariner Kreide in Mitteleuropa, bekannt vor allem durch ihre Iguanodonten und die hervorragend erhaltenen Pflanzenreste. Die hier vorgestellte Charophytenflora ist in zweifacher Hinsicht von Bedeutung:

Zum einen gibt sie die Möglichkeit, die Fundschicht genauer und sicherer als bisher zu datieren. Sie entstammt dem Barrêmium und nicht, wie durch die Palynologie vemutet, dem Aptium oder Albium. Dies hat, wie auch von anderen Autoren bereits für das Aptium diskutiert, Konsequenzen für die Paläogeographie am Nordostrand des Rheinischen Schiefergebirges, für die lokale Meeresspiegelkurve, für die Datierung der *Iguanodon*-Arten (möglicherweise auch von Bernissart) und insbesondere als Zeitmarke für die Florenentwicklung in der Unterkreide (Vorkommen mit Angiospermenpollen).

Zum anderen ist sie wichtig für die Charophytenforschung selbst. Alle Arten wurden hier erstmalig in Mitteleuropa gefunden. Es werden sechs Spezies beschrieben, darunter zwei neue: *Stellatochara nehdenensis* und *Peckisphaera kampmanni*. Die typischen Assoziationen bestärken die Sicherheit der zeitlichen Aussagen durch diese Gruppe auch in anderen Gebieten, die zweifellos rein limnische Entstehung der Fundschicht erlaubt Rückschlüsse auf die ökologischen Toleranzen der Arten.

Eine Besonderheit stellen die zahlreichen nichtverkalkten, organisch vorliegenden Oosporangien der Familie Characeae dar. Mit ihrer hervorragenden Erhaltung aus prätertiärer Zeit bislang unbeschriebener, z.T. auch rezent völlig unbekannter Strukturen und Details sind sie auch für die Phylogenie der Gruppe von Bedeutung. Taxonomisch werden sie hier wie verkalkte Gyrogonite behandelt. Die Verwendung allein der Nichtverkalkung von Oosporangien als diagnostisches Merkmal wird abgelehnt.

---

*Ein Beitrag zum IGCP-Projekt Nr. 245 „Nonmarine Cretaceous Correlations"

**Anschrift des Verfassers: Dr. Michael Schudack,
Institut für Geologie der Ruhr-Universität Bochum,
Universitätsstraße 150,
D-4630 Bochum 1, West-Germany.

## Abstract

The limnic carst filling near Nehden in the northeastern Rhenish Massiv (Germany) is one of the most important localities in Central Europe for Lower Cretaceous nonmarine palaeoecology and palaeontology. Comprehensive material of vertebrate fossils (especially of the genus *Iguanodon)* and of extremely well preserved plant remains has been described. The charophyte flora is of particular importance in two respects:

It offers the possibility of a more detailed and secure datation of the sediments. These are of Barrêmian rather than Aptian or Albian age as presumed so far by palynologists. This new fact has consequences for the paleogeography and the knowledge of sealevel changes at the northeastern margin of the Rhenish Massiv as well as for the datation of the *Iguanodon* species (and also the famous Bernissart finds in Southern Belgium?). It also serves as a time marker for the floral evolution in the Lower Cretaceous (early angiosperms).

The flora is also remarkable for charophyte research itself. It brings out new results for the knowledge of biostratigraphy, biogeography and the ecological tolerances of certain species and their association. 6 species are described, among them the two new ones *Stellatochara nehdenensis* and *Peckisphaera kampmanni.*

A particularity is the comprehensive population of uncalcified oosporangia (family Characeae) with an excellent preservation of details and structures so far undescribed for pre-Tertiary or even recent times. Taxonomically they are treated as if they were calcified. The author refuses to use the fact of an oosporangium being uncalcified as a diagnostic feature.

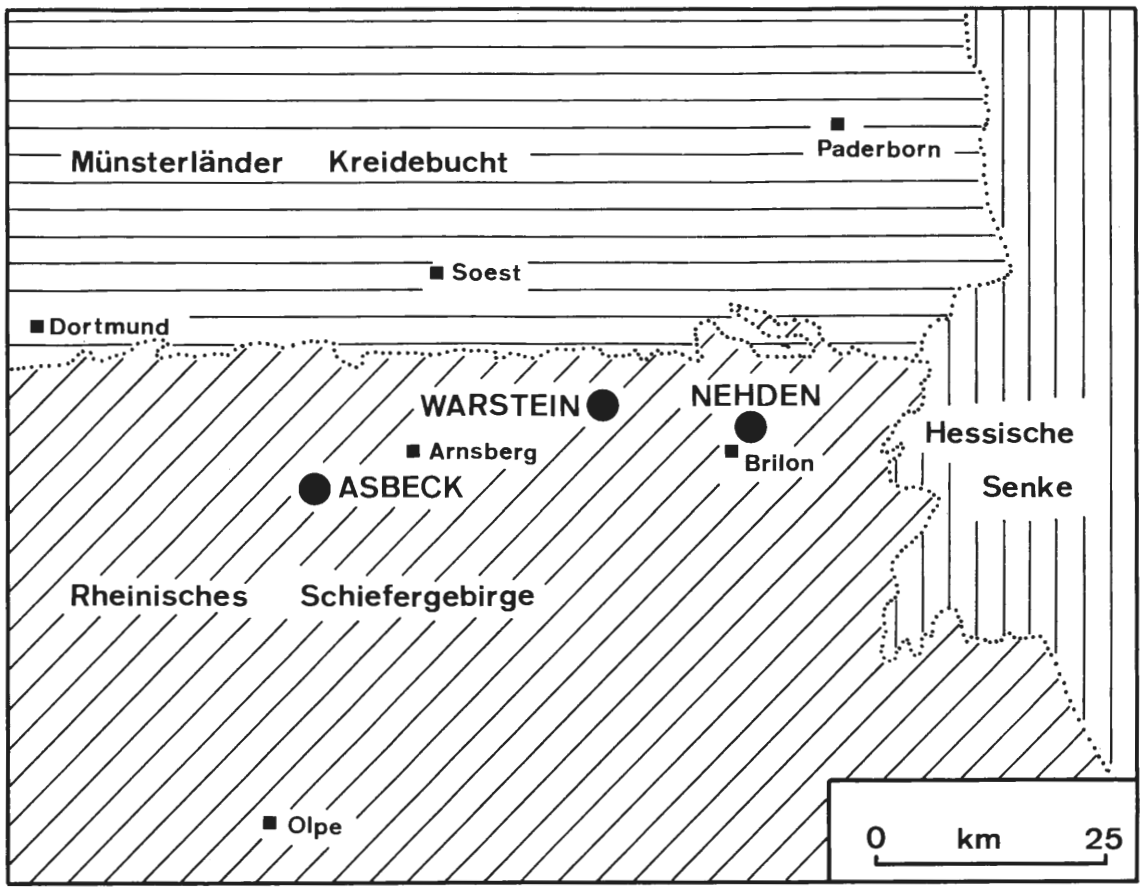



Abb. 1: Übersichtsskizze zu den geologischen Großeinheiten am Nordostrand des Rheinischen Schiefergebirges mit Lage der drei unterkretazischen Karstfüllungen von Asbeck, Warstein und Nehden.

## 1. Einleitung

Am Nordostrand des Rheinischen Schiefergebirges finden sich südlich der heutigen Verbreitungsgrenze der Kreideüberdeckung (Münsterländer Kreidebucht) zahlreiche Karstfüllungen in devonischen Massenkalken. Von besonderer Bedeutung für die Paläobotanik sowie für die Untersuchung mesozoischer terrestrischer Ökosysteme sind dabei drei unterkretazische Füllungen bei Asbeck (Hönnetal), Warstein und Nehden (Abb. 1). Diese wurden bisher palynologisch etwa in den Bereich Aptium/Albium eingestuft (v. d. BRELIE 1964, CLAUSEN et al. 1978, 1982, GREBE 1982, HUCKRIEDE 1982, SCHULTZ & NOLL 1987).

Die seit Mitte der Siebziger Jahre bekannte Karsthöhlenfüllung von Nehden auf der Hochfläche des Briloner Karbonatkomplexes (Abb. 2) gehört zu den wichtigsten nichtmarinen Unterkreide-Fundplätzen Europas. Die Bedeutung der Fundstelle liegt auf so unterschiedlichen Gebieten wie der Paläogeographie (im westdeutschen Raum war in der höheren Unterkreide die Entwicklung in den eigentlichen Sedimentationsbecken marin, hier liegen jedoch rein limnische Sedimente vor), der Paläobiogeographie (zahlreiche Arten unterschiedlichster Gruppen wurden erstmals in Deutschland nachgewiesen), der systematischen Paläontologie insbesondere der Vertebraten (es wurde hier eine Vielzahl von Saurierresten speziell der Gattung *Iguanodon* entdeckt, vgl. Arbeit von NORMAN 1987), der Palökologie/Paläobotanik (die hervorragende Erhaltung pflanzlichen Materials gestattet einen Einblick gerade auch in die Pflanzengemeinschaften der damaligen Zeit), der Biostratigraphie und der Karstgeschichte. Die vorliegende Arbeit behandelt die bisher aus dem Sediment gewonnenen Charophytenreste und ihre Aussagen zur Datierung der Fundstelle, zur Paläogeographie des Raumes und zur Biogeographie dieser Algengruppe.

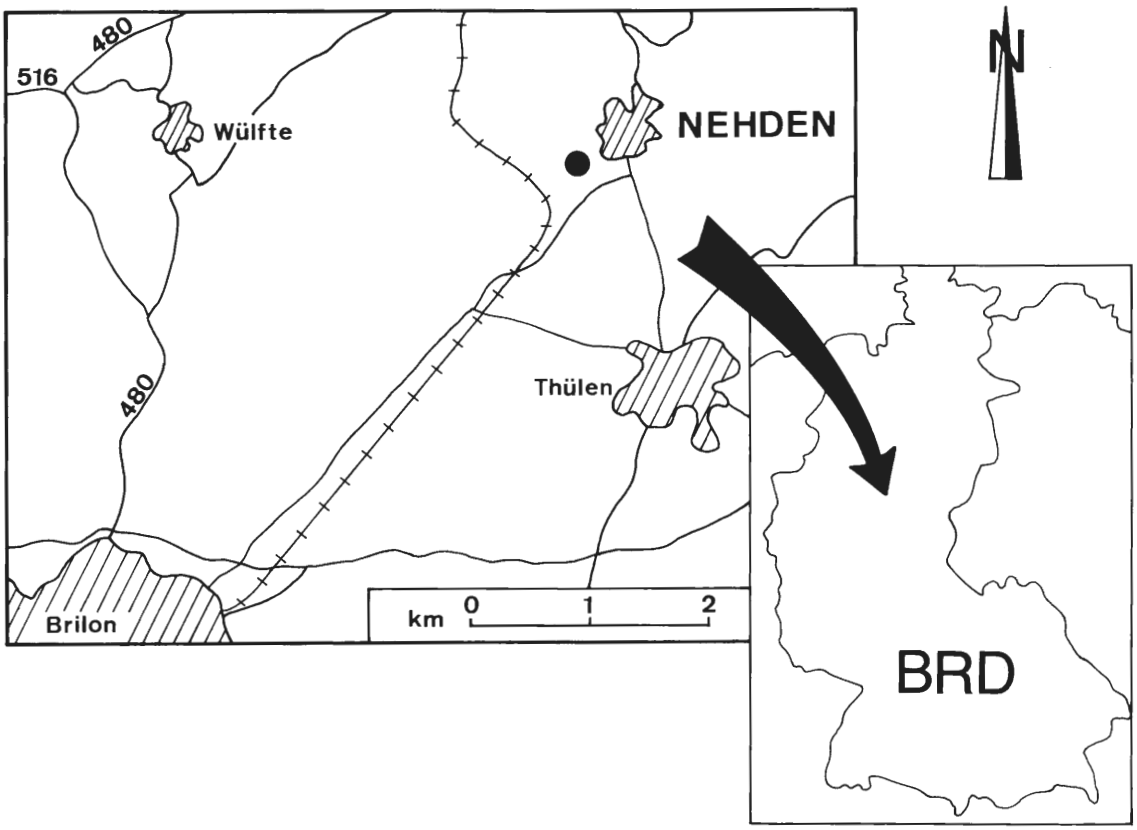



Abb. 2: Lage der untersuchten Karsthöhlenfüllung etwa 300 SW des Ortes Nehden (bei Brilon, NE-Sauerland).

## 2. Forschungsstand

Das Tonvorkommen von Nehden gehört in den gleichen zeitlichen Rahmen wie die Karstfüllungen bei Asbeck im Hönnetal (WIRTH 1964, v.d. BRELIE 1964) und bei Warstein (CLAUSEN et al. 1978; MEIBURG 1979; CLAUSEN et al. 1982). Seine Bedeutung wurde Mitte der Siebziger Jahre von Paläontologen der Marburger Universität entdeckt. HUCKRIEDE (1982) diskutiert eingehend die frühe Bearbeitungsgeschichte.

Im Jahre 1979 begannen die Geologen des Geol.-Paläont. Institutes und Museums Münster mehrjährige Grabungen, bei denen sie eine Vielzahl von Reptilien-Resten insbesondere der Gattung *Iguanodon* bargen. Nach einigen kürzeren Berichten (HÖLDER & OEKENTORP 1981, OEKENTORP 1984, NORMAN 1985, HÖLDER & NORMAN 1986) liegt nunmehr die monographische Bearbeitung der Iguanodonten vor (NORMAN 1987).

Neben den Vertebraten fanden sich vor allem auch sehr zahlreiche Pflanzenreste (Sporen, Pollen, Samen, Holzreste, Charophyten u.a.m.). Mit diesen beschäftigen sich eingehend GREBE (1982), HUCKRIEDE (1982), KAMPMANN (1983a, b), WILDE & GOTH (1986), SCHULTZ & NOLL (1987) sowie sehr wahrscheinlich auch CLAUSEN et al. (1978, 1982, vgl. Kap. 6). Ihre Datierungen, auch die der anderen Unterkreide-Karstkomplexe (s.o.), sind in Kap. 6 näher erläutert. Bislang wurde für Nehden ein Aptium-Alter angenommen.

Mit den Sedimenten, ihrer Lagerung sowie der speziellen Karstgeschichte der Lokalität befaßten sich HUCKRIEDE (1982), KAMPMANN (1983a), VORTISCH (1983), OEKENTORP (1984), HÖLDER & NORMAN (1986) und SCHULTZ & NOLL (1987). Die Entstehung des heute vorliegenden Bildes mit seinen komplizierten Lagerungsverhältnissen ist äußerst komplex, sicherlich mehrphasig und in Details noch ungeklärt.

Leider konnten bisher nur sehr vereinzelte Exemplare der sonst im kontinentalen Bereich stratigraphisch besonders bedeutenden Ostrakoden gefunden werden. HUCKRIEDE (1982) bildet einen Steinkern „vom Typus der Familie Cypridae" ab. KAMPMANN (1983a) beschreibt ein Einzelstück der Gattung *Cypridea* BOSQUET, typisch für die limnischen Ablagerungen aus Oberjura und Unterkreide. Dies gilt auch für einen dritten, nun neu hinzugekommenen Fund, ein sehr schlecht erhaltenes und nicht artlich bestimmbares Stück der Gattung *Theriosynoecum* BRANSON.

Auch der Forschungsstand über die Charophyten von Nehden ist noch gering. HUCKRIEDE (1982) erwähnt „kalkfreie Nüßchen" und beschreibt verkieste, nicht näher bestimmbare Gyrogonite der Ordnung Charales (HUCKRIEDE Taf. 6, Fig. 5 und 9). Frau Dr. FEIST (Montpellier) bestimmte für die gleiche Arbeit Utriculi der Familie Clavatoraceae: *Clypeator europaeus* MÄDLER und *Atopochara trivolvis* PECK (HUCKRIEDE Taf. 6, Fig. 3-4). KAMPMANN (1983a) bildet ebenfalls *Clypeator europaeus* MÄDLER ab (KAMPMANN Taf. 18), darüberhinaus jedoch eine *Perimneste*-Art (KAMPM. Taf. 19) sowie Gyrogonite der Familie Characeae und vegetative Teile (KAMPM. Abb. 17, Taf. 20). WILDE & GOTH (1986) zeigen in einer kurzen Mitteilung mehrlagige Wandstrukturen bei den organisch erhaltenen Formen auf.

## 3. Probenmaterial

Das untersuchte Material entstammt verschiedenen Quellen: Aus der Arbeit von KAMPMANN (1983a) lag die komplette Charophytensammlung vor. Es ist zum großen Teil von dem genannten Autor selbst gewonnenes Material. Lediglich die Population von *Perimneste vidua* GRAMBAST wurde seinerzeit von dem Münsteraner Präparator K. H. HILPERT Herrn KAMPMANN zur Auswertung übergeben. Für die vorliegende Arbeit stellte auch die Paläobotanische Abteilung des Senckenberg-Institutes in Frankfurt aus einer neueren Probenaufsammlung bereits ausgelesene Gyrogonite und Utriculi zur systematischen Bearbeitung sowie noch eine größere Sedimentprobe zur eigenen Aufbereitung zur Verfügung.

Aufgrund der besonderen Verhältnisse in der Fundstelle mit z.T. inverser, verkippter, „gestörter" und „verwirbelter" Lagerung einerseits (vgl. hierzu insbesondere KAMPMANN 1983a, OEKENTORP 1984 sowie SCHULTZ & NOLL 1987) und der nicht mehr möglichen relativen Feineinstufung der Funde untereinander andererseits, muß die gesamte Charophytenflora wie die einer Einzelprobe behandelt werden. Tatsächlich stammt ja auch das komplette Material von KAMPMANN (1983a) einschließlich der *Perimneste*-Utriculi aus nur 2-3 m Sedimentfolge. Das Frankfurter Material entspricht diesem in etwa, zumindest nach der Zusammensetzung der Charophytenflora. Hinzu kommt, daß fast alle Arten auch zusammen in den gleichen Proben vorkommen, speziell Einzelstücke von *Atopochara trivolvis triquetra* innerhalb der umfangreicheren Populationen von *Perimneste vidua* und *Clypeator jiuquanensis*.

Das Material von FEIST (in HUCKRIEDE 1982) stand nicht zur Verfügung. Es ist jedoch offenbar weniger umfassend als das vorliegende und beinhaltet keine über die hier beschriebenen hinausgehenden Arten (HUCKRIEDE 1982: 187).

Die Charophytenreste liegen in sehr unterschiedlicher Erhaltung vor. Organisches Material überwiegt, Schwefelkies ist häufig, Calcit seltener. Die organisch erhaltenen Characeen sind in Einzelfällen schwach verkiest, die calcitisch erhaltenen Utriculi der Gattung *Perimneste* z.T. etwas verkieselt. Bei *Atopochara* und *Clypeator* kommen sowohl Calcit- als auch Kieserhaltung vor.

## 4. Definitionen

Zur Begriffsbestimmung bezüglich der Orientierung bilateralsymmetrischer Utriculi sind einige Erläuterungen nötig: HARRIS (1939) bildet Utriculi der Art *Clavator reidi* ab, die noch in ursprünglicher Stellung am Blättchen sitzen. Hierbei bezeichnet er die dem Blättchen zugewandte Seite als dorsal (seine Taf. 8, Fig. 1, 2 und 4). GRAMBAST (1970) setzt den Begriff dorsal mit abaxial gleich (seine Taf. 1, Fig. 1d). Der Begriff abaxial muß sich demnach hier auf den eigentlichen Zentralstamm (Hauptachse), nicht auf das Blättchen beziehen (gleiche Morphologie der vegetativen Teile vorausgesetzt, was ja alles andere als geklärt ist). In diesem Sinne werden die Begriffe auch von SCHUDACK (1987) verwendet.

