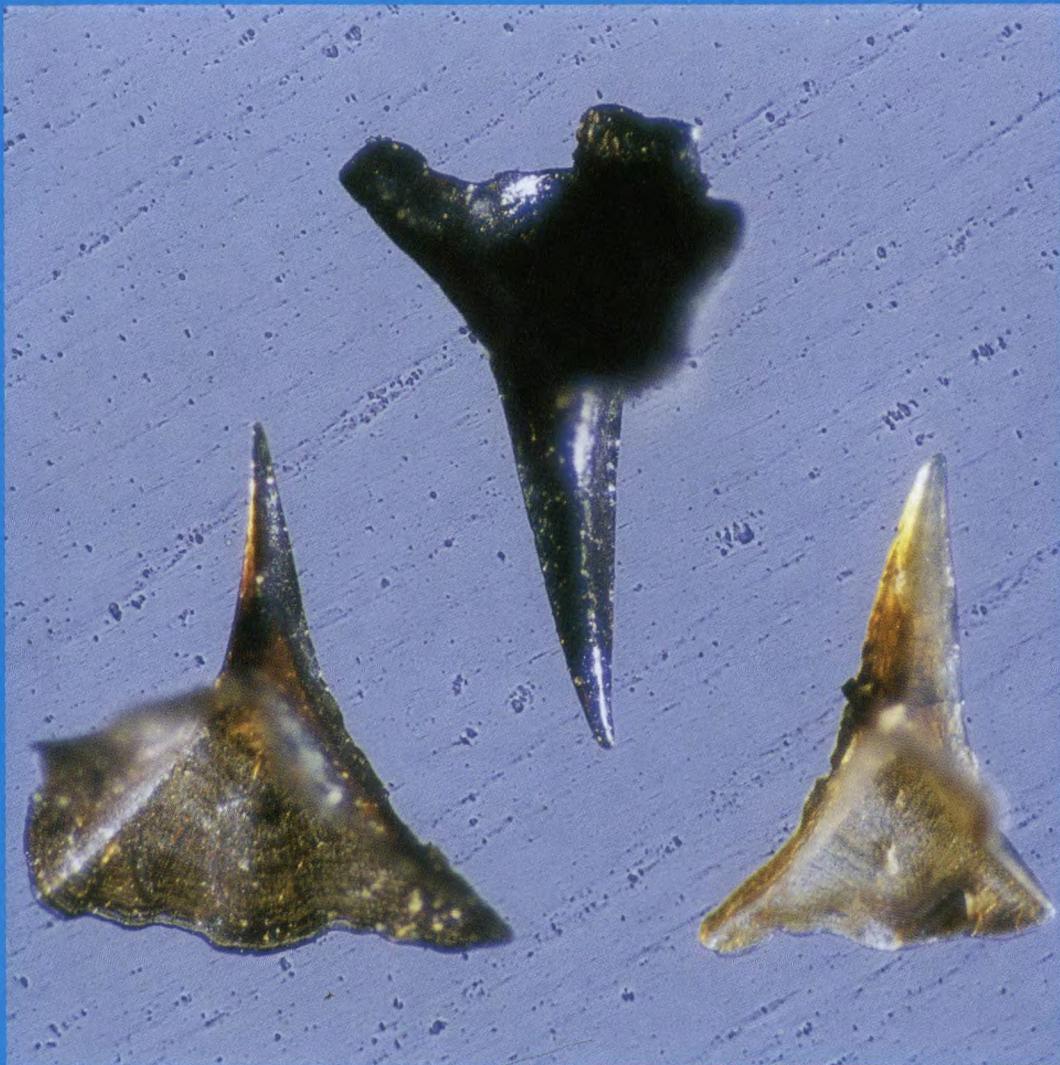


ARCHIV FÜR GESCHIEBEKUNDE

Herausgegeben vom Geologisch-Paläontologischen Institut
und Museum der Universität Hamburg
und der Gesellschaft für Geschiebekunde (GfG)



Im Selbstverlag der GfG

Arch. Geschiebekde.	Band I	Heft 1	Seite 241–304	Hamburg Mai 1992
---------------------	--------	--------	------------------	---------------------

Ein Molervorkommen (Paläogen) auf der Greifswalder Oie (Ostsee)

Dirk KNAUST

KNAUST D 1992 Ein Molervorkommen (Paläogen) auf der Greifswalder Oie (Ostsee)
[An Occurrence of Mo-clay (Paleogene) from the Greifswalder Oie (Baltic
Sea)] - *Arch. Geschiebekde.* 1 (5): 291-304, 3 Tf., 5 Abb., Hamburg.
ISSN 0936-2967.

An occurrence of Mo-clay (Paleogene) from the island Greifswalder Oie (N
Germany) is described. Information on this occurrence is scarce and dates back
to the turn of the century. Compared with the occurrence of Mo-clay from
northern Jutland (Denmark, Limfjord-area) the Mo-clay from N Germany has a
different facies. Sedimentary structures, and bioturbations indicate a sedi-
mentation in a littoral facies (inter- to subtidal).

