

***Trapa zapfei* BERGER aus dem Untermiozän von Langau bei Geras (NÖ.) — eine Hydrocharitacee**

Von HANS-JOACHIM GREGOR¹⁾

(Mit 2 Tafeln und 5 Abbildungen)

Manuskript eingelangt am 25. September 1978

Zusammenfassung

Die aus dem Untermiozän von Langau bei Geras (Niederösterreich) beschriebenen Fossilien von *Trapa zapfei* BERGER konnten als Samen einer Hydrocharitaceen-Verwandten erkannt werden. Es handelt sich um die erste mit stachelartigen Auswüchsen versehene *Stratiotes*-Form des europäischen Tertiärs. Es werden die Neubeschreibung (*Ceratostratiotes* nov. gen.), die Neukombination, Gedanken morphogenetischer Art sowie Vergleiche mit den bekannten fossilen Arten der Gattung *Stratiotes* L. vorgelegt. Die vergesellschaftete Pflanzenassoziation ist gemäßigt und lässt ein subtropisches Klima zur damaligen Zeit vermuten.

Summary

Ceratostratiotes zapfei (BERGER) nov. comb., a new fossil member of the Hydrocharitaceae, was found in Early Miocene sediments near Langau (Geras, Northern Austria). Some English Eocene and Oligocene species of *Stratiotes* LINNE, *St. headonensis* CHANDLER, *St. hantonensis* CHANDLER and *St. minutissimus* CHANDLER have a somewhat similar morphology, with a hooked base and a sigmoidal outline.

In contrast to them the new genus *Ceratostratiotes* has thornlike outgrowths (apical, basal, lateral) and a pitted surface. The seed-body measures 5 × 3,5 mm and the spines extend up to 5 mm. These seeds might represent an endemic short living member of the Hydrocharitaceae, perhaps growing under marine influence.

Glyptostrobus europaeus (BRONGN.) HEER, *Myrica boveyana* (HEER) CHANDLER, *Chionanthus kornii* GREGOR, *Stratiotes kaltennordheimensis* (ZENKER) KEILHACK and *Carpolithus hafniensis* HARTZ occur with *Ceratostratiotes* and let suppose autochthonous conditions.

These deciduous elements indicate a fossil Mixed-mesophytic Forest in a subtropical climate with about 12–15° C mean annual temperature and an annual rainfall of 1200–1500 mm.

Einleitung

Bei einem Besuch des Naturhistorischen Museums Wien konnte fossiles Frucht- und Samen-Material verschiedener Lokalitäten untersucht werden. Dabei fielen besonders Samenreste von Langau bei Geras (Niederösterreich)

¹⁾ Anschrift des Verfassers: Dr. Hans-Joachim GREGOR, Richard-Wagner-Straße 10, Institut für Paläontologie und historische Geologie, Abt. Paläobotanik, D-8000 München 2.

auf, die von BERGER (1957) als *Trapa zapfei* beschrieben wurden. Es erschien mir unwahrscheinlich, daß es sich um solch untypische *Trapa*-Nüsse handeln sollte und ich untersuchte die Exemplare nach Dehiszenz, Innervation und Oberflächenstruktur, wobei sofort die Verwandtschaft zur Gattung *Stratiotes* LINNE deutlich wurde.

Eine Aufsammlung an der Lokalität Langau und die Untersuchung der Pollenflora konnten die paläobotanischen Ergebnisse weiter abrunden. Der Großteil des geborgenen Fossilmaterials liegt im Naturhistorischen Museum Wien, ein kleinerer Teil in der Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie München.

Für die Möglichkeit, das Material neu zu bearbeiten und die Resultate zu publizieren, möchte ich dem Naturhistorischen Museum Wien meinen herzlichen Dank aussprechen. F. RÖGL (Wien) danke ich vor allem für stratigraphische Hinweise.

Frau E. KÖSTLER vom Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München hatte die Freundlichkeit, das Manuskript zu schreiben. Bei den fotografischen Aufnahmen half Herr F. HÖCK vom selben Institut. Die REM-Fotos übernahm Fr. M. WERNER vom Institut für Allgemeine und angewandte Geologie der Universität München (Abt. Geochemie und Lagerstättenkunde), K. DOSSOW übernahm die Zeichnung der geographischen Karte, Fr. M. LARISCH machte die Pollenpräparate und Fr. H. THIELE-PFEIFFER (alle München) untersuchte sie auf den Polleninhalt hin. Allen genannten Personen danke ich hiermit herzlichst.

Fundort und Material

(Österr. Karte 1 : 50.000, Blatt Nr. 8, Geras, Rechtswert $15^{\circ} 44' 6''$, Linkswert $48^{\circ} 50' 50''$)

Der heute stillgelegte Braunkohlentagebau Langau bei Geras in Niederösterreich liegt in einem flachen Becken auf dem moldanubischen Grundgebirge. Eine Beschreibung der Schichtfolge gibt ZAPFE (1953). Danach findet sich in durchschnittlich 10 m Tiefe das Hauptflöz, das Oberflöz ist in mehreren Teilmulden mit wechselndem Relief ausgebildet und liegt manchmal nur einige Meter über dem Hauptflöz. Das Zwischenmittel und das Hangende bestehen aus grauen, tonigen Fein- bis Mittelsanden. An der Basis des Hauptflözes ist ein ca. 10 cm starkes Kohlenblatt abgespalten und im 10—20 cm starken Zwischenmittel von sandigem Kohlenton fand sich eine Fauna von Landsäugern und marinen Wirbeltieren (*Mastodon*, *Rhinocerotidae*, *Metaxytherium krahuletzii*, Crocodilier, Haifischzähne). Diese Fauna war ausschlaggebend für die Einstufung der Kohlen in das „Burdigal“.

Das Liegende des Hauptflözes besteht aus grünen, sandigen Tonen, Ton und tonigem Sand, der nach unten in Schotter übergeht. Etwa 60 cm unter der Kohle ist eine 10 cm mächtige Lage einer Lumachelle von Cerithien und

Cyrenen eingeschaltet. Der kristalline Untergrund wurde bei Bohrungen nicht erreicht, so daß die vollständige Schichtfolge nicht bekannt wurde.

Die von BERGER (1957) beschriebenen Samen stammen aus dem Hangenden des Hauptflözes im Abbaufeld C. Außer einem einzigen Haifischzahn (*Lamna* sp.) wurden dort keine weiteren Fossilien gefunden.

HOCHLI geht 1978 (S. 41) auf die Mikroflora von Langau ein und stellt sie in das Ottangian (vgl. Näheres unter „Stratigraphische Einstufung“).