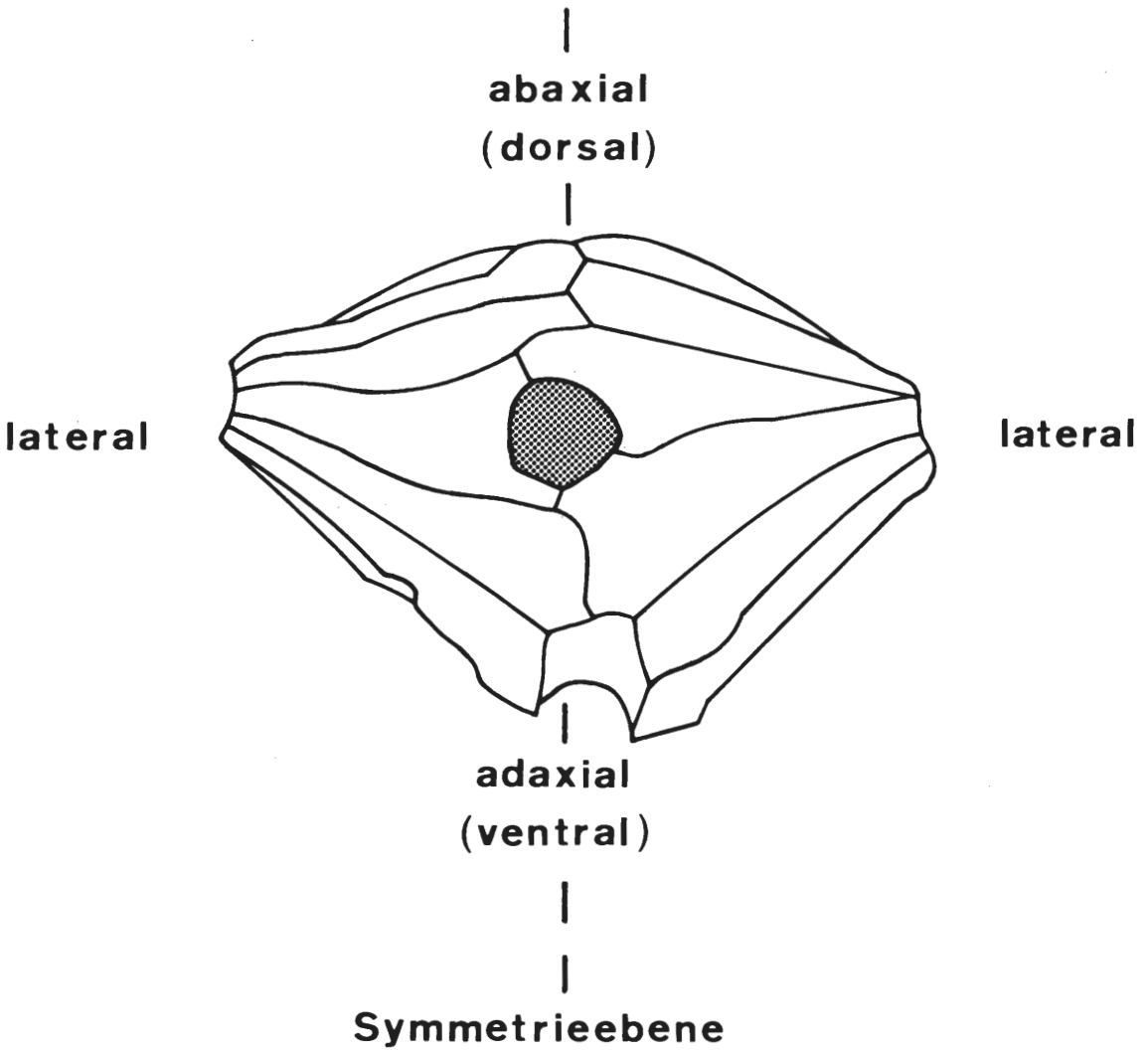



Abb. 3: In dieser Arbeit verwendete Terminologie zur Orientierung bilateralsymmetrischer Utriculi am Beispiel von *Clypeator jiuquanensis* (WANG S.) GRAMBAST.

MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD (1986) benutzen eine anderen Terminologie. Sie beziehen die Begriffe abaxial/adaxial auf die nächstgelegene Achse, also die des Blättchens, was sehr sinnvoll ist, ohne jedoch die Bezeichnungen ventral/dorsal weiter zu verwenden. Stattdessen führen sie die Begriffe „postérieur" (= adaxial, also am Blättchen angewachsen bzw. zu diesem gewandt) und „antérieur" (= abaxial, also entgegengesetzt) ein und benutzen für die Lateralflächen (z.B. bei *Flabellochara*) eine Links/Rechts-Orientierung. Erschwerend kommt hier noch hinzu, daß bei den rezenten Arten von der adaxialen (= dem Hauptstamm zugewandt) und abaxialen Seite des Blättchens gesprochen wird sowie bei Oosporangien/Gyrogoniten von den abaxialen (= äußeren) und adaxialen (= inneren) Wandlagen.

In vorliegender Arbeit gebrauche ich die auf Abb. 3 an einer Apikalsicht von *Clypeator jiuquanensis* (WANG S.) GRAMBAST erläuterte Terminologie. Diese steht im Gegensatz zur von mir basierend auf HARRIS, GRAMBAST und anderen Autoren bisher verwendeten (SCHUDACK 1987), erscheint jedoch logischer.

Terminologische Schwierigkeiten ergaben sich auch bei der Bezeichnung der organischen Charophytenreste. Für die fossil üblicherweise erhaltenen, nach der Befruchtung verkalkten weiblichen Fortpflanzungsorgane hat sich der Begriff „Gyrogonit" eingebürgert. Dieser wurde ursprünglich von LYELL (1826) als „das fossile oder mineralisierte Stadium des Pericarpium von *Chara* (übersetzt)" eingeführt und von SOULIE-MÄRSCHE (1979) auch auf die rezenten mineralisierten Gametangien erweitert. HORN AF RANT-

ZIEN (1956) definiert als „Oosporangium" das befruchtete Organ, benutzt den Begriff „Gyrogonit" (als speziellen Fall des Oosporangium) jedoch auch bei organischen Resten aus dem Oberjura von Indien. Letztlich erweisen sich die Begriffe „Oosporangium" und „Gyrogonit" als in etwa gleichwertig. Es erscheint mir jedoch sinnvoll, bei verkalkten Stücken den Begriff „Gyrogonit", bei nicht verkalkten (auch fossilen!) den Begriff „Oosporangium" zu gebrauchen, um von vornherein schon durch die Terminologie einen ersten Eindruck zum Erhaltungszustand zu ermöglichen.

Die bei den Variationsbreiten in den einzelnen Artbeschreibungen von Kap. 5 verwendeten Parameter sind wie folgt definiert:

LPA = lenght of the polar axis, größte Länge
LED = largest equatorial diameter, größte Breite
ISI = isopolarity index, Längen/Breiten-Verhältnis, LPA/LED x 100
AND = anisopolarity distance, Abstand der größten Breite vom Gipfel
ANI = anisopolarity index, Index für die relative Lage der größten Breite, AND/LPA x 100
NC = number of convolutions, Anzahl seitlich sichtbarer Windungen
ECD = equatorial cell diameter, Durchmesser der Spiralzellen etwa auf halber Höhe
CDI = cell diameter index, Index für die relative Breite der Spiralzellen, ECD/LPA x 1000

Bei bilateralsymmetrischen Utriculi:

LED1 = größte Breite parallel zur Symmetrieebene (lateral)
LED2 = größte Breite senkrecht zur Symmetrieebene (axial)
ISI1 = relative Breite der Lateralfläche, LPA/LED1 x 100
ISI2 = relative Breite senkrecht dazu, LPA/LED2 x 100
LCI = lateral compression index, Index für seitliche Abflachung LED1/LED2 x 100

Hinter den Minimal- und Maximalwerten ist jeweils das arithmetische Mittel aufgeführt. Bei der Beschreibung der ISI- und ANI-Werte wird die Terminologie von HORN AF RANTZIEN (1956) angewandt.

# 5. Die Charophyten

Abteilung Charophyta MIGULA 1890
Klasse Charophyceae G. M. SMITH 1938
Ordnung Charales LINDLEY 1836
Familie Porocharaceae GRAMBAST 1962
Unterfamilie Stellatocharoideae GRAMBAST 1962

Gattung *Stellatochara* HORN AF RANTZIEN 1954
(= *Maslovichara* SAIDAKOVSKY 1962, S. 1143)

*Stellatochara nehdenensis* n.sp.
(Taf. 1, Fig. 1-4)

1973 *Clavator* sp. – NEAGU & GEORGESCU-DONOS, S. 175-177, Taf. 1, Fig. 1-3, Text.-Fig. 4
1987 *Stellatochara* aff. *reyi* GRAMBAST-FESSARD – SCHUDACK, S. 130-132, Taf. 4, Fig. 15-18, Abb. 85.

Typen: Holotyp (Taf. 1, Fig. 1, 2), MS 300-H. Paratypen (Taf. 1, Fig. 3, 4), MS 300-P. Sammlung M. Schudack, Ruhr-Universität Bochum, BRD.
Locus typicus: Die Karstfüllung SW Nehden bei Brilon (NE-Sauerland).
Stratum typicum: Barrêmium, Unterkreide.
Derivatio nominis: Nach der Typlokalität Nehden.
Stratigraphische Verbreitung: Barrêmium, Unterkreide.
Geographische Verbreitung: Deutschland, Rumänien, Spanien.

Diagnose: Eine Art mit den Merkmalen der Gattung *Stellatochara* und meist auch leicht verlängerter Basis, mit schwach welligen Suturen und unten aufgeführter Variationsbreite.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Variation: | LPA | 490-640µ | 560,0µ |
| | LED | 370-520µ | 432,9µ |
| | ISI | 123-135 | 129,2 |
| | AND | 240-340µ | 284,3µ |

| | | |
|---|---|---|
| ANI | 46-53 | 50,4 |
| NC | 10-12 | 11,0 |
| ECD | 45-70µ | 57,2µ |
| CDI | 90-118 | 101,0 |

Beschreibung: Mittelgroße, bauchige Gyrogonite von subprolat-ellipsoidaler Form. Gipfel ausgezogen zu einem zum Top hin stark verjüngten Hals mit 100-150µ, im Einzelfall 200µ breiter Gipfelplatte. Basis meist ebenfalls deutlich verlängert, jedoch nicht so lang wie der Gipfel, nur im Einzelfall stärker abgerundet. Bei mehreren Stücken in Lateralsicht kaum ein Unterschied zwischen Gipfel und Basis, so daß die Orientierung schwierig sein kann. Spiralzellen konvex oder glatt, vereinzelt ähnlich der von GRAMBAST-FESSARD (1980 b) für *Stellatochara reyi* beschriebenen Ausbildung mit zentralem konvexen Bereich, je einer seitlichen schmalen Rinne und interzellulärer Rippe. Suturen schwach wellig. Apikal- und Basalpore 70-125µ im Durchmesser, abgerundet pentagonal oder rundlich bis rosettenförmig. Basalplatte unbekannt.

Differentialdiagnose: Von der neuen Art unterscheidet sich *Stellatochara reyi* GRAMBAST-FESSARD (Barrêmium – Aptium) durch die stets abgerundete Basis und die sehr kleine Basalpore. Die meisten im gleichen Größenbereich liegenden triadischen Arten der Gattung weisen einen schlankeren Hals oder gar maslovicharoiden Gipfel auf. Andere sind schlanker und zeigen schmalere Spiralzellen *(S.dnjeproviformis* SAIDAKOVSKY), eine spitzere Basis *(S. fusiformis* WANG Z.), spitzen Gipfel *(S.zhongshanensis* HUANG) oder sind kugeliger *(S.subsphaerica* KOZUR & REINHARDT). Am ähnlichsten ist *S. sellingii* HORN AF RANTZIEN, besitzt jedoch andere Mikrostrukturen (s. Bemerkungen und SCHUDACK 1987: S. 131). Ob *Tolypella canellata* f. *rostrata* MÄDLER (Kimmeridgium) wirklich zu *Stellatochara* gehört, wie von FEIST & GRAMBAST-FESSARD (1982) vermutet, werden Untersuchungen am Originalmaterial zu MÄDLER (1952), die vom Autor begonnen wurden, erweisen. Die Art ist jedenfalls deutlich kleiner, die Zahl der seitlich sichtbaren Windungen ist viel geringer als bei *S. nehdenensis* n.sp.

Bemerkungen: Die geringe Anzahl von nur 7 Gyrogoniten ist sicherlich zur Diagnose einer neuen Spezies ungeeignet. Praktisch identische Gyrogonite wurden jedoch bereits von NEAGU & GEORGESCU-DONOS (1973) aus Rumänien (ca. 50 Individuen) und von SCHUDACK (1987) aus Nordspanien (170 Individuen) beschrieben, und zwar in beiden Fällen aus barrêmischen Schichten. Nach dem Neufund dieser Formen im Barrêmium von Nehden scheint es sich hierbei doch um eine morphologisch stabile, zeitgleich europaweit verbreitete Gruppe zu handeln, welche die Erhebung zu einer eigenen Art rechtfertigt. Hierbei wurden die Ergebnisse aus Spanien miteinbezogen. Bei dieser umfangreicheren Population tritt jedoch gelegentlich auch eine stärker abgerundete Basis mit kleinerer Basalpore auf.

De facto wird es sich bei der Art wahrscheinlich wohl nicht um eine echte *Stellatochara* handeln, sondern vielmehr um Gyrogonite von Clavatoraceen (vgl. GRAMBAST-FESSARD 1980b, SCHUDACK 1987), deren Utriculi nicht verkalkt oder abgefallen/aberodiert sind. Reste des Utriculum finden sich jedoch nicht.

Vorkommen: Nach NEAGU & GEORGESCU-DONOS (1973) als *Clavator* sp. (s.o.) im Barrêmium von Rumänien sowie nach SCHUDACK (1987) als *Stellatochara* aff. *reyi* GRAMBAST-FESSARD (s.o.) im Unter-Barrêmium von Nordspanien.

Material: Aus Nehden 7 Gyrogonite. Dazu kommen 170 Gyrogonite aus einer Population von Mambrillas (Sierra de los Cameros, Nordspanien, Barrêmium), siehe Bemerkungen.

*Stellatochara* sp.
(Taf. 1, Fig. 5)

Zwei Einzelstücke, deren Merkmale denen der Gattung *Stellatochara* entsprechen, die jedoch aufgrund der Stückzahl und der schlechten Erhaltung nicht näher zugeordnet werden können. Eines der Individuen (Taf. 1, Fig. 5) liegt in Kieserhaltung vor und zeigt einen fast schon „maslovicharoiden" Gipfel. Bei dem anderen, ähnlich *Stellatochara nehdenensis* n.sp., jedoch wesentlich kleiner, sind die Spiralzellen verkalkt.

Familie Clavatoraceae PIA 1927

Unterfamilie Atopocharoideae PECK emend. GRAMBAST 1969

Gattung *Perimneste* HARRIS 1939

*Perimneste vidua* GRAMBAST 1967
(Taf. 1, Fig. 6-12, Abb. 4)

*1967 *Perimneste vidua* n.sp. – GRAMBAST, S. 584, Taf. 2, Fig. 8-10, Taf. 4, Fig. 19, 20
1968 *Perimneste vidua* GRAMBAST – GRAMBAST, S. 7, Taf. 1, Fig. 6-9, Taf. 3, Fig. 18.
1983 *Perimneste horrida* HARRIS – KAMPMANN, S. 56, Taf. 19, Abb. 16.

Beschreibung: Sehr große, fast kugelige Utriculi von 1200-1710µ, meist etwa 1300-1600µ (Abb. 4), größtem Durchmesser (arithmetisches Mittel von 95 Individuen: 1407,2µ). Gyrogonit nicht mineralisiert. Utriculum meist relativ stark verkalkt, z.T. verkieselt, einlagig, von triradiater Symmetrie. Jede Symmetrieeinheit beginnt an der Basalpore mit einer sehr kurzen Primärzelle (P) von 100-150µ Durchmesser und 50-150, selten 200µ Länge. Von dieser gehen drei Sekundärzellen aus, deren rechte (A) sich an der Spitze in zwei Tertiärzellen gabelt (a1, a2), die sogenannte „Antheridien-tragende Gabelung" (Taf. 1, Fig. 8, 9). Die mittlere (B) und linke (C) Sekundärzelle tragen je drei Tertiärzellen, deren jeweils rechte (b1, c1) sehr kurz bleibt, während die mittlere (b2, c2) und linke (b3, c3) bis zum Apex hinaufziehen. Bei schwacher Verkalkung sind all diese Zellen konkav ausgebildet, die Struktur ist dann gut erkennbar.

Bei starker Verkalkung (hier meist der Fall) bietet die Außenseite des Utriculum jedoch ein eher unscheinbares, fast homogenes Bild (Taf. 1, Fig. 7, oberer Teil). Stellenweise treten Zellen an die Oberfläche. In Apikalsicht sind dann jedoch die Enden der rundum verkalkten, langen Tertiärzellen (b2, b3, c2, c3) gut erkennbar. Diese stehen nicht selten in Dreiergruppen zusammen, d.h. eine der vier Zellen kann etwas kürzer bleiben (Taf. 1, Fig. 11).

Basalpore rundlich, 100-150µ breit. Apikalpore an der Außenseite immer deutlich pentagonal und 250-300µ, innen eher rundlich und 150-220µ im Durchmesser, also zum Inneren verjüngt (v.a. bei stark verkalkten Stücken, Taf. 1, Fig. 11, 12). Antheridieneindrücke nicht identifizierbar, sie scheinen zu fehlen. Adaxial (vgl. Kap. 4) kann in der unteren Hälfte eine langestreckte, konkave Zelle aufgewachsen sein, die bereits zum eigentlichen Blättchen überleitet (Taf. 1, Fig. 7).

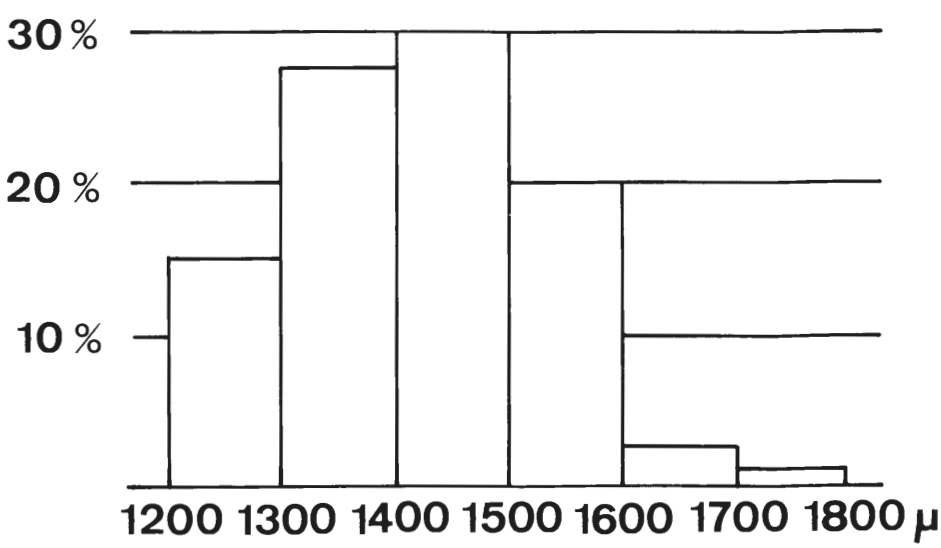



Abb. 4: *Perimneste vidua* GRAMBAST. Variationsbreite des maximalen Durchmessers von 95 Utriculi.