*Dirk Knaust, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Fachrichtung Geowissenschaften,
Friedrich-Ludwig-Jahn-Straße 17a, D-0-2200 Greifswald, Germany.*

Z u s a m m e n f a s s u n g: Ein Molervorkommen (Paleogene) wird von der
Insel Greifswalder Oie (Norddeutschland) beschrieben. Die Kenntnis des Vorkom-
mens beschränkt sich auf wenige Mitteilungen aus der Zeit um die Jahrhundert-
wende. Verglichen mit dem Molervorkommen im Limfjord-Gebiet (Dänemark) liegt
der norddeutsche Moler in einer anderen Faziesausbildung vor. Sedimentgefüge
und Bioturbationen weisen auf eine Ablagerung in küstennaher Fazies (Inter-
bis Subtidal) hin.



Abb. 1. Insel Greifswalder Oie (Ostsee; Norddeutschland) mit aktivem Kliff
(Geschiebemergel und interglaziale Ablagerungen).

1. Einleitung

Die am besten untersuchten Profile der Fur-Formation (Moler) befinden sich auf der Insel Fur am Limfjord in Nordjütland/Dänemark (PEDERSEN & SURLYK 1983, BONDE 1987). Neben den Molervorkommen von Schleswig-Holstein (Hemmoor, Basbeck-Osten, Schollen von Havighorst und Schwarzenbek sowie Staberhuk und Katharinenhof auf Fehmarn u.a.; GAGEL 1906, ANDERSEN 1938, ILLIES 1949) treten Molergeschiebe lokal in Norddeutschland auf und reichen im Osten bis zum heutigen NW-Polen. Das als Scholle oder Schuppe im Pleistozän liegende Molervorkommen der Greifswalder Oie ist das einzige dieser Art in Norddeutschland.

Die nur ~ 0,6 km² große Insel Greifswalder Oie liegt am Ostrand des Greifswalder Boddens (Greifswalder Oie, Blatt 1749) (Abb. 1-2). Durch die Errichtung einer Schutzmauer ist mehr als die Hälfte des Steilufers inaktiv geworden. Der Bereich des aktiven Kliffs zeigt Tone, die eventuell ein Äquivalent der liegenden Tone der Ølst-Formation bzw. der hangenden Tone der Røsnaes Clay Formation in Jütland darstellen. In ihnen sind Zementsteine eingelagert, die zur Fur-Formation gehören. In Dänemark unterscheidet sich die Ølst-Formation lithologisch von der sie überlagernden diatomitreichen Fur-Formation durch die vorwiegend tonige, fast fossilfreie Ausbildung. Die Grenze zwischen der Ølst- und der Fur-Formation liegt nach PEDERSEN & SURLYK (1983: 56) unter der ersten Aschelage (-39), nach HEILMANN-CLAUSEN et al. (1984: 293) unter der Aschelage -33.

Die Tone sind horizontal bis zu 20 m weit in einem Till verfolgbar (Tf.1, F.1). Beide Materialien wurden intensiv taschen- und bandförmig miteinander vermischt (Tf.1, F.2). Ob die pyritreichen Tone mit den Zementsteinen im unmittelbaren Untergrund der Insel anstehen, oder über eine mehr oder weniger größere Distanz glazial verfrachtet wurden (aus NE), ist an den Aufschlüssen nicht eindeutig zu entscheiden.

Die Insel Greifswalder Oie ist eine kleine, unregelmäßig geformte Insel, die am Ostrand des Greifswalder Boddens liegt. Die Karte zeigt die Insel mit ihren verschiedenen Teilen: Bergen, Vilm, Greifswalder Oie, Ruden, Wolgast, Greifswald und Anklam. Ein Maßstab von 0 bis 9 km ist angegeben. Ein kleinerer Maßstab von 0 bis 50 km zeigt die Lage der Insel im Ostseegebiet zwischen Dänemark und Schweden.