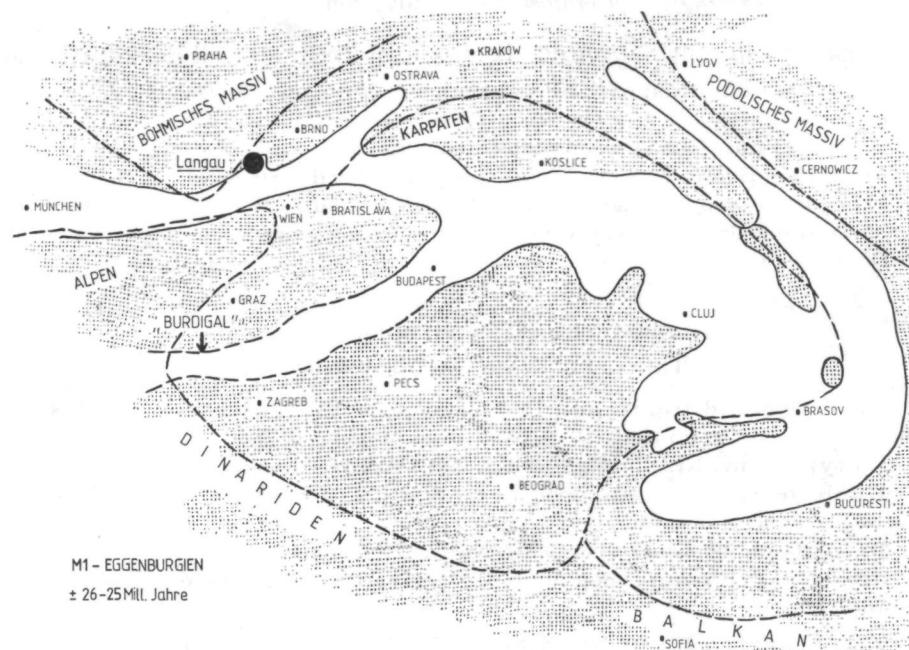


Abb. 1. Der Fundpunkt Langau bei Geras im Zusammenhang mit der untermiozänen Meeresbedeckung der Paratethys im südlichen Mittel-Europa (nach CICHA 1970; STEININGER & SENES 1971; STEININGER, RÖGL & MARTINI 1976 und Karte M₁-Eggenburg vom IGCP-Arbeitskreis 1978)

Zur paläogeographischen Lage des Fundpunktes wäre zu bemerken, daß er sich am Nordrand des untermiozänen Meeres der Zentralen Paratethys befand. Nur wenige Kilometer gegen Südosten und Osten lagern die untermiozänen Meeresablagerungen der Molassezone auf dem Kristallin der böhmischen Masse auf. Eine Übersicht gibt Abb. 1 mit der Verbreitung des Meeres der Paratethys im Untermiozän.

Das Fossilmaterial liegt in einem grauen, harten und zähen, glimmerreichen Tonstein mit sandigen Komponenten und viel fein verteilem Schwefel-eisen. Diese Ausbildung hinderte sehr stark bei der Präparation der Fossilien — ein Aufschlämmen war nicht möglich. Es wurde nun ein eigenes Verfahren angewandt, wobei das Sediment um die darin steckenden Samen erst mit der

Präpariernadel angeritzt und sodann mit 10%-iger Peroxidlösung tropfenweise behandelt wurde. Dies geschah unter dem Binokular und konnte durch Wasserbeigaben bzw. Erhitzung durch Lampenlicht etwas gesteuert werden. Abspülung durch Wasser, langsame Trocknung und Behandlung mit Klarlack erbrachten beste Ergebnisse.

Systematische Beschreibung *Ceratostratiotes* nov. gen.

OrganGattung für Samen der Hydrocharitaceen, speziell der Stratotaeae.

Derivatio nominis: nach Keros (griech.) = Horn, und der Gattung *Stratiotes* L. benannt.

Generotypus: *Ceratostratiotes zapfei* (BERGER) nov. comb.

Diagnose: Eiförmige Samen, dem allgemeinen Bau der *Stratiotes*-Samen ähnlich — mit subbasaler Mikropyle, apikaler Chalaza und einem häutigem Tegmen. Die Oberfläche der Samen ist mit Grübchen versehen und weist einige dorn- oder flossenartige Auswüchse auf. Die Raphe verläuft von apikal entlang der „Rückenflosse“ nach außen.

Ceratostratiotes zapfei (BERGER) nov. comb.

Taf. 1, Fig. 1—8, Taf. 2, Fig. 1—10

Basionym und Holotypus: 1957 *Trapa zapfei* BERGER, Phyton 7, 1—3, S. 157, Abb. 1 A. — Inv. Nr. Pb 453/I Naturhistorisches Museum Wien.

Isotypen: Inv. Nr. Pb 453/2—468/2, Naturhistorisches Museum Wien.

Dubletten: Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und hist. Geologie München, o. Nr.

Locus typicus: Langau bei Geras, Nieder-Österreich.

Stratum typicum: Unter-Miozän, Ottnangien, Hangendes des Braunkohlen-Hauptflözes.

Emendierte Diagnose: Samen 4,5—6,5 × 2,5—4,0 mm groß, eiförmig, und dem allgemeinen morphologischen Bau nach den Samen von *Stratiotes* LINNE (rezente und fossile Arten) ähnlich. Dehiszenzlinie entlang des größten Umfanges, den Samen in zwei symmetrische Hälften zerlegend. Mikropyle basoventral gelegen; Chalaza apikal (vgl. Abb. 2B); die innere Samentesta ist dünnhäutig und längsgestreift. Die Oberfläche der Samen ist großgrubig (ca. 0,2 mm) ornamentiert (vgl. Taf. 1, Fig. 7, 8) und nicht mit der der meisten fossilen *Stratiotes*-Arten zu vergleichen. Als Besonderheit sind sowohl am Dehiszenzrand als auch lateral kamm-, buckel-, horn-, zapfen- oder dornartige Auswüchse entwickelt, die bis 5 mm lang werden können. Von diesen sind zu unterscheiden (die Nummern beziehen sich auf die Abb. 2 A, C, D):

- 1: ein dorsales, meist flossenartiges Paar, in das von apikal herlaufend die Raphe einmündet und am vorderen Rand entlang nach außen läuft (die Variabilität vgl. in Abb. 2)
- 2: ein basolaterales Stachel-Paar
- 3: ein meist dornartiges apikolaterales Paar
- 4: ein oft weit klaffendes apikoventrales Paar