Vergleich: Durch noch vorhandene Primärzellen und Antheridien-tragende Gabelungen ist die Gattung eindeutig im Vergleich zu *Atopochara* PECK definiert. Von *Perimneste horrida* HARRIS und *P. micranda* GRAMBAST unterscheidet sich die vorliegende Art aufgrund der sehr kurzen Primärzellen und der nicht mehr vorhandenen Gabelungen auf b1 und c1. *P. vidua* GRAMBAST und *P. ancora* GRAMBAST unterscheiden sich strukturell jedoch kaum. Nach GRAMBAST (1967, 1968) ist *P. vidua* allerdings deutlich größer, meist stärker verkalkt, die Antheridieneindrücke, wenn vorhanden, nur noch runde Markierungen ohne erkennbare Skulptur.

Bemerkungen: Vergleicht man *Perimneste ancora* und *P. vidua* ohne Berücksichtigung der Antheridieneindrücke (die ja auch ganz fehlen können !), bleibt eigentlich als Artunterscheidungskriterium nur die (nach GRAMBAST) geringere Größe von *P. ancora*, da man den Verkalkungsgrad, der auch bei *P. vidua*

gering sein kann, besser nicht heranziehen sollte. Nach MARTIN-CLOSAS (mndl.) könnte es sich bei den beiden Arten um Synonyme handeln, um unterschiedlich verkalkte Formen der gleichen Art. Es verbleibt jedoch die Tatsache des Größenunterschiedes, der bei allen bisherigen Beschreibungen der beiden Arten (GRAMBAST 1967, 1968, 1974, BRENNER 1976, MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD 1986, SCHUDACK 1987 sowie vorliegende Arbeit) signifikant ist. Inwiefern dieser wirklich artspezifisch ist, werden weitere Untersuchungen erweisen.

Vorkommen: GRAMBAST (1967, 1968) beschreibt *P. vidua* aus dem Barrêmium von Spanien. In seiner Biozonenfolge für die nichtmarine Unterkreide (GRAMBAST 1974) beschränkt er die Art auf das Unter-Barrêmium. Auch CANEROT (1979, 1982) führt *P. vidua* im Barrêmium Spaniens auf.

Material: 95 Utriculi aus einer Population.

## Gattung *Atopochara* PECK 1938 emend. PECK 1941

### *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST 1968
(Taf. 2, Fig. 1-5)

partim 1967 *Atopochara trivolvis* PECK – GRAMBAST, Taf. 3, Abb. 13, 14, 16.
*1968 *Atopochara trivolvis* subsp. *triquetra* subsp.nov. – GRAMBAST, S. 9, Taf. 2, Fig. 12, 13, Taf. 3, Fig. 14, 15, 20.
1971 *Atopochara trivolvis* aff. *triquetra* GRAMBAST 1968 – MUSACCHIO, S. 26-27, Taf. 1, Fig. 11-13, Taf. 2, Fig. 14-16.
?1973 *Atopochara trivolvis* PECK 1938 – NEAGU & GEORGESCU-DONOS, S. 173-175, Taf. 1, Fig. 9-12, Text-Fig. 2.
1976 *Atopochara trivolvis* PECK, 1938 – BRENNER, S. 124-125, Taf. 4, Fig. 9-14.
1978 *Atopochara trivolvis* aff. *triquetra* GRAMBAST 1968 – MUSACCHIO, Taf. 3, Fig. 3.
1981 *Atopochara trivolvis* PECK *triquetra* GRAMBAST – MUSACCHIO, Fig. 9.
1982 *Atopochara trivolvis triquetra* L. GRAMBAST – WANG Z. & LU, S. 94, Taf. 2, Fig. 9-13.
?1982 *Atopochara trivolvis* PECK, 1938 ssp. – FEIST in HUCKRIEDE, S. 187, Taf. 6, Fig. 4.
partim 1983 *Clypeator europaeus* GRAMBAST – KAMPMANN, Taf. 18, Fig. 1a.
1986 *Atopochara trivolvis* subsp. *triquetra* GRAMBAST, 1968 – MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD, S. 38-41, Taf. 8, Fig. 7-12, Text.-Fig. 8.
1987 *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST 1968 – SCHUDACK, S. 135-136, Taf. 6, Fig. 1-4, Abb. 89.

Beschreibung: Einlagige Utriculi mit triradiater Symmetrie. Jede Symmetrieeinheit beginnt an der Basalpore mit drei Sekundärzellen (A, B, C), deren mittlere (B) am weitesten hinaufzieht. Über der rechten (A) stehen drei kurze Tertiärzellen, deren mittlere (a2) nach der Beschreibung von GRAMBAST (1968) gelegentlich noch ihren Ursprung als Antheridieneindruck durch deutliche Skulpturierung aufzeigt, was beim vorliegenden Material jedoch nicht der Fall ist. Über den anderen Sekundärzellen (B, C) stehen jeweils eine kurze rechte (b1, c1) und zwei weitere lange Zellen (b2, b3, c2, c3), welche bis in den Gipfelbereich hinaufziehen.

Gyrogonit nicht mineralisiert. Utricelzellen immer konkav, aber nicht sehr stark kondensiert. Basalpore rundlich, seltener abgerundet pentagonal, 80-120µ im Durchmesser. Apikalpore immer pentagonal, 80-150µ durchmessend, z.T. wie bei *Perimneste vidua* GRAMBAST (s.o.) zum Inneren verjüngt. Die Zelle a2 ist häufig +/– über dem Niveau der anderen Zellen aufgesetzt, so daß das Utriculum die für die Unterart typische dreieckige (bis sechseckige) oder zerlappte Umrißform in Axialsicht erhält (Taf. 2, Fig. 2-5).

Einige Stücke sind so stark verkiest, daß ihre Struktur nur noch schemenhaft erhalten ist, die Oberfläche fast glatt erscheint. Eine weitere Unterteilung in primitive, typische und fortgeschrittene Formen (vgl. MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD 1986) war wegen der geringen Stückzahl nicht sinnvoll.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Variation: | LPA | 720-900µ | 799,2µ |
| | LED | 700-940µ | 794,6µ |
| | ISI | 89-113 | 102,5 |

Vergleich: Die anderen Arten der Gattung *Atopochara* PECK sowie die Unterart *A. trivolvis trivolvis* GRAMBAST zeigen einen wesentlich rundlicheren Umriß in Axialsicht. Den jüngeren Arten fehlt darüberhinaus die Tertiärzelle a2, und es tritt eine stärkere Kondensation sowie Linksdrehung der Zellen auf.

Vorkommen: Nach Beschreibung von GRAMBAST (1967, 1968, 1974), MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD (1986) und SCHUDACK (1987) im Barrêmium von Spanien sowie nach MUSACCHIO (1971, 1978, 1981) im Barrêmium von Argentinien. Auch die Formen von BRENNER (1976) aus Spanien und

von NEAGU & GEORGESCU-DONOS (1973) aus Rumänien, die wohl ebenfalls der Unterart *triquetra* angehören, entstammen dem Barrêmium. Im Gegensatz dazu führen CANEROT (1979, 1982), VILAS et al. (1982) und GRABNER (1975) die Unterart aus dem Hauterivium (bzw. Ober-Hauterivium) bis Unter-Barrêmium von Spanien auf. WANG Z. & LU (1982) beschrieben *A. trivolvis triquetra* aus dem Ober-Barrêmium von China.

Material: 15 Utriculi aus mehreren Proben.

### Unterfamilie Clavatoroideae PIA emend. GRAMBAST 1969

### Gattung *Clypeator* GRAMBAST 1962 emend. GRAMBAST 1970

Die Entwicklungsreihe der Gattungen *Flabellochara/Clypeator,* von GRAMBAST (1974) für die Unterkreide ausgearbeitet, wurde unlängst durch MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD (1986) reinterpretiert. Die Autoren schlagen gegenüber GRAMBAST abweichende Homologien der basalen und zentralen Zellen der Lateralflächen des Utriculum vor. Ihre Aussagen decken sich jedoch nur zum Teil mit eigenen Untersuchungen (SCHUDACK 1987) zum Übergang von *Flabellochara grovesi* (HARRIS) GRAMBAST in *Clypeator zongjiangensis* WANG Z. & LU. Zu dieser Thematik werden zur Zeit weitere Untersuchungen an spanischem und deutschem Material (auch Nehden) durchgeführt und demnächst publiziert.

### *Clypeator jiuquanensis* (WANG S. 1965) GRAMBAST 1970
(Taf. 2, Fig. 6-13, Abb. 3)

*1965 *Perimneste jiuquanensis* sp.nov. – WANG S., S. 476, 487-488, Taf. 1, Fig. 1-12.
1970 *Clypeator jiuquanensis* (WANG SHUI) nov.comb. – GRAMBAST, S. 1967.
1973 *Clypeator europaeus* MÄDLER n.sp. – MÄDLER in NEAGU & GEORGESCU-DONOS, S. 178, Taf. 1, Fig. 7-8, Taf. 2, Fig. 1-9, Text-Fig. 5 + 6.
1974 *Clypeator reyi* GRAMBAST – GRAMBAST, S. 474, Fig. 7-5.
1980 *Clypeator europaeus* MÄDLER – GRAMBAST-FESSARD, S. 37-39, Taf. 1, Fig. 1-9, Taf. 3, Fig. 2, Text-Fig. 1 + 2.
1982 *Clypeator jiuquanensis* (S. WANG) L. GRAMBAST – WANG Z. & LU, S. 97, Taf. 3, Fig. 7-10.
1982 *Clypeator europaeus* MÄDLER, 1973 – FEIST in HUCKRIEDE, S. 187, Taf. 6, Fig. 3a + b.
1983 *Clypeator europaeus* GRAMBAST – KAMPMANN, S. 54, Taf. 18, Fig. 1b-e, partim Fig. 1a.
non partim 1983 *Clypeator europaeus* GRAMBAST – KAMPMANN, Taf. 18, Fig. 1a.

Beschreibung: Bilateralsymmetrische Utriculi, deren Lateralflächen zu zwei ausgeprägten seitlichen Spornen ausgezogen sind. Dadurch bedingt starke axiale Kompression (LED1 << LED2). Von der ca. 80-120µ breiten, rundlichen Basalpore gehen zwei Internkanäle aus, die sich schräg nach oben in die beiden seitlichen Sporne hinaufziehen und dort in der Mitte in den beiden Lateralporen wieder austreten. Dadurch ergibt sich ein häufig leicht nach oben gerichtetes Bild dieser Sporne. Die Lateralporen liegen jeweils in kleinen Vertiefungen, sind 20-80µ breit und von rundlicher oder rechteckiger Form (Taf. 2, Fig. 12).

Um diese Poren herum sind sternförmig 12-14 sich nach außen verbreiternde, gerade oder fast gerade gestreckte Radialzellen angeordnet. Sie bedecken die gesamte Lateralfläche des Utriculum, Basalzellen fehlen (Taf. 2, Fig. 9, 11). Die Radialzellen beider Lateralflächen treffen sich an der Axialseite (dorsal im Sinne von GRAMBAST-FESSARD 1980b = abaxial im Sinne von GRAMBAST 1970, vgl. Kap. 4) an einer zickzackförmigen Linie (Taf. 2, Fig. 8), die nur im alleruntersten Bereich noch von einer ca. 80-100µ breiten, maximal 200µ langen, von der Basalpore ausgehenden Medianzelle unterbrochen wird. Diese Seite (abaxial) ist relativ abgeplattet (vgl. Apikalsicht, Taf. 2, Fig. 7).

Auf der gegenüberliegenden Axialseite (ventral, adaxial) schalten sich zwischen die Radialzellen der Lateralflächen, ebenfalls von der Basalpore ausgehend, drei gerade gestreckte, bis 150µ breite Langzellen, deren mittlere am weitesten, fast bis zum Gipfel, deren äußere beiden jedoch nur etwa bis zur halben Höhe hinaufreichen. Diese Seite bildet häufig, in Axialsicht erkennbar (Taf. 2, Fig. 7), eine deutliche Ausbuchtung, so daß das Utriculum im Einzelfall dreieckig wirkt (vgl. Gattung *Triclypella* GRAMBAST).

Apikal- und Basalpore jeweils abgerundet bis deutlich pentagonal (Taf. 2, Fig. 13), 100-130µ im Durchmesser. Die Utriculi liegen bis auf wenige verkieste Stücke in reiner Calcit-Erhaltung vor. Sie sind von innen hohl, die internen Wandbereiche jedoch so stark rekristallisiert, daß keine Strukturen etwa von Knotenschicht (1. Utricellage) oder gar Gyrogonit mehr erkennbar sind.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Variation: | LPA | 615-880µ | 776,3µ |
| | LED1 | 630-860µ | 731,9µ |
| | LED2 | 690-1125µ | 917,3µ |
| | ISI1 | 95-115 | 106,3 |
| | ISI2 | 81-101 | 86,8 |
| | LCI | 66-93 | 80,8 |

Bemerkungen: Schon GRAMBAST-FESSARD (1980b) stellt die große Ähnlichkeit von *Clypeator europaeus* MÄDLER mit *Clypeator jiuquanensis* (WANG S.) GRAMBAST fest. Erst WANG Z. & LU (1982) schlagen nach Neubeschreibungen von *C. jiuquanensis* jedoch die Synonymie von *C. europaeus* mit der chinesischen Art vor. Dies bestätigt sich beim Nehdener Material, obwohl die Utriculi etwas größer sind als bei MÄDLER (in NEAGU & GEORGESCU-DONOS 1973) und GRAMBAST-FESSARD (1980b). *Clypeator reyi* GRAMBAST (in GRAMBAST 1974) wurde nie gültig beschrieben und ist – über *C. europaeus* MÄDLER – ebenfalls ein jüngeres Synonym zu *C. jiuquanensis.*

Vergleich: Die älteren Arten *C. zongjiangensis* WANG Z. & LU, *C. gautieri* GRAMBAST und *C. combei* GRAMBAST unterscheiden sich von *Clypeator jiuquanensis* (WANG S.) GRAMBAST durch noch vorhandene Basalzellen auf den Lateralflächen. Bei den jüngeren Arten *C. corrugatus* (PECK) GRAMBAST, *C. caperatus* GRAMBAST-FESSARD und *C. lusitanicus* GRAMBAST-FESSARD sind die Radialzellen eingekrümmt, S-förmig oder gar wellig verbogen. *C. ovatus* SHAIKIN und *C. discordis* SHAIKIN weisen, neben anderen abweichenden Merkmalen, eine wesentlich geringere Anzahl von Radialzellen auf.

Vorkommen: WANG S. (1965) beschreibt die Art aus der oberen Chijinbao-Formation von China, die damals in den Oberjura eingestuft wurde. Bereits GRAMBAST (1970) nimmt jedoch eher ein Unterkreide-Alter der Fundschichten an, etwa Hauterivium bis Barrêmium. Dies bestätigen WANG Z. & LU (1982), die *C. jiuquanensis* zusammen mit *Perimneste ancora* GRAMBAST als Zonenfossil für das kontinentale Hauterivium bis Unter-Barrêmium Chinas aufführen. Für den europäischen Raum wird die Art (als *C. europaeus*) aus dem Ober-Barrêmium oder Unter-Aptium von Portugal (GRAMBAST 1974, GRAMBAST-FESSARD 1980b) bzw. dem Barrêmium von Rumänien (MÄDLER in NEAGU & GEORGESCU-DONOS 1973) beschrieben, neuerdings auch aus der Karsthöhlenfüllung von Nehden (FEIST in HUCKRIEDE 1982, KAMPMANN 1983a). Es ergibt sich somit, weltweit gesehen, eine zeitliche Gesamtverbreitung vom Hauterivium bis zum Barrêmium (? Unter-Aptium).

Material: 27 Utriculi, wegen unterschiedlicher Diagenese und Erhaltung vermutlich aus verschiedenen Populationen.

## Gattung *Nodosoclavator* MASLOW 1961 ex MASLOV 1963

### ? *Nodosoclavator* sp.
(Taf. 3, Fig. 1-3)

In Kieserhaltung und fast ohne erkennbare Strukturen liegen zwei Stücke vor, die mit ihrer etwa kugeligen Form und dem kurzen, dicken Halsfortsatz stark an *Globator trochiliscoides* GRAMBAST erinnern, einer ebenfalls im Barrêmium verbreiteten Art. Ein Anschliff eines der beiden Stücke zeigt jedoch, daß innerhalb einer strukturlosen äußeren Schicht ein Gyrogonit mit Ringstruktur der Spiralzellen (vgl. SCHUDACK 1987) vorliegt, was bei der Unterfamilie der Atopocharoideae nicht vorkommt. Bei einem Individuum sind an der Unterseite rosettenförmig 5 Abdrücke oder Zellendigungen um die pentagonale Basalpore herum angeordnet (Taf. 3, Fig. 3). Bei dem anderen (Taf. 3, Fig. 1) ist in Lateralsicht eine kaum erhaltene spiralige Struktur mit schwachen Knoten erkennbar, deshalb werden diese Stücke hier mit Vorbehalt zur Gattung *Nodosoclavator* MASLOV gestellt. Hierbei soll, wie oft bei dieser Gattung, nicht ausgeschlossen werden, daß es sich tatsächlich um nicht vollständig mineralisierte, aberodierte oder gar in ihrer Entwicklung reduzierte Utriculi einer anderen, besser definierten Gattung handelt.

## Familie Characeae RICHARD ex. C. AGARDH 1824

Eine Besonderheit der Charophytenflora von Nehden stellt das umfangreiche Material an Characeen-Oosporangien (-Gyrogoniten) in organischer Erhaltung dar. Solche Funde wurden bisher aus prätertiären Sedimenten nur vereinzelt und in schlechterer Erhaltung beschrieben: von SEWARD (1894) und WATSON (1969) aus dem englischen, von DIJKSTRA (1959) aus dem niederländischen Wealden sowie von HORN

AF RANTZIEN (1957) aus dem indischen Oberjura. HORN AF RANTZIEN und WATSON untersuchten hierbei auch die Struktur der abaxialen Seite des Ectosporostins. Für die Fundstelle bei Nehden erwähnt HUCKRIEDE (1982) einige „kalkfreie Nüßchen". KAMPMANN (1983a: Taf. 20) bildet solche Stücke nicht ganz zutreffend als „Oogonium einer Porocharaceae" ab.

Bei dem Nehdener Material sind auch die Mikrostrukturen, insbesondere der Lagenbau des Oosporangiums (Sporin, Sporostin, Spiralzellen-Membran, Spiralzellen-Füllung usw.), hervorragend erhalten. Hierbei zeigen sich gegenüber den Untersuchungen von HORN AF RANTZIEN (1959), DYCK (1970) und SOULIE-MÄRSCHE (1979) zum Wandbau rezenter Oosporangien abweichende Details, etwa ein Ersatz des Calcins durch eine dunkle, stabile, organische Substanz, welche rezent unbekannt ist und möglicherweise eine höhere taxonomische Bedeutung hat. Diese organischen Mikrostrukturen werden zur Zeit noch in Zusammenarbeit mit K. GOTH und V. WILDE (Senckenberg) speziell untersucht. Für den weiteren Verlauf sind auch eigene Vergleiche mit rezentem Material, lichtoptische und transmissionselektronenmikroskopische Untersuchungen an Feinschnitten sowie vergleichende biochemische Analysen geplant. Hierbei sollen unter anderem mögliche systematisch/phylogenetische Aspekte der vorliegenden Unterkreide-Characeen angesprochen werden.