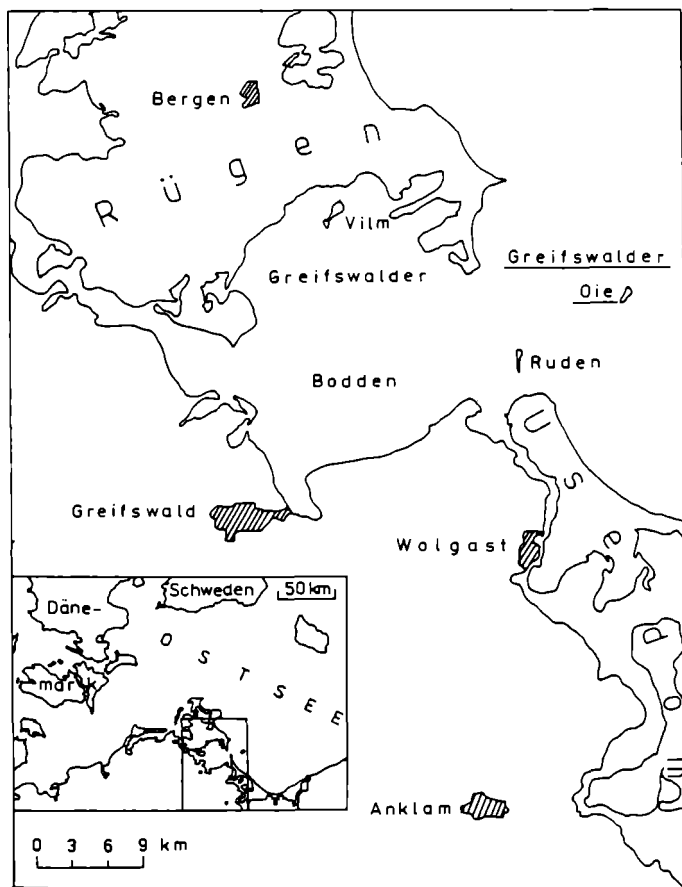


Abb. 2. Lage der Greifswalder Oie.

2. Erforschungsgeschichte

Die Untersuchung des Vorkommens auf der Greifswalder Oie reicht bis in das Jahr 1885 zurück und ist mit dem Namen des Greifswalder Geographen BORNHÖFT ver-

TAFEL 1 (S.293). F.1 (oben): Schlieren- und bandförmige Einschaltung von Ton des Paläogens im Geschiebemergel. SE-Ufer der Greifswalder Oie, bei 168 m (von SE-Ecke des Rettungsschuppens). Länge des Maßstabs 2 m (Aufnahme 7.Juni 1991). F.2 (unten): Tektonisch stark beanspruchte und faltenförmig deformierte Toneinlagerung (Paläogen) im Geschiebemergel. Unterhalb des Maßstabes befindet sich ein Geschiebe, 25 cm links neben dem Maßstab ein Zementsteinbruchstück (Moler). Greifswalder Oie, SE-Ufer bei 299 m (von SE-Ecke des Rettungsschuppens). Länge des Maßstabes 25 cm (Aufnahme 8.Juni 1991).



bunden. Er erwähnt einen "dunklen, äusserst festen Kalkstein" (BORNHÖFT 1885: 26). Den Ton stellt BORNHÖFT ins Oligozän.

GRÖNWALL (1903) beschreibt verschiedene "Basalttuffgeschiebe" (u.a. von der Greifwalder Oie) als Zementstein und gliedert sie erstmalig in eine westliche und östliche Gruppe.

Im Jahre 1904 korrigieren ELBERT & KLOSE BORNHÖFT's stratigraphische Zuordnung und schreiben zum Paläozän: "C. GOTTSCHKE erkannte bei einem kurzen Besuche der Oie im Jahre 1901 ihre (dem dunklen Kalkstein, d. Verf.) Ähnlichkeit mit den eocänen sogenannten Cementsteinen (Cementsten) des Limfjordes, und W. DEECKE kam bei näherer Untersuchung zu dem Resultate, dass sie paleocänen Alters und identisch mit dem Cementstein seien" (ELBERT & KLOSE 1904: 125). In der kurzen petrographischen Beschreibung gehen die Autoren auf das Vorhandensein zahlloser Splitter eines vulkanischen Glases" und auf "Magnetiseisenkörner" ein, "die durch ein krystallines Kalkcement verkittet sind." Auch in Bezug auf Fossilinhalt wird auf DEECKE (1903) verwiesen und neben Spongienresten und Diatomeen auch ein Stück verkieseltes Holz genannt, welches als Liane gedeutet wurde. ELBERT & KLOSE schlußfolgern: "Der schwarze Kalkstein ist demnach als verkittete vulkanische Asche, als Tuff aufzufassen". Unter Bezugnahme auf STOLLEY (1899) erfolgt eine stratigraphische Korrelation mit dem Londonton.

DEECKE (1907: 26) meint später, daß es sich um Obereozän oder Unteroligozän handelt, vergleicht ihn aber gleichzeitig mit dem Londonton von Hemmoor.

Umfangreiche Arbeiten zum Vorkommen, zur Ausbildung, Lagerung, Stratigraphie und Paläogeographie der alttertiären Vorkommen in Norddeutschland stammen von GAGEL (1906 a,b,c; 1907; 1922; 1925).

SCHUSTER (1911) sowie GOTHAN & NAGEL (1922) beschreiben die zwei bekanntgewordenen Pflanzenfossilien der Greifwalder Oie. Dabei handelt es sich einmal um das vermeintliche Stück einer Liane, welches später als Platane neu beschrieben wurde (SÜSS 1980), sowie um einen zedernähnlichen Koniferenzapfen.

Erste umfangreiche Untersuchungen des Molers gehen auf BÖGGILD (1918) zurück. Er zählt im Limfjordgebiet 179 verschiedene Ascheschichten aus und erkennt das Auftreten der zuerst von NEEF (1882: 496-497) erwähnten kleinen hellen Kügelchen (sog. "Rollsteine") als wichtiges Kriterium für das östliche Vorkommen. Auf Grund der anderen lithologischen Ausbildung des östlichen Vorkommens vermutet er verschiedene Ausbruchstellen als Lieferanten der vulkanischen Asche.