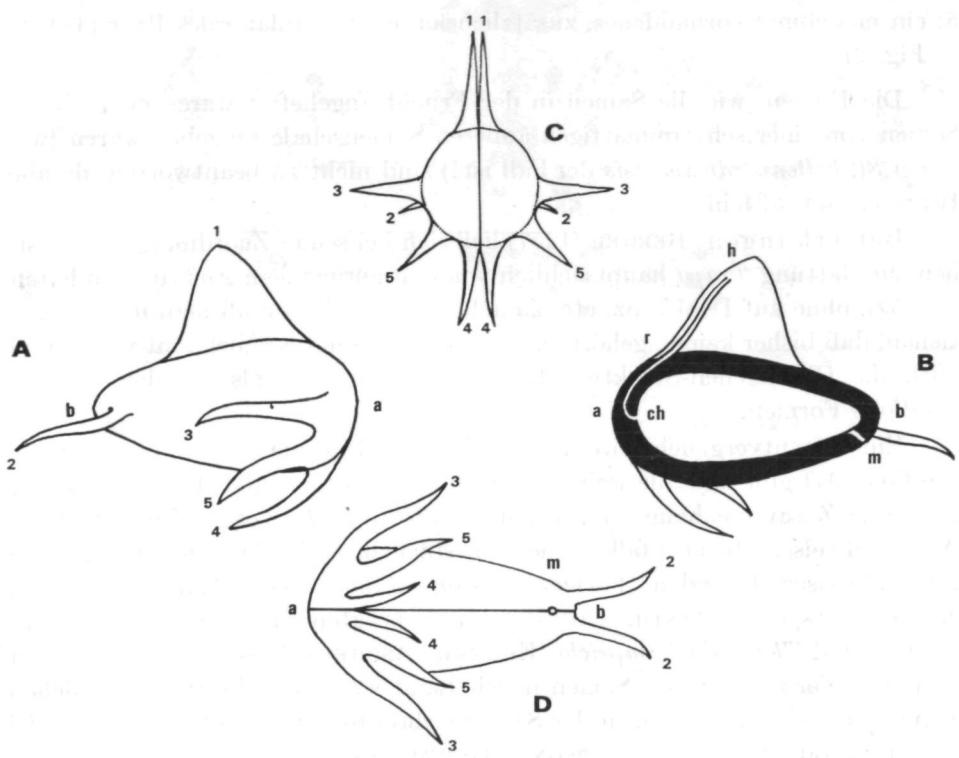


Abb. 2. Schemata zur Morphologie von Samen der Art *Ceratostratiotes zapfii* (BERGER) nov. comb.; A: von der äußeren Seite; B: von innen; C: von vorne; D: von ventral; schwarz = innere Samenschale; a = apikal; b = basal; m = Mikropyle; ch = Chalaza; r = Raphelitbündel; h = Hilum;

Auswüchse: 1 = dorsales Paar 4 = apikoventrales Paar
 2 = basolaterales Paar 5 = apikoventrolaterales Paar (manchmal
 3 = apikolaterales Paar zusätzlich vorhanden)



Abb. 3. Variable Ausbildung der dorsalen Auswüchse von *Ceratostratiotes zapfii* (BERGER) nov. comb.

5: ein manchmal vorhandenes, zusätzliches apikoventrolaterales Paar (Taf. 2, Fig. 2).

Die Fragen, wie die Samen in der Frucht angeheftet waren oder ob die Samen von einer schwammartigen äußeren Samenschale umgeben waren (wie es bei *St. kaltennordheimensis* der Fall ist!) sind nicht zu beantworten, da alle Hinweise darauf fehlen.

Bemerkungen: BERGER (1957) ließ sich bei seiner Zuordnung der Fossilien zur Gattung *Trapa* hauptsächlich von den hornartigen Auswüchsen leiten (S. 153), ohne auf Dehiszenz, etc. zu achten. Allerdings muß man in Betracht ziehen, daß bisher keine „gehörnten“ *Stratiotes*-Exemplare bekannt waren und auch die Oberflächen-Struktur etwas anders aussieht als bei den meisten *Stratiotes*-Formen.

Ein Rezentvergleich wird hier nicht vorgelegt, da es nur eine rezente *Stratiotes*-Art gibt und alle weiteren Arten ausgestorben sind. Interessant mag in diesem Zusammenhang sein, daß nahe mit *Stratiotes* verwandte Gattungen Arten aufweisen, die ebenfalls Samen mit stacheligen Anhängseln haben, so die im Süßwasser lebenden Formen *Blyxa echinosperma* (CLARKE) MAXIM., *Blyxa ceratosperma* MAXIM. und die marin geprägten *Enalus acoroides* (L. fil.) STEUD., und *Thalassia Hemprichi* (EHRENB.) ASCHERS. Diese Ausbildung dient z. T. der Verbreitung der Samen durch Landtiere und gibt einen möglichen Hinweis auf die Bedingungen der Samenverbreitung bei *Ceratostratiotes zapfei* (vgl. HARTOG 1970 und ASCHERSON & GÜRKE 1889, S. 245).

Vergleich mit fossilen *Stratiotes*-Arten

Die Gattung *Stratiotes* L. war schon mehrfach Gegenstand eingehender monographischer Untersuchungen und so kann ich vor allem auf CHANDLERS (1923), HOLY & BŮŽEK (1966) und PALAMAREVS (1978) Werke verweisen, in denen Vergleichsdaten, Morphologie und ökologische Aspekte behandelt werden.

Ich kann mich des Eindrucks nicht erwehren, daß die fossilen Arten, bis auf *Stratiotes aloides* L. f. *intermedius* HARTZ, einer anderen, nahe verwandten, ausgestorbenen Gattung angehören, da die Morphologie der rezenten und fossilen Arten sehr unterschiedlich ist. Speziell die bei den fossilen Arten auftretende schwammartige, äußere Samenschale (fast nie erhalten) mit ganz wenig ornamentierter bis glatter Oberfläche, deren Dicke etwa der der inneren Schicht entspricht, ist bei der rezenten Art nicht ausgebildet. Bei einer neuerlichen Untersuchung der ganzen Gruppe müßten auch histologische Nachweise erbracht werden.