Für die vorliegende Arbeit werden die Oosporangien (bzw. Gyrogonite, vgl. Kap. 4) taxonomisch so behandelt, als seien die Spiralzellen verkalkt. Dies ist insofern bis zu einer möglichen späteren höheren systematischen Bewertung der organischen Spiralzellen-Füllung (s.o.) statthaft, als letztlich die gleichen Kriterien angewandt werden. Tatsächlich ergeben sich auch z.T. Übereinstimmungen mit bereits aus der Bearbeitung verkalkter Gyrogonite bekannten Taxa.

## Unterfamilie Charoideae (LEONHARDI 1863) ROBINSON 1906

### Gattung *Peckisphaera* GRAMBAST 1962
### (= *Circonitella* WATSON 1969)

Bemerkungen: Für nichtverkalkte, cutinisierte, im Querschnitt rundliche (i.G. zu *Nitella* AGARDH) Oosporangien ohne basalen „Käfig" aus dem englischen Wealden wurde von WATSON (1969) die Gattung *Circonitella* aufgestellt (Typusart *Circonitella knowltoni* (SEWARD 1894) WATSON 1969 = *Chara knowltoni* SEWARD 1894). Hier liegen m.E. folgende Argumentationsfehler vor:

1. Durch die Endung „*-nitella*" wird die Gattung in die Verwandtschaft von *Nitella* gestellt, wohl aufgrund der Tatsache, daß die Oosporangien von *Nitella* nie verkalken. Diese rezente Gattung weist jedoch eine mehrteilige Basalplatte auf, *Circonitella* eine einteilige.

2. Auch bei der Unterfamilie Charoideae gibt es rezente Arten, bei denen die Spiralzellen niemals verkalken, und auch Arten, die zwar meist verkalken, bei Standorten in saureren Wässern jedoch nicht. Darüberhinaus gibt es auch in der Ontogenie der einzelnen Individuen Stadien selbst nach der Befruchtung, bei denen eine Verkalkung noch nicht eingetreten ist. All diese Möglichkeiten können im fossilen Fall theoretisch vorliegen.

Konsequenterweise sollte deshalb die vielleicht eher zufällige Verkalkung oder Nichtverkalkung eines Oosporangiums nicht als taxonomisches Merkmal herangezogen werden. Die Gattung *Circonitella* WATSON ist nach allen äußeren Kennzeichen (Form, Größe, Gipfelbau, Lage der Basalplatte, vgl. FEIST & GRAMBAST-FESSARD 1982) ein jüngeres Synonym zu *Peckisphaera* GRAMBAST. Ihre Typusart gehört somit ebenfalls zu *Peckisphaera:*

*Peckisphaera knowltoni* (SEWARD 1894) n.comb. = *Chara knowltoni* SEWARD 1894, S. 13, Text.-Fig. 1.

### *Peckisphaera verticillata* (PECK 1937) GRAMBAST 1962
### (Taf. 3, Fig. 4-9, Abb. 5)

*1937 *Chara verticillata* PECK, n.sp. – PECK, S. 84-85, Taf. 14, Fig. 30-33.
1957 *Sphaerochara verticillata* (PECK) – PECK, S. 36, Taf. 7, Fig. 1-12.
1962 *Peckisphaera verticillata* (PECK) nov.comb. – GRAMBAST, S. 78.
1964 *Sphaerochara verticillata* (PECK) – JOHNSON, Taf. 30., Fig. 1-11.
1970 *Sphaerochara verticillata* (PECK, 1937) PECK, 1957 – KARCZEWSKA & ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, S. 136-137, Taf. 31, Fig. 5, Text.-Fig. 9.
1987 *Peckisphaera verticillata* (PECK 1937) GRAMBAST 1962 – SCHUDACK, S. 159, Taf. 9, Fig. 18-20.

Beschreibung: Nicht verkalkte, schwarze Oosporangien von meist prolat sphäroidaler, untergeordnet prolater oder oblat sphäroidaler sowie ellipsoidaler Form mit der größte Breite fast immer etwas oberhalb der Mitte. Gipfel abgerundet, Basis im Bereich der Basalplatte oft etwas abgeplattet. Spiralzellen meist glatt, selten schwach konkav oder gefurcht, mit dichter organischer Substanz in unterschiedlichem Maße gefüllt, am Gipfel nicht auffällig modifiziert. Spiralzellen-Membrane in den Suturen oft noch erhalten, z.T. zweiteilig. Basalplatte 60-70µ im Durchmesser, in einer Ebene mit der Außenlinie der Oosporangien abschließend, außen pentagonal und etwas nach innen gewölbt, innen eher rundlich bis abgerundet pentagonal (Taf. 3, Abb. 9).

| Variation: | | | |
|---|---|---|---|
| | LPA | 330-490µ | 420,8µ |
| | LED | 300-455µ | 386,3µ |
| | ISI | 97-132 | 108,7 |
| | AND | 135-250µ | 206,7µ |
| | ANI | 38-55 | 48,6 |
| | NC | 11-14 | 12,7 |
| | ECD | 30-50µ | 40,9µ |
| | CDI | 76-115 | 96,8 |

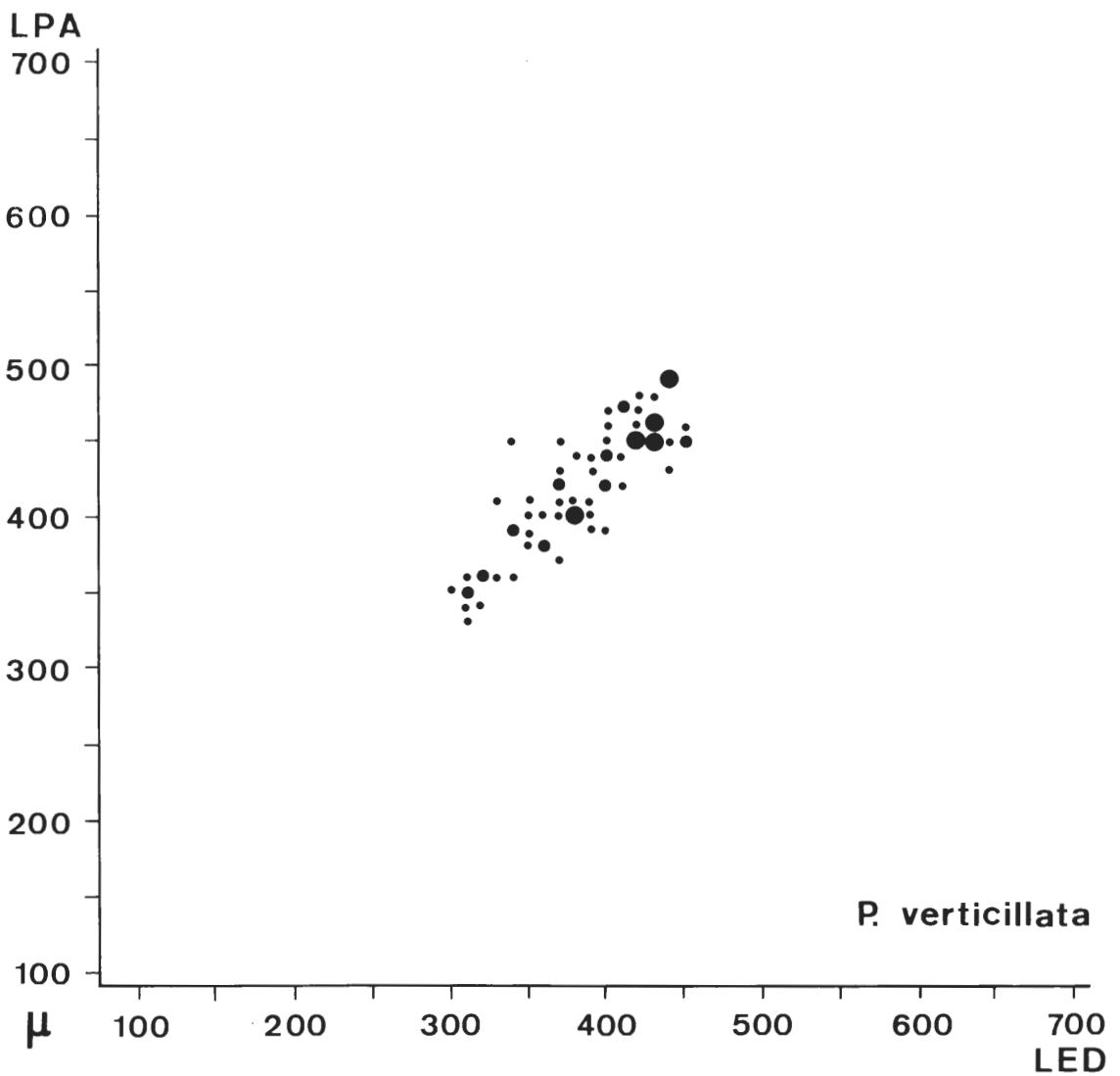



Abb. 5: *Peckisphaera verticillata* (PECK) GRAMBAST.
LPA/LED-Verteilungsdiagramm von 73 Oosporangien.
Die kleinen Punkte repräsentieren einzelne, die mittleren zweifache, die dickeren häufiger angetroffene Wertepaare.

Vergleich: *Peckisphaera knowltoni* (SEWARD) n.comb. ist, wie auch *P. revesti* FEIST und *P. portezueloensis* MUSACCHIO, im Schnitt wesentlich größer und weist darüberhinaus eine gerundete Basalplatte sowie eine mehr in der Mitte liegende größte Breite auf. *P. portezueloensis* und *P. asema* GRAMBAST & LORCH zeigen weniger seitlich sichtbare sowie breitere Windungen. *P.* (?) *glypta* (PECK) FEIST & GRAMBAST-FESSARD scheint recht ähnlich, ihre Diagnose beruht jedoch nur auf drei schlecht erhaltenen Individuen (PECK 1957), so daß noch nicht einmal die Zugehörigkeit zur Familie gesichert ist.

Bei der hier vorliegenden Population ist die Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen generell etwas höher als in den bisherigen Beschreibungen von *P. verticillata*. Die Aufstellung einer eigenen Art scheint mir dadurch jedoch noch nicht gerechtfertigt. Zum Vergleich mit *Peckisphaerea kampmanni* n.sp. siehe dort.

Vorkommen: Nach PECK (1937, 1957) im Kimmeridigum bis Aptium von Nordamerika, nach KARCZEWSKA & ZIEMBINSKA-TWORZYDLO (1970) in der Oberkreide der Mongolei sowie nach SCHUDACK (1987) im Barrêmium von Spanien.

Material: 73 Oosporangien aus mehreren Populationen.

## *Peckisphaera kampmanni* n.sp.
(Taf. 4, Fig. 1-10, Abb. 6)

Typen: Holotyp (Taf. 4, Fig. 1, 2, 6, 8, 10), MS 301-H. Paratypen (Taf. 1, Fig. 3-5), MS 301-P. Sammlung M. Schudack, Ruhr-Universität Bochum, BRD.
Locus typicus: Die Karstfüllung SW Nehden bei Brilon (NE-Sauerland).
Stratum typicum: Barrêmium, Unterkreide.
Derivatio nominis: Zu Ehren von Herrn Dr. H. KAMPMANN (Bredelar), von dem der Großteil des hier beschriebenen Charophytenmaterials stammt.
Stratigraphische Verbreitung: Barrêmium, Unterkreide.
Geographische Verbreitung: Deutschland.

Diagnose: Eine Art mit den Merkmalen der Gattung *Peckisphaera*, auffallend zahlreichen seitlich sichtbaren Windungen, gelegentlicher schwacher apikaler Zuspitzung und unten aufgeführter Variationsbreite.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Variation: | LPA | 270-610µ | 438,4µ |
| | LED | 235-570µ | 399,1µ |
| | ISI | 101-116 | 109,5 |
| | AND | 130-300µ | 223,1µ |
| | ANI | 47-57 | 50,5 |
| | NC | 12-16 | 14,3 |
| | ECD | 20-50µ | 38,3µ |
| | CDI | 74-112 | 87,1 |

Differentialdiagnose: *Peckisphaera kampmanni* n.sp. weist im Gegensatz zu den anderen Arten der Gattung eine wesentlich höhere Anzahl seitlich sichtbarer Windungen auf. Die gelegentlich ausgebildete schwache Zuspitzung des Gipfels und die mehr in der Mitte liegende größte Breite unterscheiden sie zusätzlich von der sonst sehr ähnlichen *P. verticillata* (PECK) GRAMBAST.

Beschreibung: Nicht verkalkte Oosporangien von fast ausschließlich prolat-sphäroidaler Form mit der größten Breite meist etwa in der Mitte (ellipsoidal). Gipfel abgerundet oder schwach zugespitzt, Basis im Bereich der Basalplatte eher abgeplattet. Spiralzellen in fast allen Fällen unvollständig verfüllt, schwach konkav bis glatt, mehr oder weniger tief gefurcht (Taf. 4, Fig. 7-9). In den Suturen Spiralzellenmembrane erhalten, oft deutlich zweiteilig ausgebildet (Taf. 4, Fig. 6, 8, 9). Basalplatte 50-60µ im Durchmesser, auf einer Ebene mit der Außenseite des Oosporangium abschließend, außen pentagonal bis sternförmig pentagonal und etwas nach innen eingewölbt, bei den meisten Stücken mit zentraler rundlicher Pore oder Einsenkung von 30-40µ Durchmesser (Taf. 4, Fig. 10). Letzteres ist jeweils korreliert mit einem ebenfalls geringeren Verfüllungsgrad der Spiralzellen, entsprechend einem frühen Stadium der Entwicklung nach der Befruchtung.

Bemerkung: Nach Absonderung der Exemplare von *P. kampmanni* n.sp. aus der Gesamtpopulation der Gattung ergab sich im Gegensatz zu *P. verticillata* (PECK) GRAMBAST (Abb. 5) eine sehr auffallende, ausgesprochen lineare Verteilung im LPA/LED-Diagramm (Abb. 6) mit extremer Variationsbreite. Ein sol-

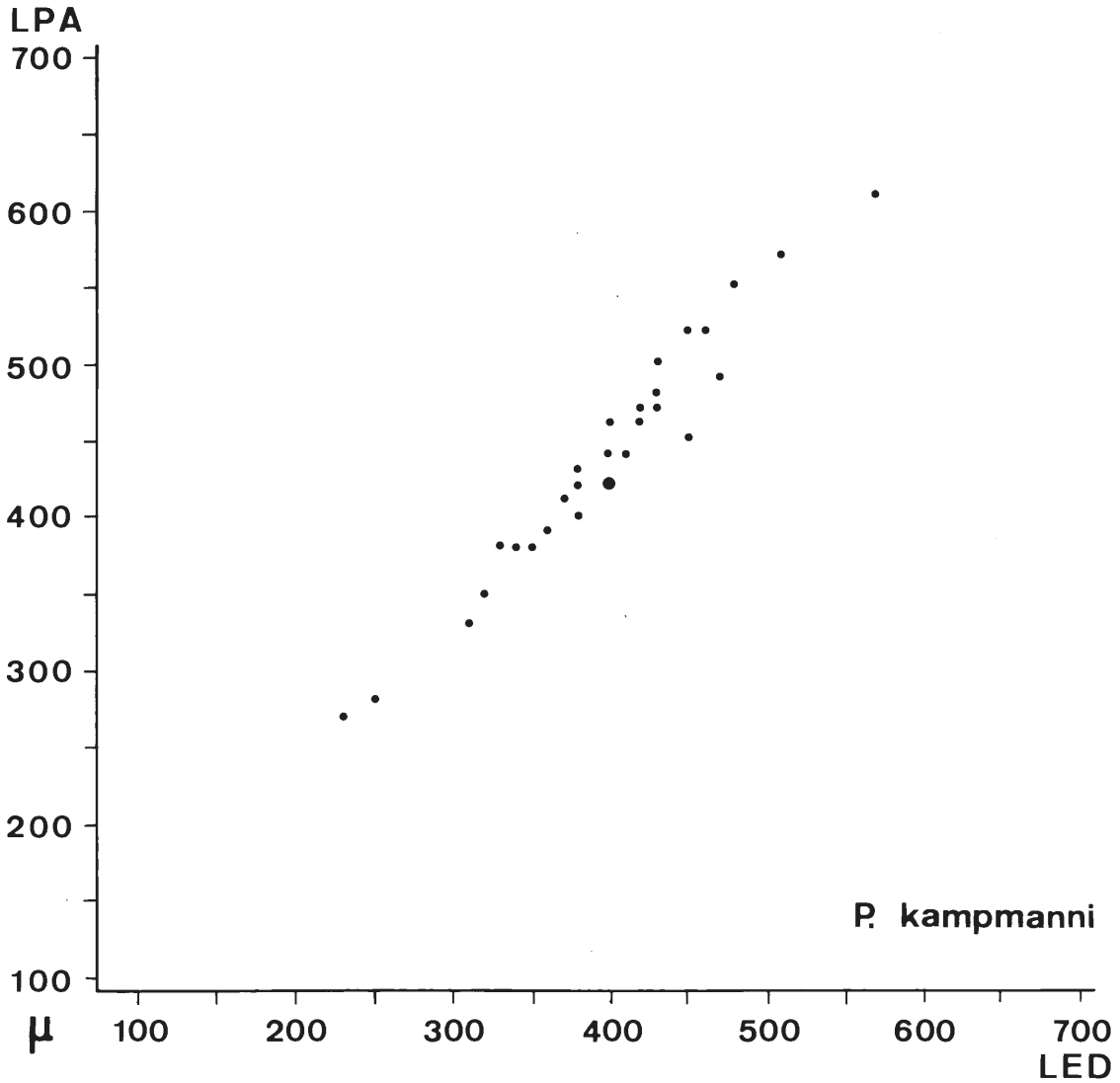



Abb. 6: *Peckisphaera kampmanni* n.sp.
LPA/LED-Verteilungsdiagramm von 29 Oosporangien.

ches Bild war mir bisher aus meiner Arbeit mit verkalkten Gyrogoniten nicht bekannt, weshalb ich im Zusammenhang auch mit der organischen Erhaltung an Wachstumsstadien, z.T. also Oogonien noch vor der Befruchtung dachte. Beim Stadium der Mikrostrukturen erwies sich dies jedoch als falsch, da im Wandbau alle Schichten (und darüberhinaus weitere) vorliegen, die rezent nur von befruchteten Oosporangien bekannt sind, sich also definitiv erst nach der Befruchtung zum Schutz der Zygote bilden.

Material: 29 Oosporangien aus mehreren Populationen.

Charoideae indet.
(Taf. 3, Fig. 10-11)

Ein Einzelstück eines nicht verkalkten Gyrogoniten der Unterfamilie mit extrem schlanker Form (640µ Länge gegen 295µ Breite, was einem Isopolaritätsindex von 216 entspricht), 13 seitlich sichtbaren Windungen von 50µ Durchmesser (auf halber Höhe), geschlossenem Gipfel (Taf. 3, Fig. 10) und einteiliger, fünfeckiger Basalplatte (Taf. 3, Fig. 11). Erhaltung und Mikrostrukturen wie bei den meisten Stücken von *Peckisphaera verticillata* (PECK) GRAMBAST. Es handelt sich hierbei wohl um ein stark verlängetes Exemplar dieser oder einer anderen Art, wie sie als Ausreißerformen auch bei vielen rezenten und tertiären Spezies bekannt wurden.