Bei seinen Untersuchungen der "Diatomeen aus norddeutschen Basalttuffen und -Tuffgeschieben" diskutiert SCHULZ (1927) auch intensiv die Problematik der Herkunft des Aschematerials in den Geschieben des östlichen Types. Der ausgesprochen marine Charakter der Diatomeenflora veranlaßt ihn zu dem Schluß, daß die "Basalttuffe" im tiefermarinen Bereich zur Ablagerung kamen (S.123) und verweist in diesem Zusammenhang auf das Begleitmaterial Ton.

MÜHLEN & UDLUFT (1929: 392) bekräftigen nochmals das eozäne Alter. ANDERSEN (1938: 203) vergleicht die verschiedenen norddeutschen Vorkommen mit den dänischen und stellt die auf Fehmarn auftretenden Geschiebe als Übergangsform zwischen der westlichen und östlichen Gruppe dar ("Fehmarner Typus").

3. Beschreibung

3.1 Lithologie

Die Fur-Formation im westlichen Limfjord-Gebiet ist als ein "toniger Diatomit mit einer großen Anzahl von vulkanischen Ascheschichten" beschrieben (PEDERSEN & SURLYK 1983: 46). In der Literatur wird als Synonym die Bezeichnung Moler (engl. Mo-Clay) verwendet. Die durchschnittlich 60 m mächtige Abfolge besteht aus einer Wechsellagerung von tonigen Diatomiten mit vulkanischen Aschelagen, sowie den sogenannten Zementsteinen, durch Kalziumkarbonat verfestigte Abschnitte innerhalb der Diatomite in konkretionärer Ausbildung.

Die Lokalgeschiebe vom Südoststrand der Greifswalder Oie sind verschiedenartig ausgebildet und zeigen eine große lithologische Variabilität. Sie erreichen selten Abmessungen bis über 70 cm Länge und etwa 40 cm Dicke. Gewöhnlich sind sie kleiner. Alle sind kalkig. Sie entsprechen dem Zementstein der Fur-Formation, doch überwiegen die vulkanischen Aschelagen gegenüber den hellen Diatomiten. Die Korngröße der Aschepartikel ist sehr fein und liegt im Siltbereich. Dagegen liegen die Sedimentpartikel des Diatomites im Bereich der Tonfraktion. Häufig sind die Zementsteine sehr deutlich geschichtet und zeigen Bioturbation (Tf.2, F.1). Die Dicke der Schichten kann mehrere cm bis dm erreichen, nur untergeordnet tritt auch Lamination auf. Gleich dem Molervorkommen in Dänemark treten in der Mehrzahl bank- bis plattenförmige, aber auch seltener linsen- bis kugelförmige Zementsteine auf. ELBERT & KLOSE (1904: 133) sehen in einem gemeinsamen Vorkommen beider Ausbildungen in ein und demselben Ton den Beweis dafür, daß es sich um "... nichts ursprünglich Verschiedenes..." handelt, sondern der "Habitus von der geringeren oder grösseren Druckwirkung des Eisens..." bestimmt wird. Als obere und untere Begrenzung der dunklen Tufflagen ist oft ein gelb verwitterter Diatomit erhalten, welcher bis zu cm-mächtige Lagen bilden kann. Im Gegensatz zu den Aschelagen besitzen die Diatomitschichten eine geringere Härte und Dichte. Die Schichtung ist teilweise durch Bioturbation völlig zerstört. Gelegentlich findet man bis zu dm-mächtige Aschelagen, die völlig texturlos sind und kaum Gefügeelemente erkennen lassen.

Die makroskopischen Gefügeformen lassen sich sehr gut im angewitterten Zustand studieren, wogegen Anschliffe nur bedingt Aussagen ermöglichen. Eine Reihe von lithologischen Besonderheiten sind für den "Greifswalder-Oie-Typus" charakteristisch und unterscheiden ihn vom "westlichen, gewöhnlichen Typus" (ANDERSEN 1938: 203). Schon GRÖNWALL (1903) unterscheidet die norddeutschen "Basaltuffe" in eine westliche Gruppe mit sehr regelmäßig entwickelten Ascheschichten, die in recht hellem Zementstein eingebettet sind, und eine östliche Gruppe mit unregelmäßigen Ascheschichten in dunklen bis schwarzen Kalksteinen bis fast homogener Asche. Einige häufige Gefügearten im Greifswalder-Oie-Zementstein sollen kurz beschrieben werden.

3.1.1 S c h r ä g s c h i c h t u n g (Tf.2, F.1). Dieser häufig zu beobachtende Schichtungstyp variiert von ebener bis bogiger Schrägschichtung mit Schrägschichtungs-Sets von etwa 1,5 - 2 cm und einem durchschnittlichen Einfallswinkel von etwa 10°-20°. Besonders aus der bogigen Schrägschichtung ist zu schlußfolgern, daß eine stärkere Strömung vorgeherrscht haben muß. Tf. 2 F.1 zeigt eine Folge von mehreren Schrägschichtungs-Sets über einer mächtigeren Diatomitlage. Im Topbereich sind die Sets durch Erosion gekappt und von einer parallelen Lamination mit beginnender Bioturbation überlagert, wobei sich letztere extrem steigert. Als Deckschicht ist wieder eine Diatomitlage ausgebildet.