Ein Vergleich mit den häufigsten Arten von *Stratiotes* aus dem europäischen Tertiär ist auf den ersten Blick wenig Erfolg versprechend — wenn man die Oberflächenstruktur und Gesamtmorphologie betrachtet. Nur die Innervation, die häutige Samentesta und die Größe stimmen relativ gut überein. Die meist mit basalem Kragen und warzig-rugoser Oberfläche versehenen, mit den österreichischen Fossilien verglichenen Samen gehören zu folgenden Arten:

St. kaltennordheimensis (ZENKER) KEILHACK; *St. neglectus* CHANDLER; *St. websteri* (BRONGN.) ZINND.; *St. acuticostatus* CHANDLER; *St. tuberculatus* E. M. REID; *St. zinndorfi* KIRCHHEIMER; *St. sibiricus* DOROFEEV (vgl. zu allen CHANDLER, 1923; REID & CHANDLER, 1926; KIRCHHEIMER, 1957 und DOROFEEV, 1963). Weiterhin sind die rezente *St. aloides* L. und die dieser morphologisch nahestehenden fossilen Formen, *St. aloides* L. f. *intermedius* HARTZ, *St. thalictroides* (BRONGN.) CHANDLER und *St. inversus* NIKITIN zu lang und schmal, aber auch zu glatt (auf der Oberfläche der Samenschale — äußere Schicht?) (vgl. HARTZ 1909; CHANDLER 1923 und NIKITIN 1965).

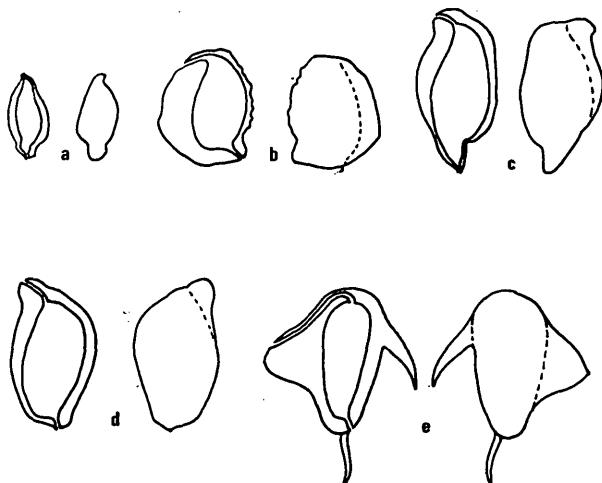


Abb. 4. Morphologischer Vergleich einiger fossiler *Stratiotes*-Samen sigmoider Form, z. T. mit leistenartigen Auswüchsen; links oben das Hilum bzw. Chalaza, basal die Mikropyle
 a) *Stratiotes minutissimus* CHANDLER d) *Stratiotes websteri* (BRONGN.) ZINNDORF
 b) *Stratiotes headonensis* CHANDLER e) *Ceratostratiotes zapfei* (BERGER) nov. comb.
 c) *Stratiotes hantonensis* CHANDLER

Es gibt nun aber eine Gruppe von *Stratiotes*-Arten, die näher zu einem Vergleich in Frage kommt, wenn sie auch eine kleingrubige Oberflächenstruktur, meist mit in Reihen stehenden Warzenleisten aufweist — und noch dazu meist kleinere Samen hat. Es sind dies die Arten *St. headonensis* CHANDLER, *St. hantonensis* CHANDLER und *St. minutissimus* CHANDLER (vgl. dazu CHANDLER 1960, S. 222—223, Taf. 33, Fig. 87—95; 1963 a, S. 339, Taf. 27, Fig. 11—19 und 1963 b, S. 62—63, Taf. 7, Fig. 38—44, Taf. 8, Fig. 1—32). Gemeinsam ist ihnen eine sehr unregelmäßige Form — “hooked at the base, sigmoidal in outline” (CHANDLER 1963 b, S. 62) und ein z. T. deutlich leisten- oder flügelartig ange deuteter Kiel (vgl. Abb. 4). Es läßt sich schön zeigen, daß hier morphologische Details vorliegen, die „unausgereift“ wirken, immer im Hinblick auf *Ceratostratiotes zapfei*, wo die Auswüchse wirklich ausgebildet sind. Die eben erwähnten Arten aus England und Rumänien sind aus dem mittleren Eozän bis zum

unteren Oligozän bekannt. Es ist durchaus möglich, daß es sich bei den unregelmäßigen Formen um homologe Ausbildungen handelt, die keinerlei nähere Verwandtschaftsverhältnisse bedeuten. Interessant ist jedoch, daß auch die rugosen Formen bereits im Eozän vorhanden waren und es sich also um zwei Hauptlinien der Entwicklung handeln könnte. Zudem hat PALAMAREV (1973, S. 94) bei *St. hantonensis* neue Formen aufgestellt, die die Variabilität der Art zeigen und bereits ein Bild vermitteln zwischen den „sigmoiden“ und den „normallänglich-eiförmigen“ Typen (vgl. Abb. 4).

Schließlich sei noch eine Idee erwähnt, die den dorsalen Buckel unseres Fossils (Abb. 5b) mit der Rapheleitung betrifft. Vergleicht man die Samen von *St. websteri* (Abb. 5a) und *St. thalictroides* mit anderen fossilen Samen, so fällt das apikale Hilum auf einem höckerartigen Auswuchs auf. Bei allen anderen Arten (*St. kaltennordheimensis* z. B., Abb. 5c) liegt das Hilum median bis basal

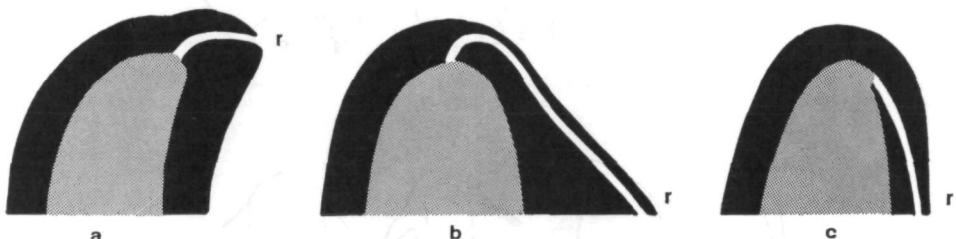


Abb. 5. Rapheverlauf (r) bei *Stratiotes websteri* (a), *Ceratostratiotes zapfei* (b) und *Stratiotes kaltennordheimensis* (c); schwarz = Samenschale; grau = Samenfach

(vgl. Abb. 5). Vielleicht bestehen auch hier wiederum Beziehungen zu den untermiozänen Langauer Fossilien. *St. websteri* und *St. thalictroides* stammen aus mittel- bis ober-oligozänen Sedimenten Frankreichs und Deutschlands (vgl. CHANDLER 1923, S. 128, Taf. VI, Fig. 1 und S. 129, Taf. VI, Fig. 7).

Geographische, ökologische und morphogenetische Überlegungen

Wie bereits näher bei HOLY & BŮŽEK (1966, S. 108) dargelegt, ist die Gattung *Stratiotes* heute nur mit einer Art als Wasserpflanze in Europa und West-Sibirien verbreitet. Sie war früher bedeutend artenreicher vertreten und ist bis ins Eozän zurück zu verfolgen.