Charoideae indet. (Oosporen i.w.S.)
(Taf. 3, Fig. 12-14)

Auf lichtoptischem Wege ließen sich 6 kleine Objekte trennen, die sich nach den statistisch behandelten Parametern deutlich von den beiden beschriebenen *Peckisphaera*-Arten unterscheiden. Bei der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung ihrer Wandstrukturen stellte sich heraus, daß es sich bei diesen um Oosporen handelt. Der Begriff Oospore wird hierbei im weiteren bzw. älteren Sinne gebraucht, da das Sporostin die äußerste Wandschicht bildet. Dieses ist jedoch nach SOULIE-MÄRSCHE (1979) eine interzelluläre Bildung und weder der Oospore noch, wie bisher vermutet, den Spiralzellen zugehörig. Bei unseren Untersuchungen deutet sich eine Bestätigung der Anschauung von Frau SOULIE-MÄRSCHE an. Es erscheint mir jedoch gerechtfertigt, für die praktische Arbeit solche Objekte ohne Derivate der Spiralzellen weiterhin als Oosporen (i.w.S) zu bezeichnen.

Eine nähere Zuordnung (Gattung, Art) ist nicht möglich. Die einteilige Basalplatte gibt jedoch einen klaren Hinweis auf die Unterfamilie Charoideae.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Variationen: | LPA | 290-370µ | 341,7µ |
| | LED | 200-265µ | 240,8µ |
| | ISI | 132-163 | 142,3 |
| | AND | 125-190µ | 170,0µ |
| | ANI | 43-52 | 49,3 |
| | NC | 13-18 | 15,8 |
| | ECD | 20-30µ | 26,7µ |
| | CDI | 58-88 | 77,8 |

Material: 6 Oosporen (i.w.S.) aus einer Population.

Charales indet.

Einige schlecht erhaltene, z.T. sehr stark verkieste Gyrogonite oder auch (?) Utriculi, bei denen aufgrund der 5 linksgewundenen Spiralzellen lediglich eine Zuordnung zur Ordnung Charales möglich ist.

Material: 7 Individuen.

Vegetative Teile
(Taf. 4, Fig. 11-13)

Vegetative Teile von Charophyten, auf denen die Rezentsystematik hauptsächlich fußt, wurden aus dem prä-Tertiär bisher nur vereinzelt genauer beschrieben (HARRIS 1939, BARKER et al. 1975 sowie die Literatur über die nur fossil bekannte Gattung *Munieria* DEECKE), obwohl sie eigentlich gar nicht so selten sind. Das liegt natürlich daran, daß die Systematik im fossilen Bereich und damit die biostratigraphische Nutzbarkeit fast ausschließlich auf den mineralisierten weiblichen Fortpflanzungsorganen (Gyrogoniten) beruht. Aus diesem Grunde lassen sich nach dem heutigen Forschungsstand aus vegetativen Resten keine stratigraphischen oder ökologischen Rückschlüsse ziehen.

In Nehden wurden drei Thallus-Bruchstücke bereits von KAMPMANN (1983a) gefunden und abgebildet (seine Taf. 20, Fig. 1a-d). Diese standen auch hier zur Verfügung, darüber hinaus gelangen keine Neufunde. Bei den längsgerieften Formen handelt es sich um typische berindete Internodien, wie sie auch rezent bei den Gattungen *Chara* und *Lychnothamnus* der Unterfamilie Charoideae bekannt sind (Taf. 4, Fig. 11). Das dritte Stück (Taf. 4, Fig. 12, 13) ist unberindet, zeigt in regelmäßigen Abständen wirtelige Verzweigungen (Stipularkranz ?) und könnte den Rest eines Blättchens darstellen. Eine systematische Zuordnung ist zur Zeit noch nicht möglich.

# 6. Datierungen

## 6.1. Bisherige Einstufungen

In einem ersten kurzen Bericht stellt MÄDLER (1977, zit. in: MEIBURG 1979: 368 und HUCKRIEDE 1982: 196) die Sporengemeinschaft der Fundstelle in den „höheren Wealden bis Valangin (mit aufgearbeiteten Keuper-Sporen)".

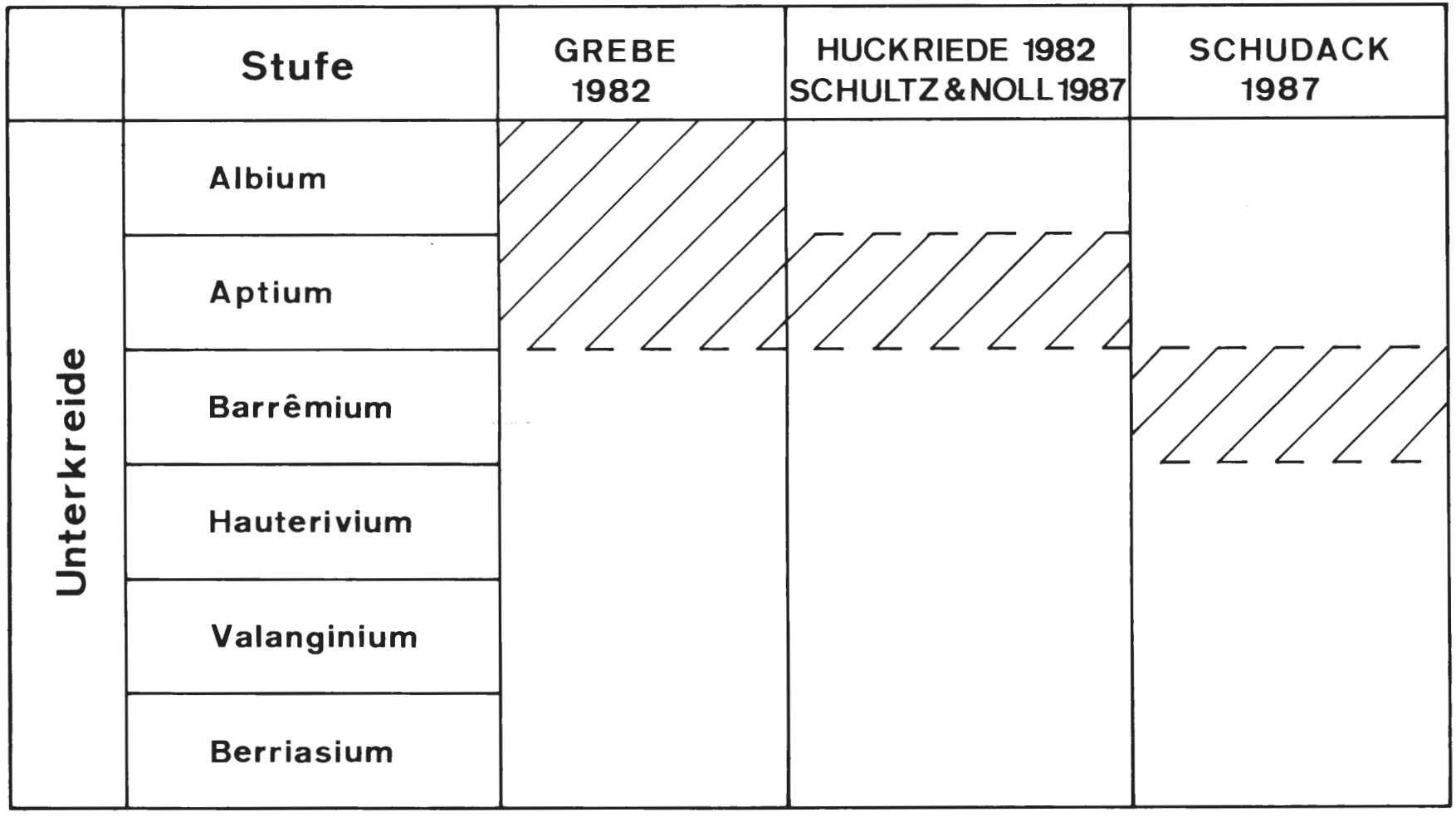



Abb. 7: Datierungen der Nehdener Karstfüllung nach verschiedenen Autoren.

GREBE (1982) untersucht die Mikrosporen-Assoziationen von zwei Proben und ordnet sie „mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit" der Unterkreide zu. Die Bestimmung der Stufe hält sie für schwieriger, sieht jedoch gute Gründe, eher oberes (Barrêmium – Albium) als unteres (Berriasium – Hauterivium) Unterkreide-Alter anzunehmen. Durch einen Vergleich der Assoziationen von Nehden mit anderen aus Europa und Amerika kommt sie zu einer weiteren Einschränkung auf vermutliches Aptium/Albium. Die gleiche Tendenz erbringen prozentuale Anteile bestimmter Taxa in den Assoziationen sowie 3-5,8 % vermutlicher Angiospermen-Pollen.

HUCKRIEDE (1982) zieht zur Datierung eine etwas größere Anzahl von Fossilgruppen sowie die Regionalgeologie/-stratigraphie der marinen Kreide heran. Demnach ist ein Albium-Alter der rein limnischen Höhlenfüllung aufgrund des bis in unmittelbare Nähe verbreiteten Rüthener Grünsandsteins (vgl. hierzu insbesondere SPEETZEN et al. 1974, HISS & SPEETZEN 1986) unwahrscheinlich. *Weichselia, Costhatheca* und die vorkommenden Samen deuten eher auf höheres denn auf tieferes Unterkreide-Alter. Die Megasporen-Vergesellschaftungen unterscheiden sich deutlich von denen aus dem Wealden Nordwestdeutschlands (Berriasium-Valanginium) und auch aus dem Hauptteil des englischen Wealden. Es gibt jedoch geringe Übereinstimmungen mit dem oberen Teil der Weald Shales, die der Autor nach HUGHES (1958) dem älteren Aptium zuordnet. Die vielen in Nehden nachgewiesenen neuen Megasporen-Spezies sollen demnach nur im Aptium denkbar sein.

Zwei Charophytenarten wurden bereits von FEIST (in HUCKRIEDE 1982) bestimmt: *Clypeator europaeus* MÄDLER und *Atopochara trivolvis* PECK. Diese lassen eine sichere Einstufung in das Barrêmium oder Aptium zu.

CLAUSEN et al. (1978) erwähnen kurz eine Spaltenfüllung auf Blatt Alme, bei der es sich nach den r/h-Werten nur um die gleiche Lokalität handeln kann (s.a. HUCKRIEDE 1982, OEKENTORP 1984). Aufgrund von 2 % tricolpatem Angiospermen-Pollen stufen sie die Sedimente „mit Sicherheit in die obere Unterkreide, Alb bis oberstes Apt" ein. CLAUSEN et al. (1982) führen diese Assoziationen genauer auf.

In einer erst kürzlich erschienenen Arbeit beschreiben SCHULTZ & NOLL (1987) weitere Megasporen aus der Nehdener Karsthöhle. Auch sie gelangen, unter zusätzlicher Verwendung der bereits vorher beschriebenen Arten, zu einem Aptium-Alter. Die Autoren führen als Hauptargument dafür die Tatsache an, daß in dieser Zeit die meisten ihrer Formen vorkommen (21 %). Als weiteren Hinweis nennen sie drei bisher nicht aus postaptischen Ablagerungen bekannte Spezies.

Weitere unterkretazische Spaltenfüllungen im nördlichen Sauerland (Abb. 1) finden sich bei Asbeck im Hönnetal (WIRTH 1964, v.d. BRELIE 1964) sowie auf der Warsteiner Karbonatplattform (MEIBURG 1979, CLAUSEN et al. 1978, 1982). Nach v.d. BRELIE (1964) gehört die Mikroflora von Asbeck vermutlich ebenfalls in das Aptium/Albium, sicher sei nur eine Unterkreide-Alter. Angiospermenpollen kommen untergeordnet vor. Die gleiche Einstufung geben CLAUSEN et al. (1978, 1982) für die Fundstelle bei Warstein, und zwar aufgrund eines Vergleiches mit der Sporenassoziation von Nehden (s.o.). Die allerdings vorhandenen deutlichen Unterschiede zu Nehden und das Fehlen von Angiospermenpollen erklären sie mit faziellen Abweichungen.

## 6.2. Datierung dieser Arbeit

Die systematische Bearbeitung der Charophytenflora führte zu einer etwas anderen Datierung für die Nehdener Karstfüllung als der bisher vermuteten: sie entstammt dem Barrêmium (Abb. 7). Auf Abb. 8 sind die bisherigen Beschreibungen der auch anderweitig bekannten Arten von Nehden mit zeitlicher Einstufung der Fundschichten und Herkunft zusammengefaßt. Alle fünf Arten kommen u.a. auch im Barrêmium vor, zwei davon sogar ausschließlich. Läßt man die etwas unsicheren Hauterive-Nennungen von *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST außer acht, gilt das sogar für drei Arten.

Als weiteres biostratigraphisches Argument kommt die typische Assoziation hinzu. SCHUDACK (1987) fand *Stellatochara nehdenensis* n.sp., *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST und *Peckisphaera verticillata* (PECK) GRAMBAST zusammen im Barrêmium der Sierra de los Cameros. *A. trivolvis triquetra* GRAMBAST, *Clypeator jiuquanensis* (WANG S.) GRAMBAST und *S. nehdenensis* n.sp. wurden von NEAGU & GEORGESCU-DONOS (1973) aus dem Barrêmium von Rumänien beschrieben. In der Zonenfolge von GRAMBAST (1974) sind die drei Clavatoraceen-Arten ebenfalls nur im Barrêmium aufgeführt.

| | | OBERJURA | UNTERKREIDE | | | | | | OBERKREIDE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | BERRIASIUM | VALANGINIUM | HAUTERIVIUM | BARRÊMIUM | APTIUM | ALBIUM | |
| *Stellatochara nehdensis* n. sp. | | | | | | | | | |
| NEAGU & GEORGESCU - DONOS 1973 (als *Clavator* sp.) | Rumänien | | | | | — | | | |
| SCHUDACK 1987 (als *Stellatochara* aff. *reyi*) | Spanien | | | | | — | | | |
| *Perimneste vidua* GRAMBAST | | | | | | | | | |
| GRAMBAST 1967, 1968, 1974 | Spanien | | | | | — | | | |
| CANEROT 1979, 1982 | Spanien | | | | | — | | | |
| *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST | | | | | | | | | |
| GRAMBAST 1967, 1968, 1974 | Spanien | | | | | — | | | |
| CANEROT 1979, 1982 | Spanien | | | | — | — | | | |
| VILAS et al. 1982 | Spanien | | | | — | — | | | |
| BRENNER 1976 (als *A. trivolvis*) | Spanien | | | | | — | | | |
| GRABNER 1975 | Pyrenäen | | | | — | — | | | |
| MUSACCHIO 1971, 1978, 1981 (z.T. als aff. - Form) | Argentinien | | | | | — | | | |
| WANG Z. & LU 1982 | China | | | | | — | | | |
| MARTIN - CLOSAS & GRAMB. - FESS. 1986 | Spanien | | | | | — | | | |
| SCHUDACK 1987 | Spanien | | | | | — | | | |
| *Clypeaton jiuquanensis* (WANG S.) GRAMBAST | | | | | | | | | |
| WANG S. 1965 (als *Perimneste ji.*) | China | | | | — | — | | | |
| MÄDLER in NEAGU & GEORGESCU - DONOS 1973 (als *Cl. europeus*) | Rumänien | | | | | — | | | |
| GRAMBAST 1974 (als *Cl. reyi*) | Portugal | | | | | — | | | |
| REY et al. 1972 (als *Cl. reyi*) | Portugal | | | | | | — | | |
| GRAMBAST - FESSARD 1980 (als *Cl. europaeus*) | Portugal | | | | | — | — | | |
| WANG Z. & LU 1982 | China | | | | — | — | | | |
| *Peckisphaera verticillata* (PECK) GRAMBAST | | | | | | | | | |
| PECK 1937 (als *Chara Verticill.*) | USA | — | | | | | | | |
| PECK 1957 (als *Sphaerochara v.*) | USA | — | . . . | . . . | . . . | . . . | — | | |
| KARCZEWSKA & ZIEMBINSKA - TWORZYDLO/Gobi-Wüste 1970 (als *Sphaerochara verticill.*) | | | | | | | | | — |
| SCHUDACK 1987 | Spanien | | | | | — | | | |

Abb. 8: Zusammenstellung des bisherigen Vorkommens der Charophytenarten von Nehden. Hierbei ergibt sich eine sehr deutliche Konzentration auf das Barrêmium.

## 6.3. Vergleich der Datierungen

HUCKRIEDE (1982) und GREBE (1982) geben als sicheres Alter der Karstfüllung lediglich die höhere Unterkreide an. Dieses wird durch die Charophyten bestätigt, wenn man mit „höherer Unterkreide" den Bereich Barrêmium bis Albium meint. Ihre weitergehenden Vermutungen bedürfen jedoch einiger Kommentare:

Als eines der Hauptargumente für Aptium/Albium-Alter führt GREBE das Auftreten von Angiospermenpollen zu über 3 % an. Sie bezeichnet ihn jedoch selbst als „nicht mit absoluter Sicherheit bestimmt" (GREBE: S. 252). Solche Prozentwerte sollten vielleicht besser nicht so direkt zur Biostratigraphie verwendet werden, vergleiche etwa CLAUSEN et al. (1982), wo trotz Fehlens von Angiospermenpollen die Flora aus einer Spaltenfüllung bei Warstein ebenfalls in diese Zeit gestellt wird. Überhaupt ist wohl das Vorkommen von Nehden faziell und ökologisch als Einzelstandort nicht direkt mit den großen kontinentalen Sedimentationsbecken, etwa dem englischen Wealden, vergleichbar, aus denen zumeist die verwendeten biostratigraphischen Daten einschließlich der Prozentzahlen stammen.

Das Vorkommen von Angiospermenpollen in höheren Prozentzahlen muß also nicht gegen ein Barrêmium-Alter sprechen. Einfache Formen wie *Clavatipollenites,* den GREBE aus Nehden beschreibt, sind ja schon länger auch aus dem Barrêmium bekannt (KEMP 1968, HUGHES 1976, HUGHES et al. 1979, WARD

1986 u.a.). Lediglich die tricolpaten Arten, in Nehden nicht mit Sicherheit bestimmt (s.o.), wurden bislang nur aus jüngeren Stufen (ab Aptium) genannt. Hierbei ist allerdings zu bedenken, daß die meisten Daten zum Einsetzen der Angiospermen aus Gesteinsserien stammen, die intern relativ schlecht mit der internationalen Zeitskala korreliert sind (z.B. Wealden in England, Potomac-Gruppe in den U.S.A.). Unlängst konnten im englischen Wealden einige genauere Datierungen mit Dinocysten durchgeführt werden, aus denen folgt, daß die früher beschriebenen Schichten mit erstem Angiospermenpollen bereits im Hauterivium abgelagert wurden, so daß dessen Einsetzen entsprechend vorzudatieren ist (HUGHES & MCDOUGALL 1987).

Die Argumente von HUCKRIEDE zur Einstufung der Sedimente in das Aptium sind z.T. durch neuere bzw. gleichzeitig erschienene Arbeiten nicht mehr aktuell. So nennt er als Hauptbeweis drei Megasporenarten, von denen jedoch zwei mittlerweile auch schon aus dem deutschen Wealden (Berriasium–Valanginium) bekannt sind (PELZER & RIEGEL 1982). Die dritte, *Dijkstraisporites helios* (DIJKSTRA) POTONIÉ, läßt aber auch ein Barrêmium-Alter zu. Überhaupt entstammt ja der oberste Teil des englischen Wealden, aus dem diese Form sonst nur bekannt ist, nur minimal dem untersten Aptium (HUGHES 1958, BATTEN 1973, HUGHES et al. 1979), während bei den entsprechenden Ostrakoden-Arbeiten gar kein Aptium mehr aufgeführt ist. HUCKRIEDEs Schluß, die im Vergleich mit dem englischen Wealden ansonsten so andersartige Megasporenflora sei nur an dessen zeitlicher Obergrenze und darüberhinaus – also im Aptium – denkbar, ist der faziell und ökologisch wohl völlig andere Standort (s.o.) entgegenzuhalten.