3.1.2 F l a s e r s c h i c h t u n g (Tf.2, F.2). Die einzelnen cm-mächtigen Diatomitlagen sind in einer Art Flaserschichtung angeordnet, wobei die laminierten, schräggeschichteten Aschelagen von den Diatomitlagen bedeckt werden. Ausgehend von den eingeschalteten Diatomitlagen ist eine rege Bioturbation bis in die Aschelagen verfolgbar. Die obere Begrenzung bildet wiederum ein erosiv aufgearbeiteter Diatomithorizont.

3.1.3 E r o s i o n s f o r m e n (Tf.2, F.3). Bei Erosionsformen, die während des Sedimentationswechsels am Top vom Schrägschichtungs-Sets auftreten, ist der unterlagernde Horizont stark aufgearbeitet und besitzt eine unebene Oberkante. Tf.2, F.3 zeigt einen 3 cm tiefen, scharfen Einschnitt in einen Aschehorizont, welcher nachträglich durch einen lithoklastenreichen Diatomit ausgefüllt wurde. An seinen Rändern ist der Diatomit dunkelbraun gefärbt. Neben der Deutung als eine mechanische, rein anorganische Sedimentabtragung ist auch eine Bioerosion denkbar.

3.1.4 Lithoklasten (Abb. 3). Gut ausgebildete, bis einige cm große Lithoklasten, die eine flach-abgerundete Form besitzen, sind oft deutlich eingeregelt. Es kann sich dabei um aufgearbeiteten Diatomit oder auch um



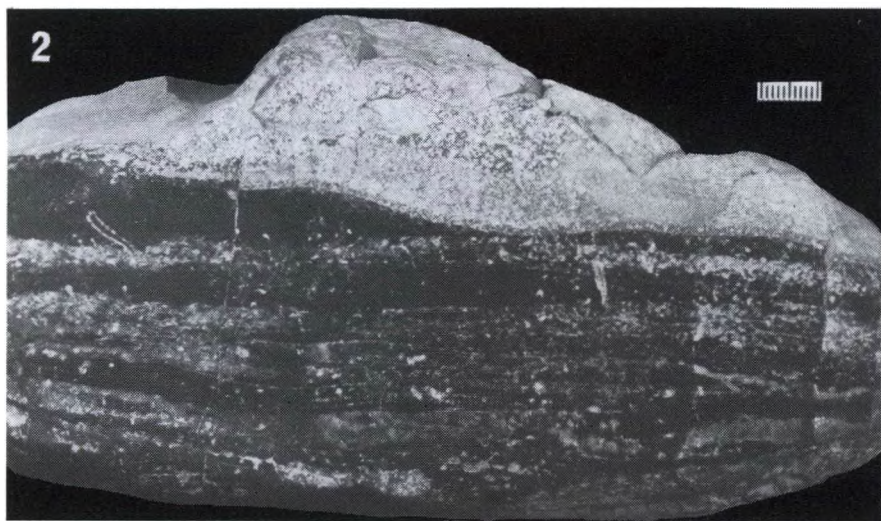
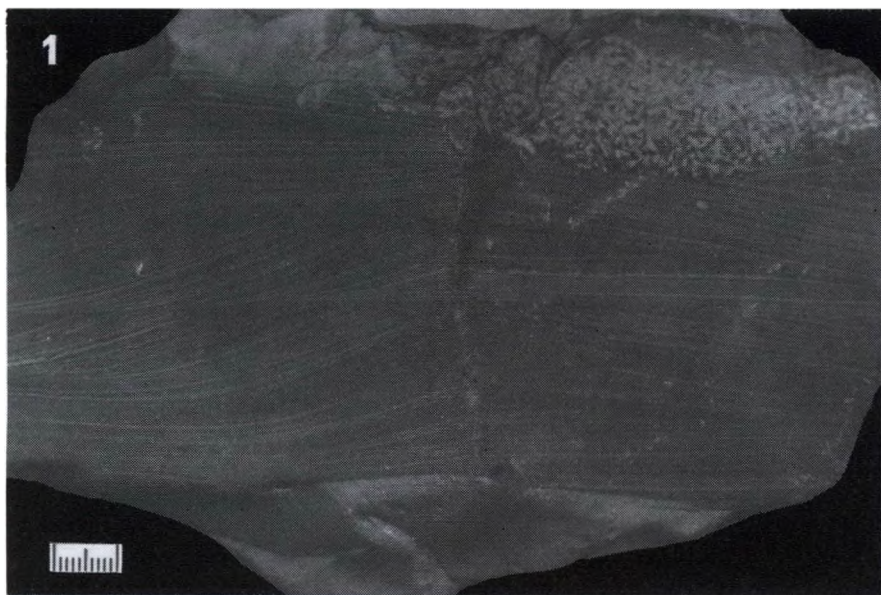
Abb. 3. Diatomitintraklast mit noch erkennbarer Schrägschichtung in einem laminierten Aschehorizont.