Unsere stacheligen Fossilien sind sensu PALAMAREV (1978, S. 113) als zu einer Art mit geringster geographischer und stratigraphischer Reichweite gehörig anzusehen — osteuropäischer Verbreitung und untermiozäner Einstufung.

Warum nun unsere Art plötzlich lange Auswüchse bekommen hat — und das nur an einer Lokalität in Europa — ist ein interessantes Phänomen *), zu

*) Allerdings gibt es auch bei *Ceratophyllum penteacanthum* HAYNALD aus einem Teich der erzbischöflichen Parkanlage in Kalocsa (Ungarn) ähnliche „übertrieben“ ausgebildete Stachelfortsätze.

dem PALAMAREV (1978) für die Gattung *Stratiotes* einige Gedanken gebracht hat. Zuerst die Tatsachen: das tonige Zwischenmittel (mit viel Schwefelkies) zwischen dem Haupt- und dem Hangend-Flöz von Langau wird als marin beeinflußt angesehen (vgl. ZAPFE 1953, BERGER 1957, S. 152). Man könnte nun die Frage stellen, ob der Salzgehalt des nahen Meeres die Auswüchse an unseren Fossilien gefördert hat — dies bestätigt PALAMAREV (1978, S. 114) für *Stratiotes*. Er erwähnt . . . „daß die Gattung eine ökologische Evolution erfahren hat, die mit den Veränderungen des Wassermilieus in Verbindung steht. So waren ihre Urvertreter Bewohner der sog. Übergangsküstenzonen oder Ökotone, in denen der Einfluß des Meerwassers noch vorhanden ist . . .“.

Wir haben also für die „sigmoide Gruppe“ extreme physikalische Bedingungen, aber trophisch sehr günstige, in schwach ausgesüßten Meeresbecken, ebenso aber auch eine große Arten- und Individuenzahl (ibid. S. 115). Wie bereits oben erwähnt, gehören *St. headonensis*, *St. hantonensis*, *St. orbicularis* und *St. minutissimus* zu dieser Gruppe von fast eurithermen und euryhalinen Formen der Hydrocharitaceen, zusammen mit *Ceratostratiotes zapfei*.

Dieser ersten Gruppe steht eine zweite gegenüber, die in bereits ausgesüßten Meeresbereichen bzw. im Süßwasser lebt und zu der vor allem *St. websteri* gehört, aber auch schon *St. kaltennordheimensis*. Die dritte Gruppe ist dann an reine Inland-Süßwasserbedingungen angepaßt (*St. aloides*).

Über die mit unseren Fossilien vergesellschaftete Phytozönose sind nur bedingt Aussagen zu machen, da nur wenige weitere Pflanzenreste vorliegen. Diese wurden bei einem Besuch auf der Halde der ehemaligen Kohlengrube Langau im August 1978 gefunden. Sie lagen z. T. in den kohligen und tonigen Sedimenten, z. T. wurden sie aus den mitgenommenen Proben ausgeschlämmt. Leider ist die stratigraphische Lagerung der Sedimente nicht mehr zu eruieren. Möglicherweise stammen die von mir auf Halde gefundenen Pflanzenreste aus einer anderen Tonlage als die Originale ZAPFES (in den ursprünglich vorliegenden Tonstein-Handstücken wurden keine weiteren Pflanzenfossilien gefunden!). Aus diesen neu aufgesammelten Proben ließ sich nun folgende Florula gewinnen:

Tonstein: *Glyptostrobus europaeus* (BRONGN.) HEER; (Zapfen, Samen). *Myrica boveyana* (HEER) CHANDLER; (Steinkerne). *Chiocanthus kornii* GREGOR; (Steinkerne). *Stratiotes kaltennordheimensis* (ZENK.) KEILHACK; (Samen). *Ceratostratiotes zapfei* (BERGER) GREGOR; (Samen).

Kohle: *Glyptostrobus europaeus* (BRONGN.) HEER; (Samen). *Myrica ceriferiformoides* BÜZEK & HOLÝ; (Steinkerne). *Carpolithus hafniensis* HARTZ (= *Spondiaecarpum turbinatum* MENZEL; (Steinkerne). *Stratiotes kaltennordheimensis* (ZENKER) KEILHACK; (Samen). *Spirematospermum wetzleri* (HEER) CHANDLER; (Samen).

Die Florula ist äußerst arm sowohl an Individuen als auch an Arten, was entweder am feuchten Standort liegen mag (Sumpfwald-Buschmoor-Tümpel), der wohl in der Nähe zu suchen ist — oder an der stratigraphisch tiefen Lage mit kühlem Subtropenklima und einer möglichen Pionierflora (Meeresrand?).

Manche Endokarpien von *Carpolithus hafniensis* aus der Kohle sind so stark abgeschliffen, daß auf einen längeren Transportweg oder sogar Um-

lagerung gedacht werden könnte (vgl. HARTZ 1909, S. 278). Die Kohle wäre demnach als semiautochthon oder sogar allochthon anzusehen, wobei aber die Unsicherheit der Aussage durch die wenigen Reste bedingt wird.

Eine vermutete Ähnlichkeit mit einer Zönose einer mangroveähnlichen Formation (vgl. PALAMAREV 1978, S. 117) bestätigt sich demnach nicht. Es lassen sich zusammenfassend zur damaligen Zeit eindeutige Sumpfgebiete mit Wasserpflanzen (*Stratiotes* und *Ceratostratiotes*), aber auch mit Formen nur teilweise überfluteter Böden (*Glyptostrobus*, *Myrica*, *Carpolithus hafniensis*) oder trockener Inseln (*Chionanthus*) darin rekonstruieren. Ein paralischer Einschlag ist damit nicht beweisbar, aber auch nicht abzulehnen.

Eine kleine Probe des Sedimentes, das die Samen beinhaltete, wurde zusätzlich aufbereitet und auf den Pollengehalt hin untersucht. Fr. H. THIELE (Institut f. Paläontologie u. hist. Geol. München), die sich freundlicherweise der Präparate annahm, konnte folgende Taxa benennen, die die Zusammenstellungen von KLAUS (1952, S. 71) und vor allem von OBRITZHAUSER (1954, S. 331—359) bestätigen bzw. ergänzen:

Sporen: *Leiotriletes maxoides* (*Lygodium*; = *Lygodioisporites adriennis*); *Laevigatisporites haardti* (*Polypodiaceae*); *Baculatisporites primarius* (*Osmunda*).