Auch SCHULTZ & NOLL (1987) nennen eigentlich keine Art, die, wenn aus dem Aptium bereits bekannt, nicht auch im Barrêmium vorkommt. Wenn auch mit 21 % die meisten Formen auf das Aptium konzentriert sind, so dürften die Werte für das Barrêmium doch nicht wesentlich nach unten abweichen. Auch die drei nicht aus postaptischen Ablagerungen bekannten Spezies sprechen nicht gegen ein barrêmisches Alter.

Meines Erachtens lassen bei Abwesenheit von Ostrakoden die Charophyten zur Zeit die sichersten Datierungen in der nichtmarinen Unterkreide zu. Dies gilt insbesondere für die Utriculi der Familie Clavatoraceae, die, wie bei den hier beschriebenen Arten, oft Glieder recht gut untersuchter Entwicklungsreihen darstellen. Diese Reihen konnten auf der Iberischen Halbinsel zum Teil mit der Stufenskala korreliert werden, da hier im Wealden immer wieder marine Ingressionen stattfanden und durch Foraminiferen, marin-brackische Ostrakoden sowie leider seltene Ammoniten ein Angleichen an die marine Zeitskala zulassen. Zu nennen sind hier vor allem die Arbeiten von GRAMBAST (1966-1974), CANEROT (1979, 1982), GRAMBAST-FESSARD (1980a, b) sowie MARTIN-CLOSAS & GRAMBAST-FESSARD (1986). Im Zuge eigener Arbeiten im Wealden Spaniens (SCHUDACK 1987) haben sich diese Entwicklungsreihen bei häufigem Vergleich mit den Datierungen durch Ostrakoden durchaus bewährt, wenn auch die Zonenfolge von GRAMBAST (1974) einer gewissen Vervollständigung und Korrektur bedarf.

Eine Einstufung der Karstsedimente von Nehden in das Barrêmium dürfte aufgrund der hier zusammengestellten Fakten wohl recht gesichert sein.

## 7. Ökologie

Rückschlüsse von unterkretazischen Charophytenfloren auf die ökologischen Bedingungen ihres ehemaligen Standortes sind zur Zeit nur sehr begrenzt möglich, da spezielle Zusammenstellungen über die Toleranzen der Gattungen und Arten noch fehlen. Allgemein sind sie jedoch Indikatoren für limnische bis brackische Salinitätsverhältnisse, zumindest bei autochthonem bis parautochthonem und postpaläozoischem Vorkommen.

Andererseits läßt das Vorkommen der hier beschriebenen Arten in der Karstfüllung von Nehden Rückschlüsse auf deren Salinitätsansprüche zu, denn Sedimente und Fossilgehalt sind rein limnischen Ursprungs. Es finden sich keinerlei Hinweise auf marinen oder brackischen Einfluß. Alle sechs Arten kommen also zumindest im Barrêmium im reinen Süßwasser vor, was nicht heißen muß, daß sie nicht auch im stärker brackischen Bereich gefunden werden können. Diese Aussage ist die einzige, die hier festgehalten werden kann. Sie sollte jedoch als kleiner Beitrag zu einer vielleicht in naher Zukunft möglichen Auflistung der ökologischen Reichweiten von Charophytenarten/-gattungen notiert werden.

## 8. Paläogeographie

Im Briloner-Warsteiner Raum kommen als älteste kreidezeitliche Sedimente, abgesehen von den Karstfüllungen, relikthaft glaukonitfreie Quarzsandsteine vor, welche auf rein lithologischer Basis mit dem ebenfalls glaukonitfreien Osningsandstein im Eggegebirge korreliert wurden (HEITFELD 1957, SPEETZEN et al.

1974). Dieser hat, z.T. biostratigraphisch nachgewiesen, ein neokomes Alter (zusammenfassend dargestellt in KAEVER 1983). Darauf basierend wurde über lange Jahre in paläogeographischen Karten für das Hauterivium bis Aptium eine sehr weit nach SW reichende Form der sogenannten „Egge-Bucht" dargestellt (SCHOTT et al. 1967, KEMPER 1979, Z!EGLER 1982). Demnach müßten die Warsteiner sowie der nördliche Teil der Briloner Karbonatplattform zu dieser Zeit vom Meer bzw. zumindest einem Ästuar bedeckt gewesen sein (Abb. 9).

Schon JARITZ (1970) zweifelt aufgrund von Überlegungen zur Epirogenese an dieser Form der Eggebucht. MEIBURG (1979) führt weitere Gegenargumente auf (siehe dort) und stellt ein neues Modell zur Paläogeographie des Raumes im Hauterivium bis Aptium vor (Abb. 9). Im Zusammenhang mit seiner Einstufung der Nehdener Karstfüllung in das Aptium greift HUCKRIEDE (1982) das Thema auf und diskutiert es eingehend. Er läßt allerdings, im Gegensatz zu MEIBURG (1979), die Möglichkeit einer frühen Meerestransgression (Hauterivium) im Briloner Gebiet mit anschließender Regression im Barrêmium und schließlich erneuter Transgression im Albium bestehen.

Auch HISS & SPEETZEN (1986) halten die Annahme einer tiefunterkretazischen Egge-Bucht im Brilon-Warsteiner Raum aus neuerer Sicht unter Einbeziehung auch der bisherigen Datierungen von Nehden für fraglich. Die Autoren untersuchen die sandigen Transgressionssedimente des Mittel- bis Oberalb, die

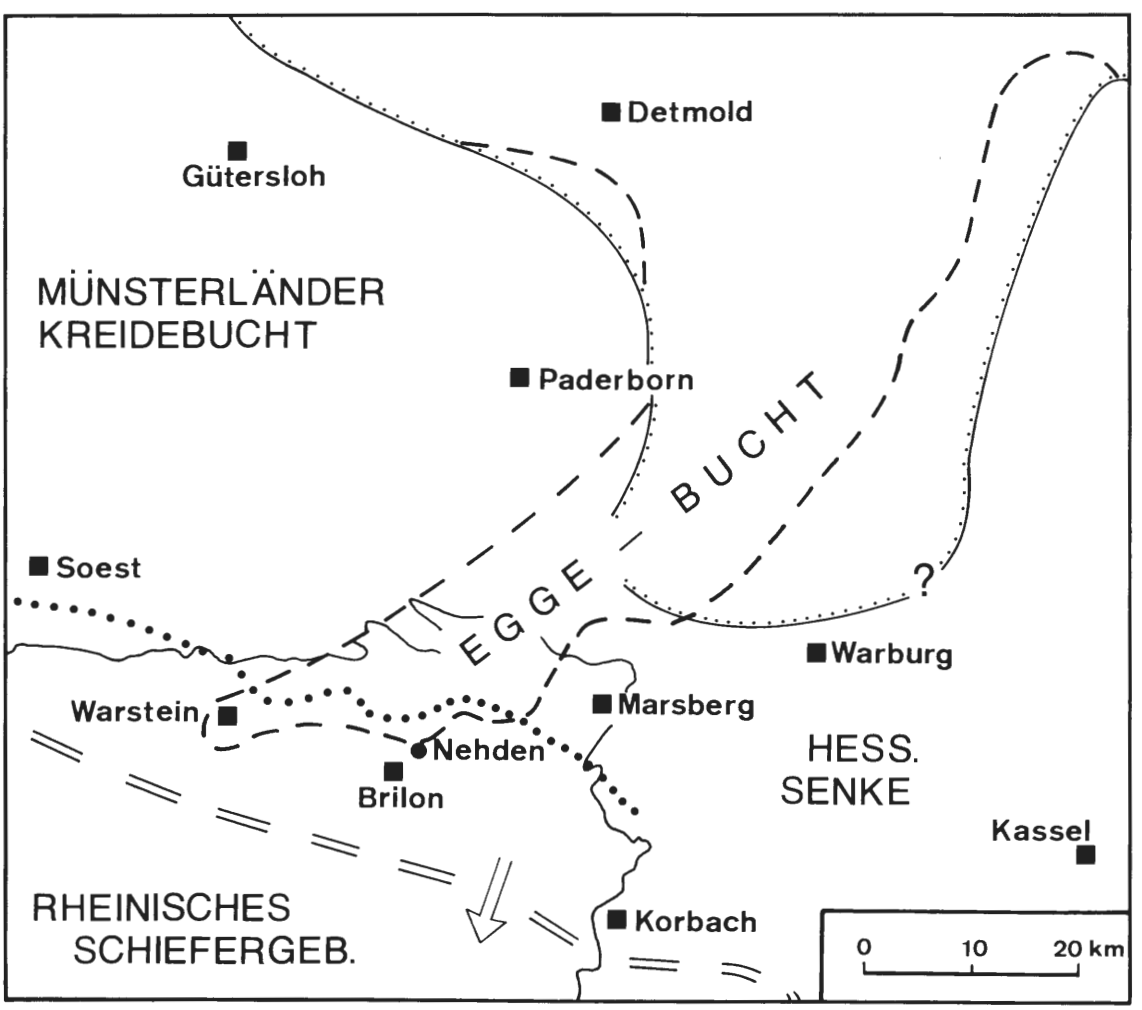



Abb. 9: Vermutete Küstenlinien des Kreidemeeres am Nordostrand des Rheinischen Schiefergebirges

— — — Hauterivium bis Aptium nach SCHOTT et al. (1967) mit extrem weit nach SW reichender Egge-Bucht

····· Hauterivium bis Aptium nach MEIBURG (1979)

• • • • Albium kombiniert nach SPEETZEN et al. (1974) und HISS & SPEETZEN (1986)

= = Cenomanium nach MEIBURG (1979)

demnach den Nordrand der beiden Karbonatplattformen erst jetzt erreicht haben. Erst im Cenomanium greift das Meer noch weiter nach Süden vor (Abb. 9).

Die Existenz rein limnischer Sedimente im Barrêmium bei Nehden unterstützt nun im Zusammenhang mit der (noch gültigen, aber etwas unsicheren) Aptium/Albium-Einstufung der terrestrischen Karstfüllung von Warstein (CLAUSEN et al. 1978, CLAUSEN et al. 1982) diese Theorie auf das Deutlichste. Im gesamten Raum finden sich keinerlei Hinweise auf prä-albische marine Ablagerungen. Der globale eustatische Meeresspiegelanstieg vom Valanginium bis zur starken Regression im Aptium (VAIL et al. 1977) macht sich hier in keinster Weise bemerkbar. Die einzigen biostratigraphischen Beweise sprechen jeweils für terrestrische (kontinentale) Bedingungen zu dieser Zeit.

## 9. Ausblick

Die Karsthöhlenfüllung von Nehden erlangt ihre besondere Bedeutung u.a. durch die Möglichkeit, nichtmarine Floren und Faunen aus dem Barrêmium Deutschlands zu studieren, einer Zeit, in welcher die Entwicklung im sich nördlich anschließenden Niedersächsischen Becken (Abb. 10) marin war. Hier ist, wie im gesamten auf Abb. 10 dargestellten Raum nördlich der Schwellenregion London-Brabant-Massiv / Rheinische / Böhmische Masse, in postvalanginischen Ablagerungen der eigentlichen Sedimentationsbekken nicht mehr mit Charophytenvorkommen zu rechnen. Deshalb ist Nehden auch für die Paläogeographie der einzelnen Gruppen sehr wichtig: alle Arten und Gattungen wurden hier erstmals für Mittel- und Nordeuropa nachgewiesen.

Insbesondere die Clavatoraceen sind postvalanginisch – auf Westeuropa bezogen – bislang nur aus weiter im Süden gelegenen Vorkommen bekannt (Portugal, Spanien, Südfrankreich, Schweiz, Italien), im englischen und niedersächsischen Wealdenbecken – z.T. faziell bedingt – nur aus wesentlich älteren Schichten. Die Charophyten des deutschen Kimmeridgium bis Unter-Valanginium (Kimmeridge bis Wealden) werden von mir zur Zeit zusammenfassend bearbeitet. Organisch erhaltene Oosporangien kannte man bislang aus dem Wealden von England und der Niederlande. Hier kommen, neben denen von Nehden, nun noch eigene Neufunde im Wealden der Boulonnais (Pariser Becken, Abb. 10) hinzu, so daß in Zukunft interessante Ergebnisse, auch biogeographisch, zu erwarten sind.

Zur Tragweite der Nehdener Funde für die Datierung der Iguanodonten, möglicherweise auch derer von Bernissart (Belgien), haben sich schon mehrere Autoren geäußert (OEKENTORP 1984, HÖLDER & NORMAN 1986, SCHULTZ & NOLL 1987). Das belgische „Bernissartien" war früher ohne direkte Beweise in die tiefste Unterkreide gestellt worden, was später zum Teil bezweifelt wurde (ALLEN 1955), sich aber in vielen Darstellungen bis heute hält. Die Datierung der Nehdener Iguanodonten in das Barrêmium kann hierzu einen Beitrag leisten. In jedem Fall kommt diese Sauriergattung zu dieser Zeit noch vor.

Abschließend sei bemerkt, daß der Fundort von Nehden noch längst nicht erschöpfend behandelt ist. Für die Paläobotanik ist vor allem das frühe Vorkommen von Angiospermenpollen in Kombination mit der recht guten Datierungsmöglichkeit durch Charophyten interessant. Bedenkt man die Tatsache, daß das bisher untersuchte Material nur aus den obersten 4 m Sedimentfolge stammt, die Mächtigkeit aber um einiges höher liegt (es gibt hier verschiedene Ansichten über die Lagerung, die Teufe beträgt jedenfalls ca. 20 m nach NIEMEYER in OEKENTORP 1984), ergeben sich interessante Aspekte. Eine erneute Untersuchung der Mikrosporen zur Absicherung des Auftretens von tricolpatem Angiospermenpollen (vgl. GREBE 1982) wäre ebenso von Interesse wie eine Kernbohrung größeren Durchmessers mit entsprechendem Materialgewinn bis hinab zum Grund des Karsthohlraumes. Hier könnte, bei eventuell länger andauernder Sedimentation, die nächstältere Stufe, das Hauterivium, repräsentiert sein. In England tritt zu dieser Zeit ja bereits erster Angiospermenpollen auf (HUGHES & MCDOUGALL 1987), was für den mitteleuropäischen Raum noch zu klären wäre.

## 10. Dank

Für die vorliegende Arbeit stellte Herr Dr. H. KAMPMANN (Bredelar) die gesamten Charophyten aus seiner Nehden-Sammlung zur Verfügung. Weiteres Material erhielt ich von der Sektion Paläobotanik des Forschungsinstitutes Senckenberg. Herr M. OLY fertigte die REM-Aufnahmen an, Herr W. MALCHEREK die Zeichen- und Frau K. ASCHENBRENNER die Fotoarbeiten. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte die Untersuchungen im Rahmen des Projektes „Charophyten Oberjura/Unterkreide". Allen genannten Personen und Institutionen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

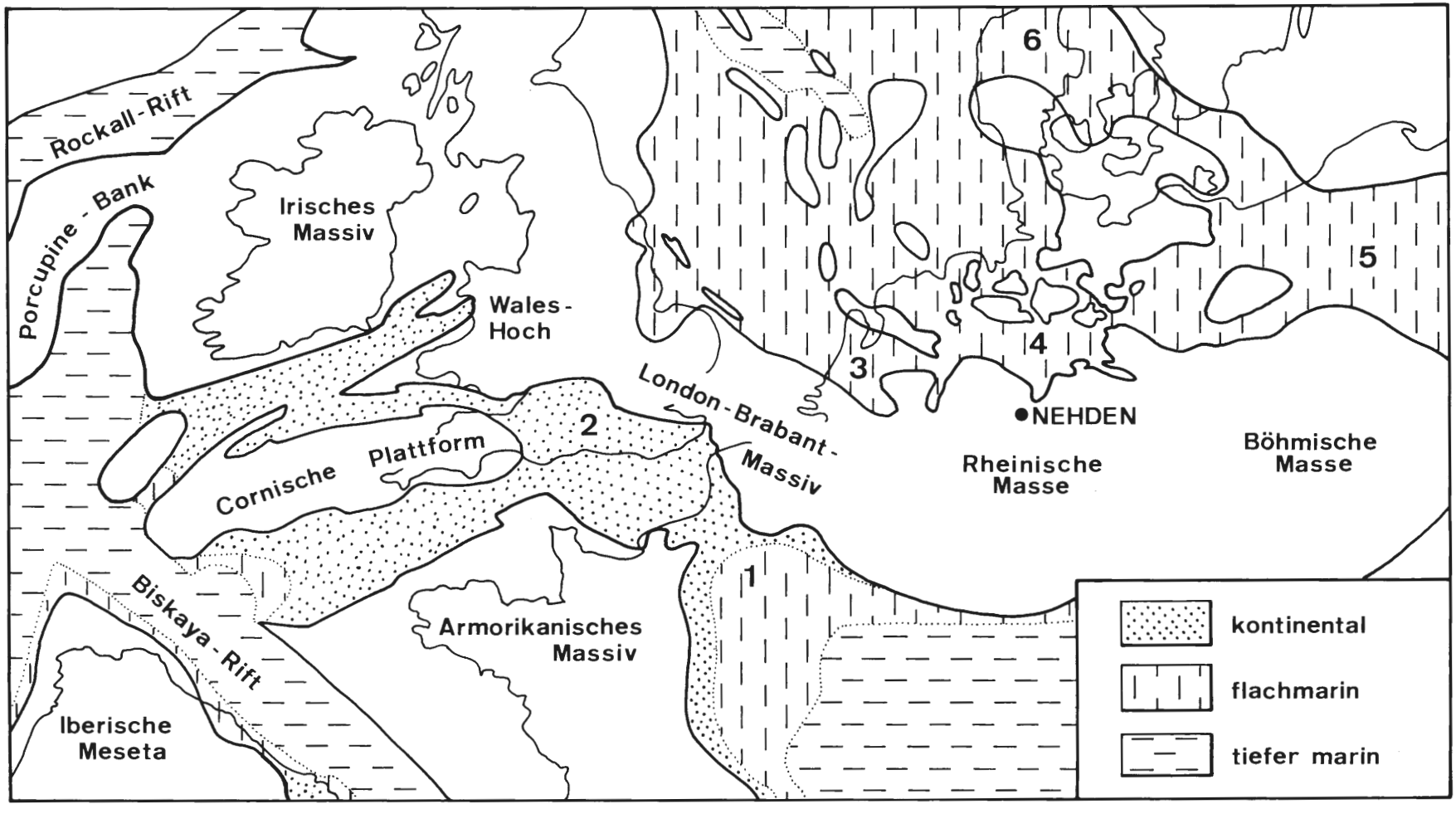



Abb. 10: Paläogeographische Situation Mittel- und Westeuropas im Barrêmium. Stark vereinfacht und für das Barrêmium leicht verändert nach der Karte für das Berriasium bis Barrêmium von ZIEGLER (1982).

1. Pariser Becken
2. Englisches Wealdenbecken
3. Westniederländisches Becken
5. Niedersächsisches Becken
5. Polnisches Becken
6. Dänisches Becken

# 11. Literatur


ALLEN, P. (1955): Age of the Wealden in North-Western Europe. – Geol. Mag., **92**: 265-281; London.