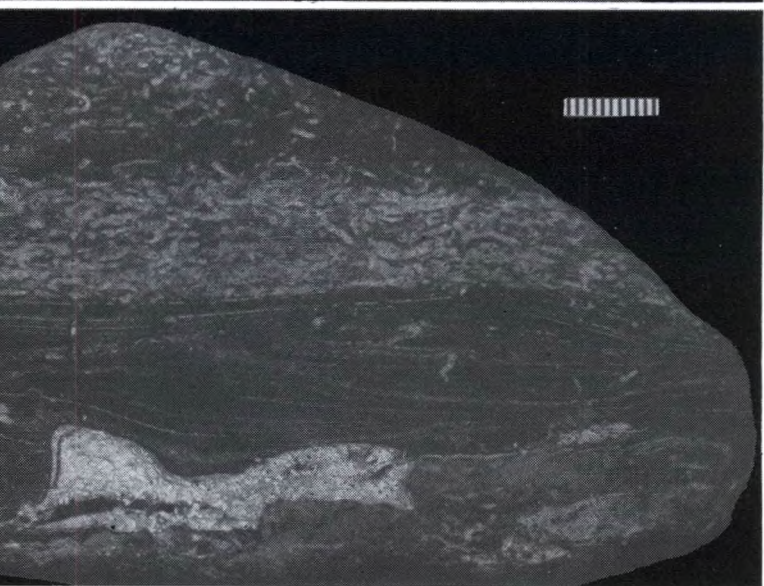
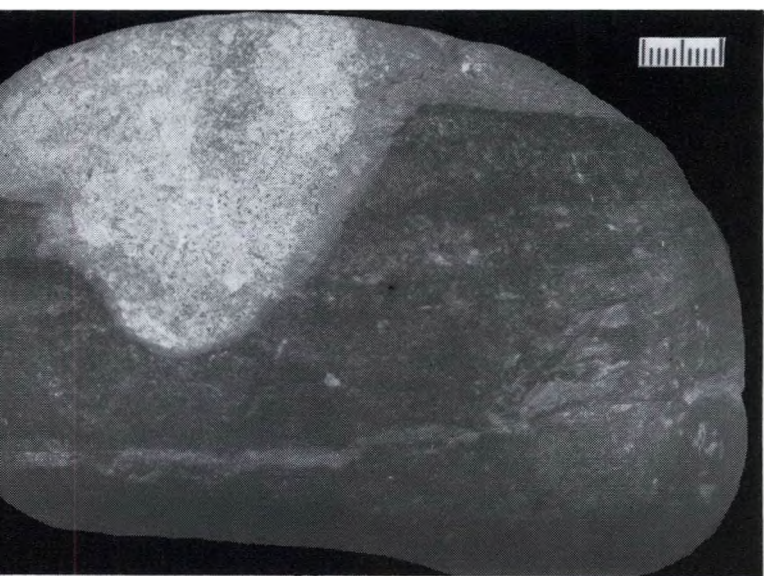
TAFEL 2 (S. 297). F.1. Mehrere Schrägschichtungs-Sets von vulkanischer Asche mit dünnen Diatomitlaminaen werden im Topbereich von *Taenidium* stark bioturbirt, wobei das Schichtgefüge völlig zerstört ist. Die untere und obere Begrenzung der Abfolge wird jeweils durch einen mehrere Zentimeter mächtigen Diatomit gebildet. Solche Sedimentstrukturen erinnern an ein Bildungsmilieu im intertidalen Bereich bei ständig wechselnden Strömungsbedingungen.

F.2. Dem Wechsel von vulkanischer Asche mit Diatomitlaminaen sind bis zu zentimetermächtige Diatomitlagen eingeschaltet, die seitlich rasch auskeilen und eine Art Flaserschichtung bilden. Von ihnen geht häufig Bioturbation (*Taenidium*) aus. Diskordant darüber hat sich eine stärkere Diatomitlage gebildet. Zur Bildung von Flaserschichtung kommt es im Wattbereich beim Wechsel von Ebbe und Flut und geringer Strömungsenergie.

F.3. Ein scharf eingeschnittener Aschehorizont wurde durch den überlagernden Diatomit ausgefüllt. Der Randbereich des Diatomites ist umgewandelt und hebt sich durch seine dunklere Färbung ab. Der Diatomit ist reichlich bioturbirt und führt Lithoklasten. Diese Erosionsform kann auf anorganische oder biogene Weise (Wühlgefüge) gebildet worden sein.

F.4. Mit Diatomit ausgefülltes Hohlraumgefüge im Tuffit (untere Bildhälfte) sowie *Taenidium*, ein massenhaft vorkommender Freßbau (obere Bildhälfte). Bioturbationen von *Taenidium* konzentrieren sich auf bestimmte nährstoffreiche Horizonte innerhalb der Tufflamination und zerstören nicht selten das primäre Schichtgefüge völlig.





verfestigte Asche handeln. Intraklasten treten besonders in Verbindung mit den Schrägschichtungs-Sets auf und sind dabei an der Basis angereichert. Zum Teil lassen sie selbst noch gut Schichtung erkennen (Abb.3).