Pollen: *Pinus*; *Picea*; „*Glyptostrobus*“; *Ericaceae*; *Ulmaceae*; *Myrica*; *Momipites punctatus* (cf. *Engelhardtia*); *Oleaceae*; *Liquidambar* (?); *Tripolporopollenites pseudocingulum*; als die häufigsten Taxa können die Pinaceen und Taxodiaceen gelten.

Aus dieser Aufstellung lassen sich folgende Rückschlüsse auf die Vegetation im Gebiet von Langau zur Zeit von *Ceratostratiotes zapfei* ziehen: die während der Braunkohlenbildung herrschenden Bedingungen mit Myricaceen-Betulaceen- oder Taxodieen-Cupressoideen-Bruchwäldern werden hier fortgeführt, wobei aber auch verschiedene allochthone Elemente mit eingeweht wurden. Ergänzend sei erwähnt, daß HOCHULI (1978, S. 41) aus Proben von der Halde in Langau vor allem Ulmaceen, aber auch Gramineen und viele Pinaceen nachweisen konnte.

Morphogenetische Überlegungen sind im Moment noch schwierig, aber es lassen sich, wie bereits erwähnt, im Eozän und Oligozän bereits Formen unterscheiden, die „beginnende“ Auswüchse bzw. Leisten aufweisen (vgl. Abb. 4), allerdings auch schon Arten mit rugosen Samenschalen, die normale Wanddicken haben. Im Miozän sind dann nur noch Arten ohne Auswüchse zu finden (außer unserem Fossil) und die meisten haben dann in Reihen liegende Warzen auf der kleingrubigen Oberfläche. Vergleicht man das morphogenetische Bild (in HOLÝ & BŮŽEK 1966, S. 122), so fällt z. B. die Langlebigkeit von *St. kaltennordheimensis* auf, gerade im Gegensatz zu den „marinen“ Typen, wie *St. hantonensis*, etc. Unser Fossil-Typ müßte als vermutlicher Endemit im Unter-miozän eingefügt werden und stellt sicherlich einen sehr kurzlebigen Seitenzweig der Evolution dar. Es erscheint mir sicher, daß die Abzweigung der neuen Art nicht erst im Oligozän (z. B. von *St. websteri*) oder Eozän erfolgte, sondern noch früher. Für diese Theorie spricht die ausgereifte morphologische Ausbildung von *Ceratostratiotes zapfei*.

Stratigraphische Einstufung

Stratigraphisch sind die Vertreter der Hydrochariteae seit dem Eozän bekannt und haben ein gehäuftes Vorkommen im Eozän, aber auch in mittelmiozänen autochthonen Sedimenten. Im Pliozän verschwinden die rugosen, gedrungenen Formen und machen länglich-schlanken, feinornamentierten Samen der rezenten Art Platz. *Ceratostratiotes zapfei* scheint auf das Untermiozän beschränkt zu sein und ist bisher noch an keiner anderen Fundstelle nachgewiesen worden. In dieser Zeit finden wir zusätzlich die Arten *St. sibiricus*, *St. zinndorfi* und *St. kaltennordheimensis*.

Die burdigale Einstufung der Liegendsedimente der Kohle von Langau wird von ZAPFE (1953, S. 14, 15), KLAUS (1952) und OBRITZHAUSER (1954) diskutiert. Unsere *Ceratostratiotes*-Fossilien gestatten keine stratigraphische Aussage. Die Begleitflora andererseits macht einen durchaus „mittelmiozänen“ Eindruck und könnte auch in der Oberpfälzer Braunkohle gefunden worden sein (vgl. GREGOR 1978 und 1980). Die einzelnen Arten gestatten dazu folgende Aussagen:

Spirematospermum wetzleri, *Glyptostrobus europaeus* und *Carpolithus hafniensis* sind als „autochthone Durchläufer“ zu betrachten und sind vom Oligozän bis zum Pliozän verbreitet. *Myrica boveyana* stellt ein altertümliches Element dar, ebenso wie die warzige *M. ceriferiformoides*. Erstere findet sich hauptsächlich im Eozän des London-Tons, im Oligozän von Bovey Tracey (beidesmal England) und im Mittel-Miozän der Lausitz und der Oberpfalz (Deutschland). Letztere kommt fast nur im Unter- und im Mittel-Miozän Böhmens, der DDR und der Oberpfalz vor. *Stratiotes kaltennordheimensis* ist vom Oligozän bis zum Obermiozän nachgewiesen und *Chionanthus kornii* vor allem im Mittelmiozän.

Ein Vergleich mit den ähnlich alten Floren des europäischen Raumes stellt sich folgendermaßen dar:

Die größte Ähnlichkeit hat die Langauer Flora mit der aus dem Chomutov-Most-Teplice-Becken (vgl. HOLÝ & BŮŽEK 1964) mit den gemeinsamen Arten *Glyptostrobus europaeus*, *Spirematospermum wetzleri*, *Stratiotes kaltennordheimensis*, *Myrica boveyana* (als *M. suppanii* bezeichnet) und *Myrica ceriferiformoides*. Diese tschechische Flora wird als „helvetisch“ oder „tortonisch“ angesehen. Mit der benachbarten Flora von Safov (KNOBLOCH 1978) hat unsere aus Langau nur *Glyptostrobus*, *Stratiotes* und *Myrica ceriferiformoides* gemeinsam (Ottnang bis Baden) und mit der aus Maiersch (Horner Becken, Niederösterreich; Eggenburg) Formen wie *Stratiotes*, *Myrica boveyana* und *Carpolithus hafniensis*.

Der Prozentsatz verschiedener Pflanzenelemente der Langauer Flora liegt bei 57% paläotropischer und 43% arktotertiärer sowie 85% exotischer und 15% einheimischer Elementen. Diese Zahlen decken sich fast vollständig mit denen der Lokalität Viehhäusen (Regensburg, Oberpfalz; vgl. GREGOR 1980, S. 66). Hier sind die Werte 54 und 46 sowie 81 und 19 Prozent. Die Flora von

Viehhausen wird in das Unter-Torton eingestuft, wobei besonders ein mittelmiozäner Faunenanteil zu erwähnen ist.

Weitere Florenvergleiche, vor allem mit solchen aus dem süddeutschen Bereich, können im Moment noch nicht durchgeführt werden, da eine Auswertung noch fehlt.