BARKER, D.; BROWN, C. E.; BUGG, S. C. & COSTIN, J. (1975): Ostracods, land plants, and Charales from the basal Purbeck Beds of Postesham Quarry, Dorset. – Palaeontology, **18**: 419-436; London.

BATTEN, D. (1973): Use of palynologic assemblage-types in Wealden correlation. – Palaeontology, **16**: 1-40; London.

BRELIE, G. von der (1964): Eine unterkretazische Mikroflora aus dem nördlichen Sauerland. – Fortschr. Geol. Rheinl. Westf., **12**: 117-168; Krefeld.

BRENNER, P. (1976): Ostracoden und Charophyten des spanischen Wealden. – Palaeontographica, (A), **152**: 113-201; Stuttgart.

CANEROT, J. (1979): Les algues et leur environnement dans le Malm et le Crétacé inférieur des chaines Ibérique et Catalane (Espagne). – Bull. Centr. Réch. Explor. – Prod. Elf-Aquintaine, **3**: 505-518; Pau.

–,– (1982): Iberica Central – Maestrazgo. – in: El cretá cico de España: 273-344; Madrid (Univ. Complutense).

CLAUSEN, C.-D., GREBE, H., LEUTERITZ, K. & WIRTH, W. (1978): Zur Altersstellung und paläogeographischen Bedeutung des Paläokarstes auf der Warsteiner Karbonatplattform. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1978**: 577-589; Stuttgart.

CLAUSEN, C.-D., GREBE, H., LEUTERITZ, K., UFENNORDE, H. & WIRTH, W. (1982): Zur Paläogeographie, Tektonik und Karstmorphologie der Warsteiner Carbonatplattform. – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **30**: 241-319; Krefeld.

DIJKSTRA, S. J. (1959): On megaspores, charophyte fruits and some other small fossils from the Cretaceous. – Paleobotanist, **8**: 8-18; Lucknow.

DYCK, L. A. (1970): Morphological, chemical and development studies of *Chara* oosporangial walls. – Diss. Univ. Washington, Missouri: 207 S.; Washington, Missouri.

FEIST, M. (1981): Charophytes du Crétacé moyen et données nouvelles sur l'évolution des Clavatoracées. – Cret. Res., **2**: 319-330; London.

–,– (1982): Clavatoraceae. – in: HUCKRIEDE, R.: Die unterkretazische Karsthöhlenfüllung von Nehden im Sauerland. 1. Geologische, paläontologische und paläobotanische Befunde und Datierung. – Geologica et Palaeontologica, **16**: 183-242; Marburg.

FEIST, M. & GRAMBAST-FESSARD, N. (1982): Clé de détermination pour les genres des charophytes. – Paléobiol. continent., **13**: 1–28; Montpellier.

–,– (1984): Charophytes. – in: COLIN et al.: Charophytes and ostracods from the Berriasian (Purbeckian facies) of Cala d'Inferno (Nurra region, NW Sardinia). – Boll. Soc. Paleont. Ital., **23**: 345-354; Modena.

GRABNER, I. (1975): Die Jura/Kreide-Grenzschichten in den baskischen Pyrenäen (Nordspanien). – Diss. Univ. Frankfurt: 220 S.; Frankfurt.

GRAMBAST, L. (1962): Classification de l'embranchement des charophytes. – Nat. Monspel., Sér. Bot., **14**: 63-86; Montpellier.

–,– (1964): Précisions nouvelles sur la phylogénie des charophytes. – Nat. Monspel., Sér. Bot., **16**: 71-77; Montpellier.

–,– (1966a): Remarques sur le genre *Nodosoclavator* MASLOV emend. – C. R. somm. Soc. geól. Fr., **1966**: 269-270; Paris.

–,– (1966b): Structure de l'utricule et phylogénie chez les Clavatoracées. – C. R. Acad. Sci. Paris, (D), **262**: 207-221; Paris.

–,– (1966c): Un nouveau type structurale chez les Clavatoracées; son intérêt phylogénétique et stratigraphique. – C. Acad. Sci. Paris, (D), **262**: 1929-1932; Paris.

–,– (1967): La série évolutive *Perimneste* – *Atopochara* (Charophytes). – C. R. Acad. Sci. Paris, (D), **264**: 581-584; Paris.

–,– (1968): Evolution of the utricle in the charophyte genera *Perimneste* HARRIS and *Atopochara* PECK. – J. Linn. Soc. (Bot.), **61**: 5-11; London.

–,– (1969): La symmétrie de l'utricule chez les Clavatoracées et sa signification phylogénétique. – C. R. Acad. Sci. Paris, (D), **269**: 878-881; Paris.

–,– (1970): Origine et évolution des *Clypeator* (Charophytes). – C. R. Acad. Sci. Paris, (D), **271**: 1964-1967; Paris.

–,– (1974): Phylogeny of the Charophyta. – Taxon, **23**: 463-481; Utrecht.

GRAMBAST, L. & LORCH, J. (1968): Une flore de charophytes du Crétacé inférieur du proche-orient. – Nat. Monspel., Sér. Bot.; **19**: 47-56; Montpellier.

GRAMBST-FESSARD, N. (1980a): Déscription de deux espèces nouvelles d'*Atopochara* PECK (Clavatoraceae, Charophyta). – Géobios, **13**: 129-135; Lyon.

–,– (1980b): Quelques espèces de *Clypeator* GRAMBAST (Clavatoraceae) et les charophytes associées du Crétacé inférieur du Portugal. – Rev. Micropal., **23**: 37-47; Paris.

GREBE, H. (1982): Die unterkretazische Karsthöhlenfüllung von Nehden im Sauerland. 2. Die Mikrosporen-Assoziationen, Altersaussage und Versuch eines Vegetationsbildes. – Geologica et Palaeontologica, **16**: 243-258; Marburg.

HARRIS, T. M. (1939): British Purbeck charophyta. – 83 S.; London (Brit. Mus. Nat. Hist.).

HEITFELD, H. (1957): Zur Stratigraphie der Kreide am Nordrand des Sauerlandes zwischen Sichtigvor und Essentho. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **105**: 79-112; Stuttgart.

HISS, M. & SPEETZEN, E. (1986): Transgressionssedimente des Mittel- bis Oberalb am SE-Rand der Westfälischen Kreidemulde (NW-Deutschland). – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1986**: 648-670; Stuttgart.

HÖLDER, H. (1982): Die Sauriergrabung von Nehden. – Jb. Ges. Förder. Westf. Wilhelms-Univ. Münster, **1980/81**: 37-41; Münster.

HÖLDER, H. & NORMAN, D. B. (1986): Kreide-Dinosauerier im Sauerland. – Naturwissenschaften **73**: 109-116; Berlin.

HÖLDER, H. & OEKENTORP, K. (1981): Sauriergrabung im Sauerland. – Nachr. dt. geol. Ges., **24**: 137-138; Hannover.

HORN AF RANTZIEN, H. (1954): Middle Triassic charophyta of South Sweden. – Opera Botanica, **1**: 1-83; Lund.

–,– (1956): Morphological terminology relating to female charophyte gametangia and fructifications. – Bot. Notiser., **109**: 212-259; Lund.

–,– (1957): Nitellaceous charophyte gyrogonites in the Rajmahal Series (upper Gondwana) of India with notes on the flora and stratigraphy. – Stockh. Contr. Geol., **1**: 1-29; Stockholm.

–,– (1959): Recent charophyte fructifications and their relations to fossil charophyte gyrogonites. – Ark. Bot., ser. 2, **4**: 165-325; Stockholm.

HUCKRIEDE, R. (1982): Die unterkretazische Karsthöhlenfüllung von Nehden im Sauerland. 1. Geologische, paläozoologische und paläobotanische Befunde und Datierung. – Geologica et Palaeontologica, **16**: 183-242; Marburg.

HUGHES, N. F. (1958): Paleontological evidence for the age of the English Wealden. – Geol. Mag., **19**: 41-49; Herford.

–,– (1976): Paleobiology of angiosperm origins. – 242 S.; Cambrigde (Univ. Press).

HUGHES, N. F., DREWRY, G. E. & LAING, J. F. (1979): Barrêmian earliest angiosperm pollen. – Palaeontology, **22**:: 513-535; London.

HUGHES, N. F. & MCDOUGALL, A. B. (1987): Records of angiospermid pollen entry into the English Early Cretaceous succession. – Rev. Paleobot. Palynol., **50**: 255-272; Amsterdam.

JARITZ, W. (1970): Epirogenese in Nordwestdeutschland im höheren Jura und in der Unterkreide. – Geol. Rdsch., **59**: 114-124; Stuttgart.

JOHNSON, J. H. (1964): The Jurassic algae. – Quart. Colorado School of Mines, **59**: 129 S.; Golden.

KAEVER, M. (1983): Aspekte der Kreide Westfalens. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **166**: 86-115; Stuttgart.

KAMPMANN, H. (1983a): Mikrofossilien, Hölzer, Zapfen und Pflanzenreste aus der unterkretazischen Sauriergrube bei

Brilon-Nehden. – Geol. Paläont. Westf., **1**: 146 S.; Münster.

–,– (1983b): Ein Insekten-Exkrement aus Sporen aus dem unterkretazischen Saurierlager von Nehden (Sauerland, Westfalen). – Paläont. Z., **57**: 75-77; Stuttgart.

KARCEZSKA, J. & ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, M. (1970): Upper Cretaceous charophyta from the Nemegt-Basin, Gobi-Desert. – Palaeont. Polon, **21**: 121-144; Warszawa.

KEMP, E. (1968): Probable angiosperm pollen from British Barrêmian to Albian strata. – Palaeontology, **11**: 421-434; London.

KEMPER, E. (1979): Die Unterkreide Nordwestdeutschlands. Ein Überblick. – in: Aspekte der Kreide Europas. IUGS Ser. A, **6**: 1-9; Stuttgart.

KOZUR, H. & REINHARDT, P. (1969): Charophyten aus dem Muschelkalk und dem unteren Keuper Mecklenburgs und Thüringens. – Mber. Dt. Akad. Wiss. Berl., **11**: 369-386; Berlin.

LYELL, Ch. (1826): On a recent formation of freshwater limestone in Forfarshire and some recent deposits of freshwater marl, with an appendix on the gyrogonite or seed-vessel of the *Chara*. – Trans. geol. Soc., (2) **2**: 73-96; London.

MÄDLER, K. (1952): Charophyten aus dem nordwestdeutschen Kimmeridge. – Geol. Jb., **67**: 1-46; Hannover.

MARTIN-CLOSAS, C. & GRAMBAST-FESSARD, N. (1986): Les Charophytes du Crétacé inférieur de la région du Maestrat (Chaîne Ibérique-Catalanides, Espagne). – Paléobiol. continentale, **15**: 1-66; Montpellier.

MEIBURG, P. (1979): Kreide-Transgression und Paläokarst im Gebiete der Warsteiner Karbonat-Plattform (Westfalen). – in: Aspekte der Kreide Europas, IUGS ser. A, **6**: 363-384; Stuttgart.

MUSACCHIO, E. A. (1971): Charophytas de la formacion La Armaga (Cretácico inferior), provincia de Neuquen, Argentina. – Rev. Mus. La Plata, N. S., **6** (Paleont. 37): 19-38; Buenos Aires.

–,– (1973): Charophytas y ostracodos no marinos del Grupo Neuquen (Crétácico superior) en algunos afloramientos de la provincia de Rio Negro y Neuquen, Republica Argentina. – Rev. Mus. La Plata, N. S., **8** (Paleont. **48**): 1-32; Buenos Aires.

–,– (1978): Microfauna del Jurásico y el Cretácico inferior. – VII. Congr. Arg., Relatorio: 147-161; Buenos Aires.

–,– (1981): South American Jurassic and Cretaceous foraminifera, ostracoda and charophyta of Andean and Sub-Andean regions. – in: Comit. Sudamer. Jur. Cret.: Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de Marica del Sur, **2**: 461-498; Buenos Aires.

NEAGU, T. & GEORGESCU-DONOS, M. O. (1973): Characeae eocretacice din Dobrogea de Sud (Valea Akargea-Pestera). – St. cerc. geol. geofiz., geogr., ser. geol., **18**: 171-185; Bucarest.

NORMAN, D. B. (1985): The illustrated encyclopedia of Dinosaurs.

–,– (1987): A mass-accumulation of vertebrates from the Lower Cretaceous of Nehden (Sauerland), West Germany. – Proc. R. Soc. Lond., (B), **230**: 215-255; London.

OEKENTORP, K. (1984): Die Saurierfundstelle Brilon-Nehden (Rheinisches Schiefergebirge) und das Alter der Verkarstung. – Kölner Geogr. Arb., **45**: 293-315; Köln.

PECK, R. E. (1934): Late Paleozoic and early Mesozoic Charophyta. – Am. J. Sci., (5), **27**: 49-55; New Haven.

–,– (1937): Morrison Charophyta from Wyoming. – J. Pal., **11**: 83-90; Tulsa.

–,– (1941): Lower Cretaceous Rocky Mountain nonmarine microfossils. – J. Pal., **15**: 285-304; Tulsa.

–,– (1957): North American Mesozoic Charophyta. – Geol. Surv. Prof. Paper **294-A**: 44 S.; Washington.

PELZER, G. & RIEGEL, W. (1982): Megasporen aus der Bückeberg-Formation 1 (Wealden) des Osterwaldes. Eine vorläufige Mitteilung. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **56**: 23-32; Frankfurt.

SAIDAKOVSKY, L. Y. (1966a): Biostratigraphy of Triassic deposits in the South of the Russian platform. (in russisch). – in: MASLOV, V. P. & VAKHRAMEEV, V. A. (ed.): Fossil charophytes of the USSR. Transact. Publ. Off. Nauka, Acad. Sci. USSR, **143**: 93-144; Mockba.

–,– (1966b): Charophytes from Upper Permian deposits in the South of the Russian platform. (in russisch). – in: MASLOV, V. P. & VAKHRAMEEV, V. A. (ed.): Fossils charophytes of the USSR. Transact. Publ. Off. Nauka, Acad. Sci. USSR, **143:** 145-153; Mockba.

SCHOTT, W. et al. (BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG) (1967): Paläogeographischer Atlas der Unterkreide von Nordwestdeutschland mit einer Übersichtsdarstellung des nördlichen Mitteleuropa. – 306 Ktn; Hannover.

SCHUDACK, M. (1987): Charophytenflora und fazielle Entwicklung der Grenzschichten mariner Jura/Wealden in den Nordwestlichen Iberischen Ketten (mit Vergleichen zu Asturien und Kantabrien). – Palaeontographica, (B), **204**: 1-180; Stuttgart.

SCHULTZ, G. & NOLL, H. (1987): Die Megasporen-Assoziation in den unterkretazischen Sedimenten einer Paläokarsthöhle bei Nehden im Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge). Nachträge zu der bereits bekannten Vergesellschaftung. – Palaeontographica, (B), **203**: 83-107; Stuttgart.

SEWARD, A. C. (1894): The Wealden Flora, Part I. Thallophyta – Pteridophyta. – Catalogue of Mesozoic plants in the Department of Geology, British Museum (Natural History): 179 S.; London.

SHAIKIN, I. M. (1976): New data on the biostratigraphy of the Jurassic and Cretaceous deposits of the Fore-Dobrogean trough. (in russisch). – Geol. Zh., **36**: 77-86; Kiev.

SOULIE-MÄRSCHE, I. (1979): Etude comparée de fructifications de Charophytes actuelles et fossiles (Neogène et Quaternaire) et phylogénie des genres actuelles. – Thèse Univ. Montpellier: XVI+320 S.; Montpellier.

SPEETZEN, E. (1970): Lithostratigraphische und sedimentologische Untersuchungen im Osning-Sandstein (Unter-Kreide) des Egge-Gebirges und des südöstlichen Teutoburger Waldes (Westfalen, NW-Deutschland). – Münster. Forsch. Geol. Paläont., **18**: 1-149; Münster.

SPEETZEN, E., EL-ARNAUTI, A. & KAEVER, M. (1974): Beitrag zur Stratigraphie und Paläogeographie der Kreide-Basisschichten am SE-Rand der Westfälischen Kreidemulde (NW-Deutschland). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **145**: 207-241; Stuttgart.

VAIL, P. R., MITCHUM, R. M. Jr., TODD, R. G., WIDMIER, J. M., THOMPSON, S., SANGREE, J. B., BUBB, J. N. & HATELID, W. G. (1977): Seismic stratigraphy and global changes of sea level. – A. A. P. G. Mem., **26**: 49-212; Tulsa.

VILAS, L., MAS, R., GARCIA, A., ARIAS, C., ALONSO, A., MELENDEZ, N. & RINCON, R. (1982): Iberica Suroccidental. – in: El Cretácico de España: 457-514; Madrid (Univ. Complutense).

VORTISCH, W. (1983): Die unterkretazische Karsthöhlenfüllung von Nehden im Sauerland. 3. Tonmineralogische Untersuchungen. – Geologica et Palaeontologica, **17**: 245-253; Marburg.

WANG S. (1965): Mesozoic and Tertiary Charophyta from Jinquan basin of Kansu province. – Acta Pal. Sinica, **13**: 485-499; Beijing.

WANG, Z. (1978): Cretaceous charophytes from the Yangtze-Han River Basin with a note on the classification of Porocharaceae and Characeae. (in chinesisch). – Mem. Nanjing Inst. Geol. & Pal., Acad. Sinica, **5**: 61-92; Nanjing.

–,– (1981): Mesozoic charophytes from the Anhui and Zeijiang with its stratigraphic significance. (in chinesisch). – Acta Pal. Sinica, **20**: 311-325; Beijing.

WANG Z. & LU H.-N. (1982): Classification and evolution of Clavatoraceae, with notes on its distribution in China. (in chinesisch). – Bull. Nanjing Inst. Geol. & Palaeont., Acad. Sinica, **4**: 77-108; Nanjing.

WARD, J. V. (1986): Early Cretaceous angiosperm pollen from the Cheyenne and Kiowa Formations (Albian) of Kansas, U.S.A. – Palaeontographica, (B), **202**: 1-81; Stuttgart.

WATSON, J. (1969): A revision of the English Wealden fossil flora, 1. Charales – Ginkgoales. – Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., Geol. **17**: 207-254; London.

WILDE, V. & GOTH, K. (1986): Terrestrische Unterkreide von Brilon-Nehden (Sauerland). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **85**: 225-228; Frankfurt.

WIRTH, W. (1964): Über zwei Unterkreidedelikte im nördlichen Sauerland. – Fortschr. Geol. Rheinl. Westf., **7**: 403-420; Krefeld.