3.1.5 H o h l r a u m g e f ü g e (Tf.2, F.4). Die mehr oder weniger parallel zur Schichtung verlaufenden, einige cm langen und 1 - 2 cm hohen, mit Sediment ausgefüllten Hohlräume, können scharf begrenzt sein oder gehen infolge Wühltätigkeit diffus in das Nebengestein über. Das Hohlraumgefüge in Tf.2, F.4 ist an der Basis durch Bioturbation aufgearbeitet, der Top ist faltenförmig ausgebildet. Der sich im Tuffit befindende Hohlraum ist syn- oder postsedimentär mit Diatomit ausgefüllt worden und läßt eine intensive Wühltätigkeit von *Taenidium* erkennen. Die primäre Schrägschichtung des Tuffites ist im Hohlraum nicht verfolgbar. Es besteht eine Ähnlichkeit mit den Fenstergefügen in inter- und supratidalen Karbonaten, jedoch ist diese Bildung wohl eher auf die Wühltätigkeit von *Taenidium* zurückzuführen.

3.1.6 G e o p e d a l g e f ü g e. Geopedale Gefügeelemente sind besonders in den Schlibfbereichen sichtbar geworden und bilden oft eine wichtige Hilfe bei der Liegend-Hangend-Orientierung der Zementsteingeschiebe. An mechanischen Anlagerung (FLÜGEL 1978: 194) sind zu nennen:

a) S a n d f l u g (Tf.3, F.1). An kleinen Relieferhebungen, Vertiefungen, Intraklasten o.a. kommt es zur Anlagerung von Sedimentpartikeln (z.B. Diatomeen, Tf.3, F.1; vulkanische Asche u.a.).

b) K o r n g r a d i e r u n g. Die im jütischen Moler gut erkennbare Korngradierung der vulkanischen Aschen in den Tuffitlagen ist an den Zementsteinen der Greifswalder Oie makroskopisch selten sichtbar. Im mikroskopischen Bereich ist eine Korngradierung verfolgbar. Allgemein kann davon ausgegangen werden, daß die Tuffitlagen im Zementstein der Greifswalder Oie eine geringere Korngröße besitzen als die jütischen.

c) Oben gekappte S c h r ä g s c h i c h t u n g. Auf oben gekappte Schrägschichtung wurde unter 3.1.1 eingegangen (Tf.2, F.1). Sie ist häufig vorhanden und neben der Bioturbation ein wichtiges Kriterium zur Orientierung des Handstückes.

3.2 F o s s i l i n h a l t

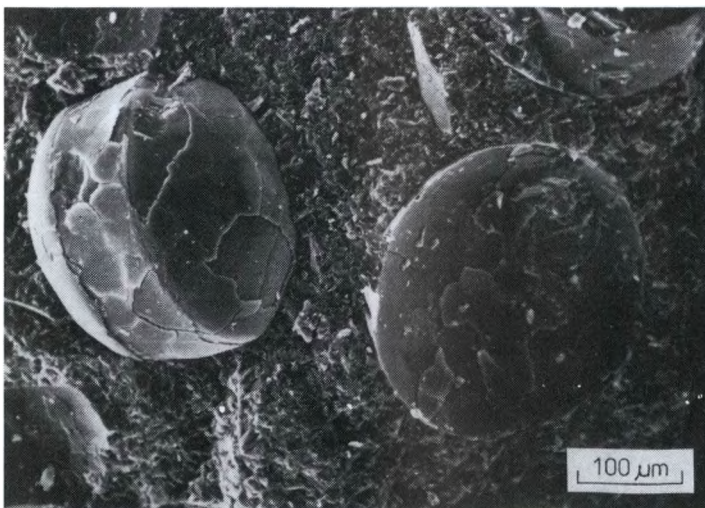


Abb.4. *Coscinodiscus* sp., REM-Aufnahme.

Außer wenigen Pflanzenfunden, dem Neufund eines Haizahnes (Slg. ANSORGE, Rostock) sowie den Mikro- und Ichnofossilien ist aus den Zementsteinen der Greifswalder Oie solch ein Fossilreichtum von Invertebraten und Vertebraten wie im jütischen Moler unbekannt. Das weitgehende Fehlen von Fossilmaterial kann verschiedene Ursachen haben. Zum einen ist davon auszugehen, daß zirkulierende Porenwasser einen Großteil der Organismenreste aufgelöst haben. Weiterhin ist eine Beschleunigung der Or-

ganismenzerersetzung unter tropischem Klima sowie im hochenergetischen Küstenbereich sehr wahrscheinlich.

3.2.1 *Mikrofossilien*. Die Mikrofossilien wurden schon früh von DEECKE (1903: 8) erwähnt. Neben Spongienresten nennt er die Diatomeengattungen *Dictyocha*, *Coscinodiscus*, *Gallionella* und *Triceratium*. Eine moderne mikropaläontologische Untersuchung, sowohl der Zementsteine als auch der Tone, steht noch aus.