Pollenanalytische Untersuchungen der letzten Zeit haben eine starke Häufung der arktotertiären Elemente, sowie ein gehäuftes Auftreten der Gramineen gezeigt. Dies geht kongruent mit den Bedingungen anderer Floren aus dem Ottnang (vgl. HOCHULI 1978, S. 41). Andrerseits erwähnt derselbe Autor eine stärkere Zunahme der thermophilen Elemente als sonst in Proben des gleichen Alters.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die artenarme Flora aus den hangenden Tonen und Kohlen von Langau vermutlich in den Zeitraum zwischen dem höheren Untermiozän und dem tieferen Mittelmiozän gestellt werden kann.

Die Klimadaten, die HOCHULI (1978, S. 44) angibt, können von den gefundenen Fruktifikationen her gesehen, nur bestätigt werden — höchstens noch minimal abgemildert werden. Die mittlere Jahrestemperatur dürfte 12—15° C betragen haben, die jährliche Regenmenge etwa 1200—1500 mm. Zum Vegetationsvergleich können die „Deciduous“- oder „Mixed-mesophytic Forests“ Chinas, Japans oder Nordamerikas herangezogen werden.

Literatur

- ASCHERSON, P. & GÜRKE M. (1889): Hydrocharitaceae. — In: ENGLER, A. & K. PRANTL: Die natürlichen Pflanzenfamilien, II, 6: 238—258. — Leipzig.
- BERGER, W. (1957): Eine neue fossile Wassernuß aus den untermiozänen Braunkohlenablagerungen von Langau bei Geras in Niederösterreich. — Phyton, 7/1—3: 152—158, 2 Abb. — Graz.
- BÜŽEK, C. & HOLÝ F. (1964): Small-sized Plant Remains from the Coal Formation of the Chomutov-Most-Teplice Basin. — Sborn. geol. Ust. Csl., pal., 4: 105—138, 3 Abb., 8 Taf. — Praha.
- CHANDLER, M. E. J. (1923): The Geological History of the Genus *Stratiotes*: An Account of the Evolutionary Changes which have occurred within the Genus during Tertiary and Quarternary Times. — Quart. J. Geol. Soc. London, 79: 117—138, 2 Taf. — London.
- (1960): Plant Remains of the Hengistbury and Barton Beds. — Bull. brit. Mus. (natur. Hist.), Geol., 4/6: 193—238, Taf. 29—35. — London.
 - (1963): Revision of the Oligocene Flores of the Isle of Wight. — Bull. brit. Mus. (natur. Hist.), Geol., 6/3: 321—384, Taf. 27—35. — London (1963a).
 - (1963): The Lower Tertiary Floras of Southern England. 3. Flora of the Bournemouth Beds, the Boscombe, and the Highcliff Sands. — Brit. Mus. natur. Hist., XI+169 S., 25 Taf. — London (1963b).
- DOROFEEV, P. I. (1963): Die tertiären Floren Westsibiriens. — Akademia Nauk SSSR, Bot. Inst. V. L. KOMAROV, 287 S., 38 Abb., 50 Taf. — Moskau—Leningrad.
- GREGOR, H.-J. (1978): Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle. I. Funde aus den sandigen Zwischenmitteln. — Palaeontographica, B 167/1—6: 8—103, Taf. 1—15, 4 Tab., Stuttgart.
- (1980): Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle.

- II. Funde aus den Kohlen und tonigen Zwischenmitteln. — *Palaeontographica B* 174/1–3: 7–94, Taf. 1–15, 3 Tab. — Stuttgart.
- HARTOG, C. den (1970): The Sea-grasses of the World. — *Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Afd. Natuurk., Tweede Reeks*, 59/1: 275 S., 31 Abb. — Amsterdam.
- HARTZ, N. (1909): Bidrag til Danmarks tertiaere og diluviale Flora. — *Danmarks geol. Undersog.*, (II) 20: 292 S., 13 Taf. — Kopenhagen.
- HOCHULI, P. A. (1978): Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys. — *Beitr. Paläont. Österr.*, 4: 132 S., 14 Taf., 3 Tab. — Wien.
- HOLÝ, F. & BŮŽEK C. (1966): Seeds *Stratiotes* L. (Hydrocharitaceae) in the Tertiary of Czechoslovakia. — *Sborn. Geol. VED, pal.*, 8: 105–135, 10 Taf. — Praha.
- KIRCHHEIMER, F. (1957): Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. — 672 S., 55 Taf., 1 Karte. — Halle/Saale (VEB W. Knapp-Verlag).
- KLAUS, W. (1952): Bemerkungen zur Palynologie der Hausruck-Kohlen. — *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl.*, 1952: 69–77, 1 Tab. — Wien.
- KNOBLOCH, E. (1978): Die untermiozäne Flora von Safov in Südmähren. — *Vestn. Ustr. Ust. Geol.*, 53: 153–162, 2 Taf., 1 Abb. — Praha.
- NIKITIN, P. A. (1965): Die aquitane Samenflora von Lagernovo Sad (Tomsk). — 119 S., 23 Taf. — Tomsk (Hrsg. Tomsk Universität, W. W. KUIBISHEV).
- OBRITZHAUSER, H. (1954): Pollenanalytische (palynologische) Untersuchungen an der untermiozänen Braunkohle von Langau bei Geras, NÖ. — *Sitzb. österr. Akad. Wiss., math. -naturw. Kl., Abt. I*, 163: 225–374, 33 Abb., 1 Profil. — Wien.
- PALAMAREV, E. (1970): Fossile Floren aus drei Braunkohlenbecken in Südwestbulagrien. — *Bull. Inst. Bot.*, 20: 35–79, 5 Abb., 7 Taf. — Sofia.
- (1973): Die Eozäne Flora des Burgas-Beckens. — *Bull. Inst. Bot.*, 24: 75–124, 5 Abb., 7 Taf., 2 Tab. — Sofia.
- (1978): Aspekte über die ökologische Evolution und die Arealgestaltung der Gattung *Stratiotes* L. im Tertiär Eurasiens. — *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 30: 112–119. — Frankfurt a. M.
- REID, E. M. & CHANDLER M. E. J. (1926): The Bembridge Flora. Catalogue of Cainozoic Plants in the Department of Geology, I. — VIII+206 S., 12 Taf. — London (Brit. Mus. (natur. Hist.)).
- ZAFFE, H. (1953): Zur Altersfrage der Braunkohlen von Langau bei Geras in Niederösterreich. — *Berg- und Hüttenm. Monatsh.* 98/1: 12–16, 2 Abb. — Wien.
- (1956): Die geologische Altersstellung österreichischer Kohlenlagerstätten nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis. — *Berg- und Hüttenm. Monatsh.*, 101/4: 71–81, 4 Tab. — Wien.

Tafelerklärungen
Ceratostratiotes zapfei (BERGER) nov. comb.