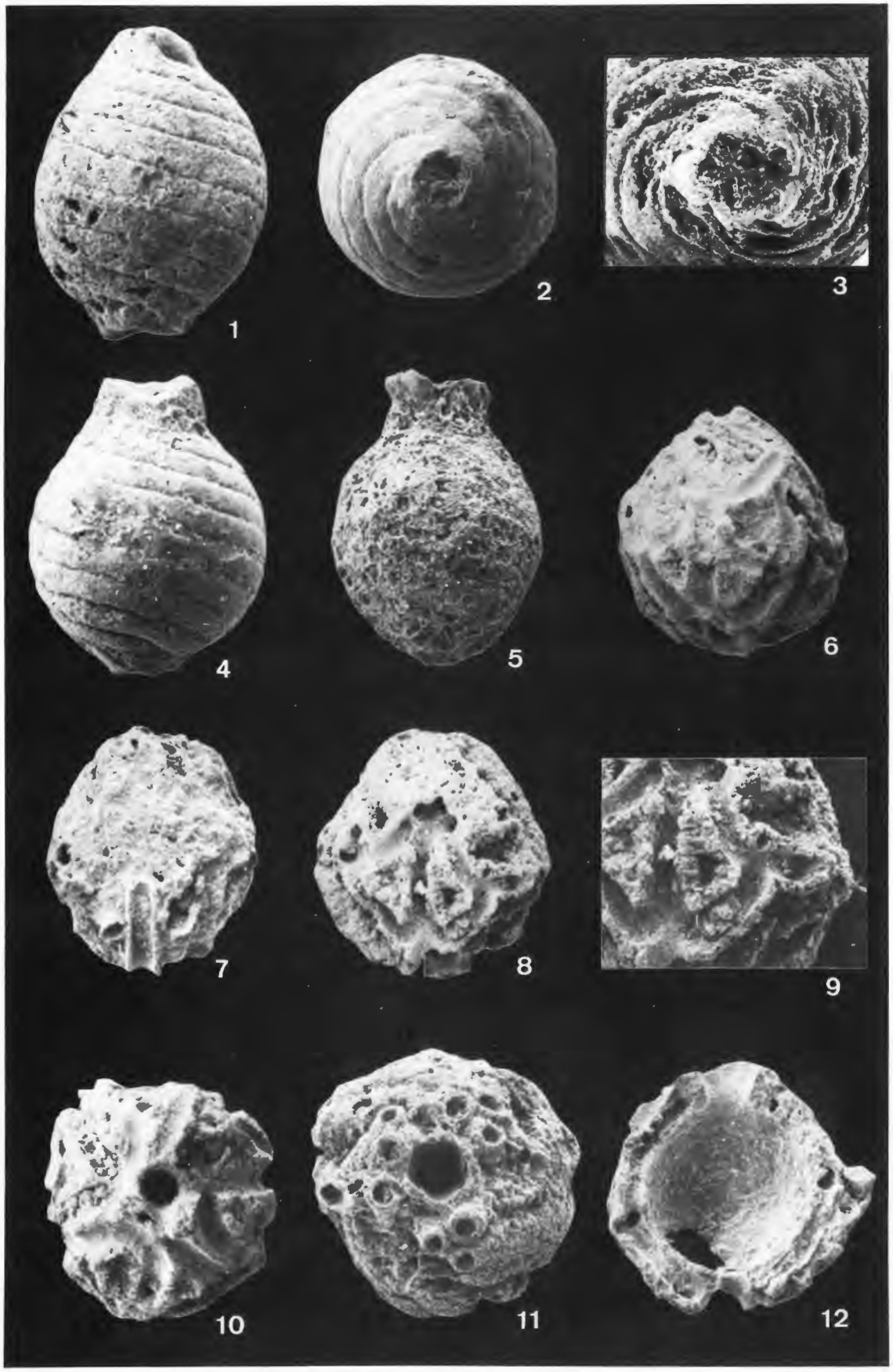
ZIEGLER, P. A. (1982): Geological atlas of Western and Central Europe. – 130 S.; Amsterdam-Oxford-New York (Elsevier).

**TAFEL 1**

**Fig. 1-4** *Stellatochara nehdenensis* n.sp.
**Fig. 1** Holotyp, Seitenansicht; x 90.
**Fig. 2** Holotyp, Top; x 130.
**Fig. 3** Paratyp, Basis; x 90.
**Fig. 4** Paratyp, Seitenansicht; x 90.

**Fig. 5** *Stellatochara* sp., Seitenansicht; x 90.

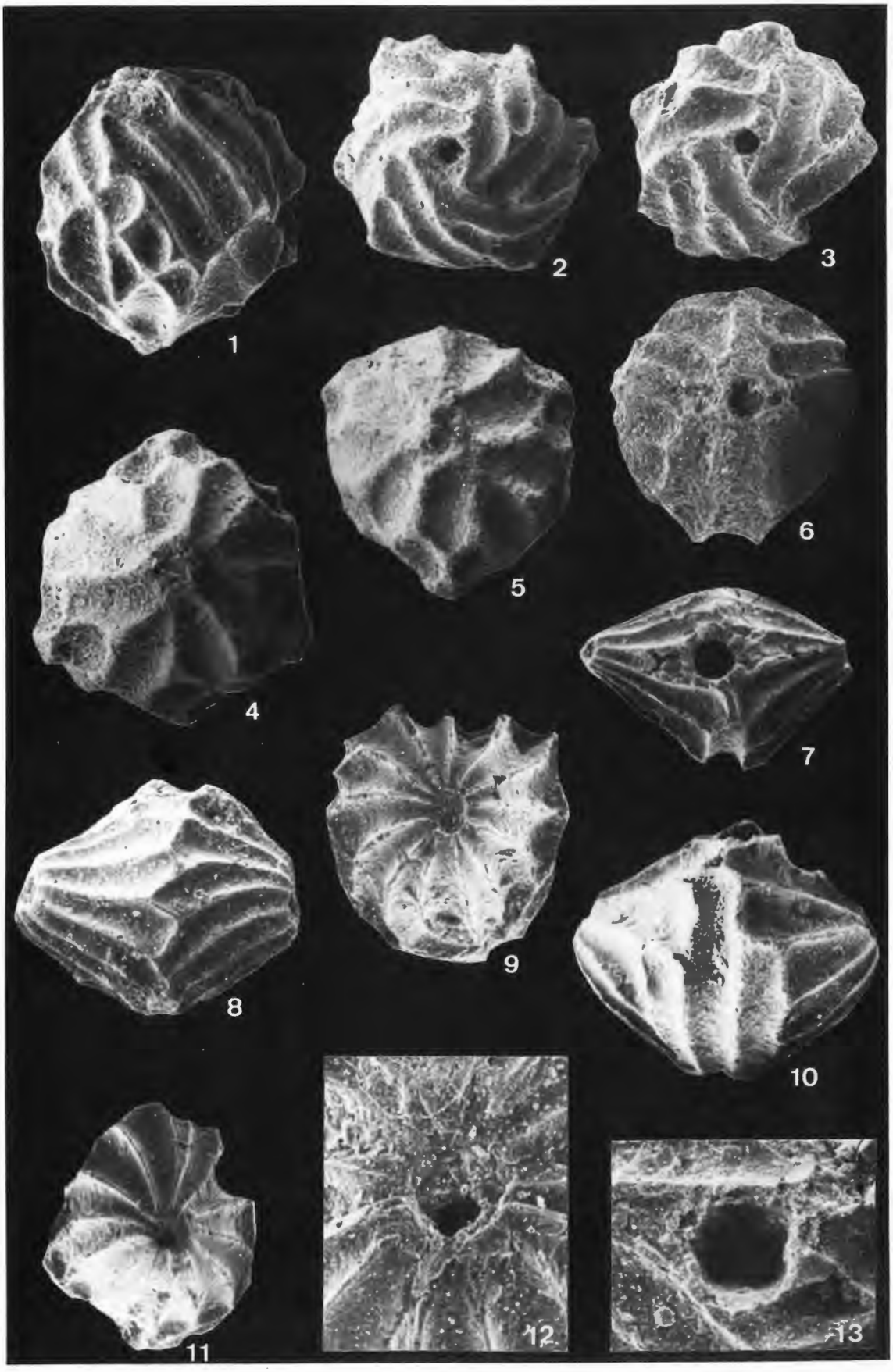
**Fig. 6-12** *Perimneste vidua* GRAMBAST 1967.
**Fig. 6** Seitenansicht, schwach verkalktes Stück; x 30.
**Fig. 7** Seitenansicht, stark verkalktes Stück mit basisnaher adaxialer, vegetativer Zelle; x 30.
**Fig. 8** Seitenansicht, schwächer verkalktes Stück, x 30.
**Fig. 9** Ausschnitt aus Fig. 8 mit „antheridientragender Gabelung", x 50.
**Fig. 10** Basis, schwach verkalktes Stück; x 30.
**Fig. 11** Top, stark verkalktes Stück, pentagonale Apikalpore, Zellendigungen in Dreiergruppen; x 30.
**Fig. 12** Seitenansicht, aufgebrochenes, stark verkalktes Stück, trichterförmige Apikalpore; x 30.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

**TAFEL 2**

**Fig. 1-5** *Atopochara trivolvis triquetra* GRAMBAST 1967.
**Fig. 1** Seitenansicht; x 55.
**Fig. 2** Top, pentagonale Apikalpore; x 55.
**Fig. 3** Top, abgerundet pentagonale Apikalpore; x 55.
**Fig. 4** Basis, triangularer Umriß; x 55.
**Fig. 5** Basis, triangularer Umriß; x 55.

**Fig. 6-13** *Clypeator jiuquanensis* (WANG S. 1965) GRAMBAST 1970.
**Fig. 6** Basis, Stück mit wenig ausgeprägten Sporen, abaxial oben, adaxial unten; x 55.
**Fig. 7** Top, abaxial oben, adaxial unten, abgerundet pentagonale Apikalpore; x 55.
**Fig. 8** Abaxial; x 55.
**Fig. 9** Lateralfläche mit Radialzellen; x 55.
**Fig. 10** Adaxial; x 55.
**Fig. 11** Lateralfläche mit Radialzellen; x 55.
**Fig. 12** Lateralpore, rechteckig, Beginn des zur Basis hinabziehenden Internkanals; x 150.
**Fig. 13** Apikalpore, abgerundet pentagonal; x 130.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

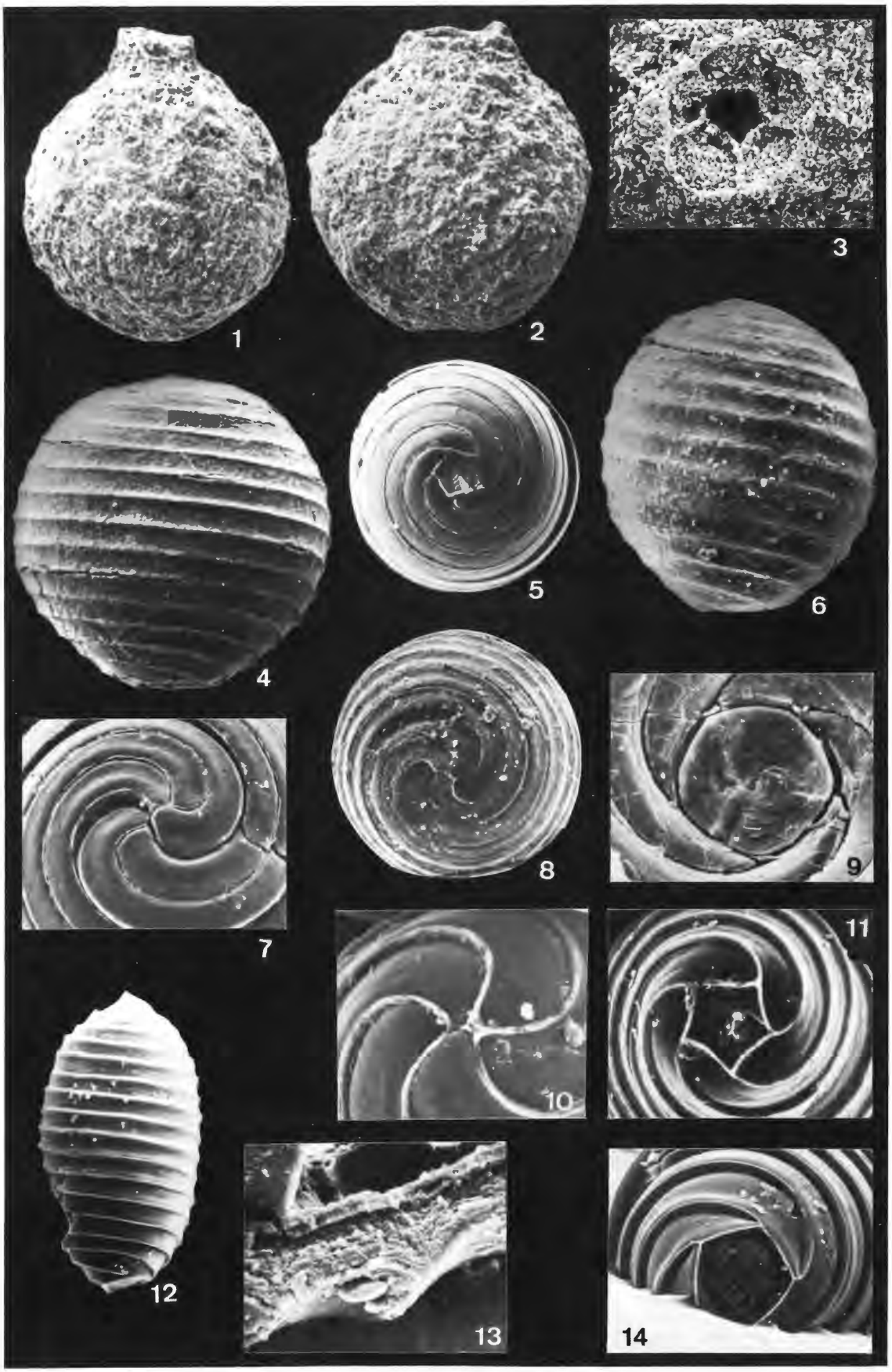
**TAFEL 3**

**Fig. 1-3** ? *Nodosoclavator* sp.
**Fig. 1** Seitenansicht; x 75.
**Fig. 2** Seitenansicht; x 75.
**Fig. 3** Basis des gleichen Stückes wie Fig. 2; x 150.

**Fig. 4-9** *Peckisphaera verticillata* (PECK 1937) GRAMBAST 1962.
**Fig. 4** Seitenansicht; x 130.
**Fig. 5** Basis; x 130.
**Fig. 6** Seitenansicht; x 130.
**Fig. 7** Top im Detail; x 250.
**Fig. 8** Top; x 130.
**Fig. 9** Basalplatte von innen, abgerundet pentagonal; x 400.

**Fig. 10-11** Charoideae indet.
**Fig. 10** Top im Detail; x 360.
**Fig. 11** Basis im Detail; x 200.

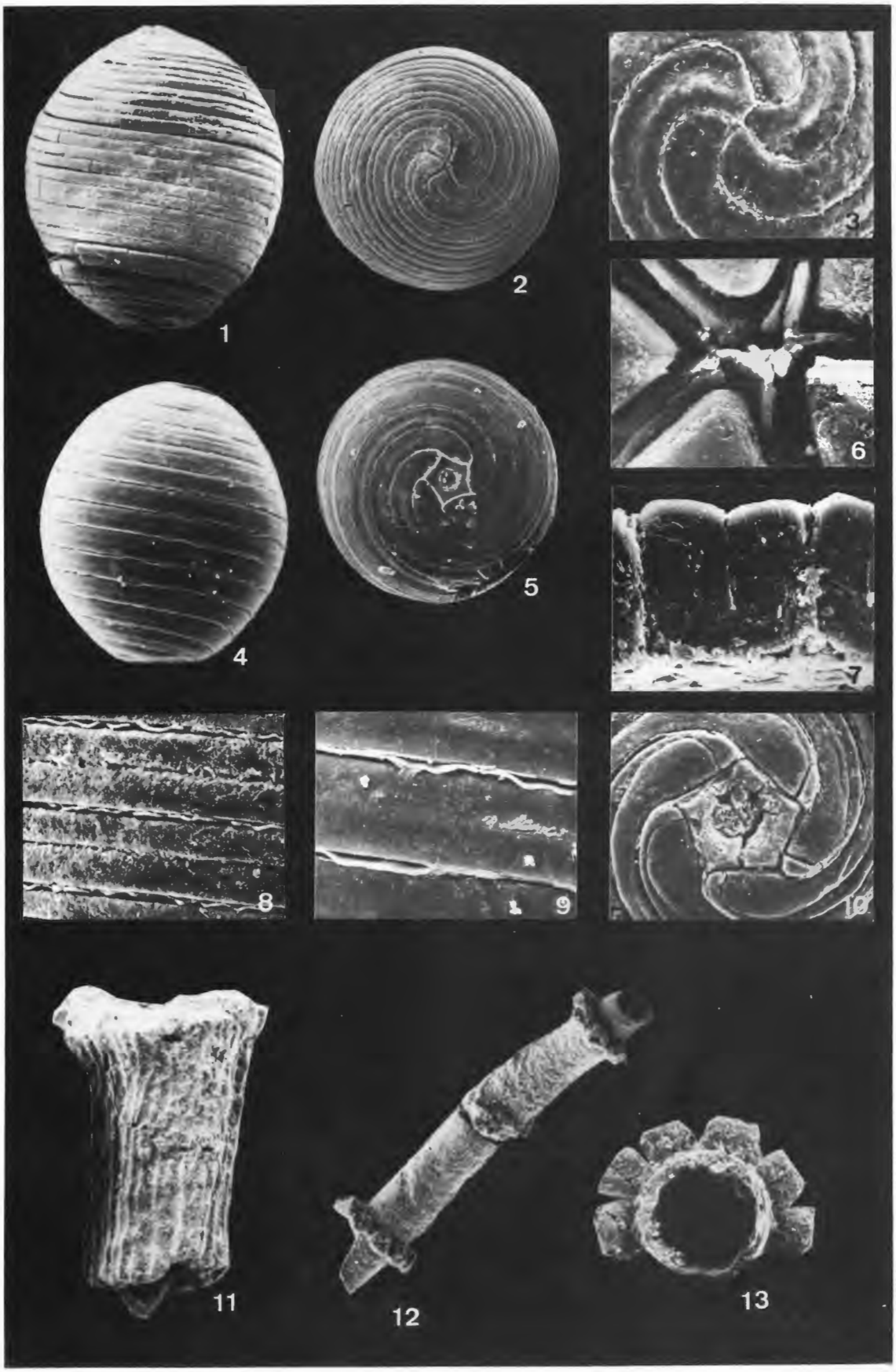
**Fig. 12-14** Charoideae indet. (Oosporen i.w.S.).
**Fig. 12** Seitenansicht; x 140.
**Fig. 13** Mehrlagige Wandstruktur im Detail, von innen (oben) nach außen (unten): Endosporin, Ectosporin, Sporostin; x 1150.
**Fig. 14** Basis im Detail; x 250.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

**TAFEL 4**

**Fig. 1-10** *Peckisphaera kampmanni* n.sp.
**Fig. 1** Holotyp, Seitenansicht; x 100.
**Fig. 2** Holotyp, Top; x 100.
**Fig. 3** Paratyp, Top im Detail; x 200.
**Fig. 4** Paratyp, Seitenansicht; x 100.
**Fig. 5** Paratyp, Basis; x 100.
**Fig. 6** Holotyp, Top im Detail, doppelwandige Spiralzellenmembrane zwischen den organischen Zellfüllungen; x 1150.
**Fig. 7** Gefurchte Spiralzellenfüllung im Querschnitt, unten (innen) mit Sporin und Sporostin; x 750.
**Fig. 8** Holotyp, gefurchte Spiralzellen in Außensicht, in den Suturen helle Spiralzellenmembrane; x 350.
**Fig. 9** Paratyp, wie oben, jedoch stärker fortgeschrittene Verfüllung der Spiralzellen; x 500.
**Fig. 10** Holotyp, Basis im Detail, Basalplatte mit zentraler rundlicher Pore; x 350.

**Fig. 11-13** Vegetative Teile von Charophyten.
**Fig. 11** Berindetes Internodium; x 45.
**Fig. 12** Unberindetes Blättchen (?); x 35.
**Fig. 13** Querschnitt vom gleichen Stück wie Fig. 12; x 85.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Geologie und Paläontologie in Westfalen

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Schudack Michael E.

Artikel/Article: Charophytenflora und Alter der unterkretazischen Karsthöhlen - Füllung von Nehden (NE-Sauerland) 7-44