Tafel 1

Fig. 1. Holotypus Inv. Nr. Pb 453 (BERGER 1957, S. 154, Abb. 1A). Untypisches Exemplar mit abgebrochenen Auswüchsen (r).

Fig. 2. Isotypus Inv. Nr. Pb 460/2. Same mit gut ausgebildeten Dornfortsätzen (r).

Fig. 3. Isotypus Inv. Nr. Pb 458/1 (BERGER 1957, S. 154, Abb. 1D). Z. T. zerbrochener Same (l).

Fig. 4. Isotypus Inv. Nr. Pb 462. Besterhaltenes Fossil mit dorsalen, basalen und apikalen Stachel-Auswüchsen (r).

Fig. 5. Isotypus Inv. Nr. Pb 453/2 (BERGER 1957, S. 154, Abb. 1B). Same mit kleiner dorsaler Flosse (l).

Fig. 6. Isotypus Inv. Nr. Pb 464. Same mit zwei deutlichen, apikalen, vorstehenden Auswüchsen (r).

Fig. 7. Isotypus Inv. Nr. Pb 458/2. Samenhälften in Innenansicht, Tegmenresten und umgebogenem, dorsalem Auswuchs (r).

Fig. 8: Isotypus Inv. Nr. Pb 460/3. Samenhälften im Tonstein liegend, mit schüssel-förmiger Samenhöhlung (l).

Tafel 2

Fig. 1. Isotypus Inv. Nr. Pb 462. Isolierte Samenhälften (vgl. Taf. 1, Fig. 4) mit gut erhaltenen Auswüchsen; a) von außen (r), b) von innen (l).

Fig. 2. Isotypus Inv. Nr. Pb 465. Samenhälften mit drei apikalen Auswüchsen (vgl. Abb. 1) (r).

Fig. 3. Isotypus Inv. Nr. Pb 466. Ganzer Same von ventral, links die Mikropyle zeigend (r).

Fig. 4. Isotypus Inv. Nr. Pb 467. Samenhälften von innen mit geradem dorsalem Auswuchs (l).

Fig. 5. Isotypus Inv. Nr. Pb 463. Samenhälften von dorsal, zwei gut ausgebildete apikale Stacheln zeigend (r).

Fig. 6. Isotypus Inv. Nr. Pb 457. Samenhälften mit kleiner dorsaler Flosse (r); (BERGER 1957, S. 154, Abb. 1L).

Fig. 7. Isotypus Inv. Nr. Pb 468/1. REM-Aufnahme der Samenoberfläche mit grubiger Skulptur; $\times 15$.

Fig. 8. Isotypus Inv. Nr. Pb 468/1. REM-Aufnahme der Samenoberfläche mit Grübchen-Ansicht; $\times 30$.

Fig. 9. Isotypus Inv. Nr. Pb 468/2. REM-Aufnahme des Samenschalen-Querbruches mit schwammartigen Zellen; $\times 75$.

Fig. 10. Isotypus Inv. Nr. Pb 468/2. REM-Aufnahme einzelner Zellen aus der Samenschalenwand mit Tüpfeln; $\times 370$.

Das Material befindet sich im Naturhistorischen Museum Wien. Die Vergrößerung, wenn nicht anders angegeben, ist $\times 4$. Die Orientierung der Fossilien ist jeweils so, daß der dorsale Auswuchs oben liegt; der apikale Bereich ist entweder links oder rechts gelegen und wird bei der Beschreibung der einzelnen Fig. mit l oder r angegeben.



1



2



3



4



5



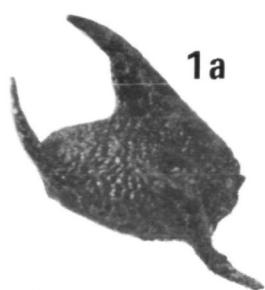
6



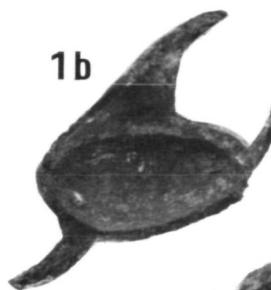
7



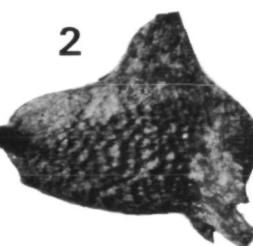
8



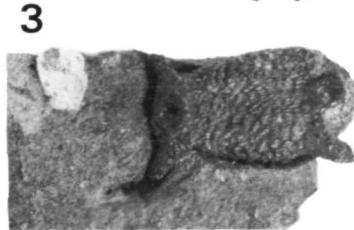
1a



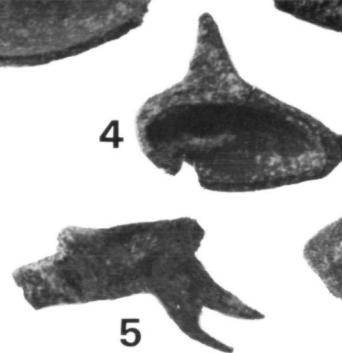
1b



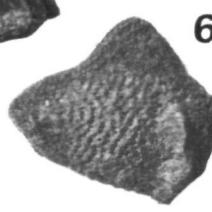
2



3



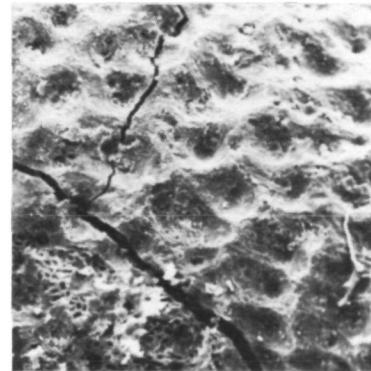
4



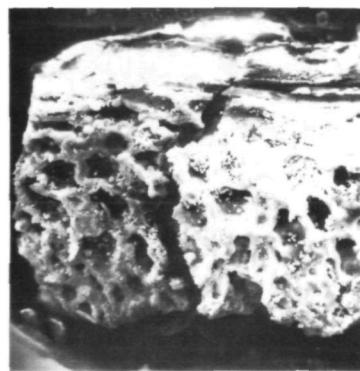
5



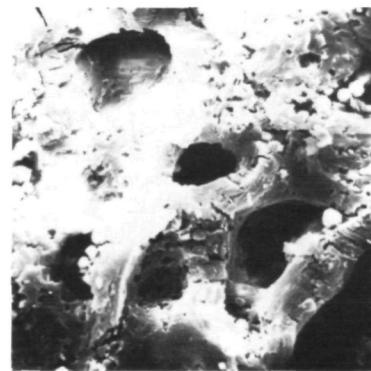
7



8



9



10