Eine auffällige Erscheinung sind millimetermächtige, linsenförmige Lagen von kreisrunden Diatomeen zu nennen, deren Größe meist zwischen 150 und 400 µm schwankt. Im Schnitt ändert sich ihre Gestalt von kreisförmigen bis elliptischen bzw. tonnenförmigen Umriß (Tf.3, F.1). Diese schon von NEEF (1882: 496-497) aus Geschieben erwähnten Gebilde erkannte BÖGGILD (1918) als wichtiges Charakteristikum für den östlichen Typus und bezeichnete sie als "Rollsteine". SCHULZ (1927: 72) vermutet in ihnen kugelförmiges vulkanisches Glas. Erst ILLIES (1949: 14) erkannte die "tönnchenförmigen, glänzenden Kügelchen... aus honiggelbem, radialstrahligen Kalzit oder Ankerit" richtig als "diagenetisch ausgefüllte Schalen der Scheibendiatomee *Coscinodiscus* sp." (Abb. 4). Die Gehäuse besitzen einen dünnen, einschichtigen Wandbau. BETTENSTAEDET et al. (1962: 342, Tb. 20) nennen die Diatomeen *Coscinodiscus* sp. 1 sowie *Triceratium* sp. 1 als Leitform für das Unter-Eozän mit den Tufflagen.

3.2.2 *Pflanzenfossilien*. Bei den historischen Pflanzenfossilfunden handelt es sich einmal um ein Stück verkieseltes Holz, welches NATHORST (Stockholm) für eine Liane hielt (in: ELBERT & KLOSE 1904: 126). SCHUSTER (1911), der eine Verwandtschaft mit der nordamerikanischen Rebe *Vitis rotundifolia* MICHAUX annahm, beschrieb das Stück als *Vitoxylon coheni*. Die Bestimmung wird später angezweifelt und SÜSS (1980) bearbeitet das Stück neu und stellt es zur Gattung *Platanoxylon* ANDREANSZKY. Bedeutend ist es insofern, weil es das bisher älteste sicher bestimmte Holz einer Platane darstellt.

Zum anderen beschreiben GOTHAN & NAGEL (1922) einen cedroïeden Koniferenzapfen aus dem Unter-Eozän der Greifwalder Oie als *Apteroctrobus cedroides*. Der gut erhaltene Zapfen liegt in phosphatisierter Erhaltung vor.

Bei Geländearbeiten am SE-Kliff der Greifswalder Oie konnten im Oktober 1991 weitere Pflanzenreste aus einem etwa 60 cm großen, linsenförmigen Zementstein

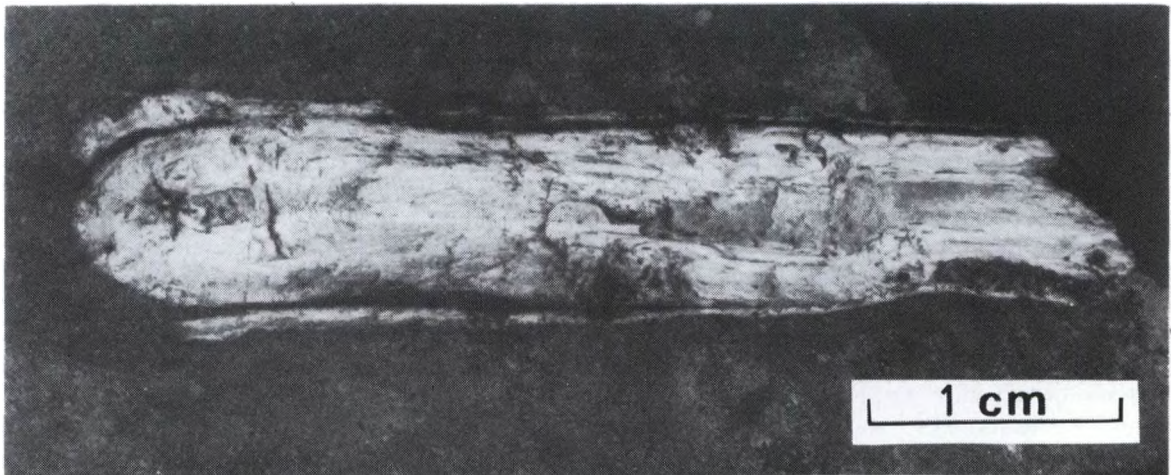


Abb. 5. Neufund eines Pflanzenrestes.

geborgen werden (Abb. 5). Ein 43 mm langer und 9 mm breiter Holzrest ist in seiner Länge unterschiedlich tief angeschnitten, so daß Gefäße und Holzfasern gut sichtbar werden. Am Ende des Holzes erfolgt eine deutliche Abspaltung der äußeren Partien (Rinde?). Eine genaue Untersuchung sowie Bestimmung des Fundes steht noch aus.

3.2.3 I c h n o f o s s i l i e n: Bioturbationen sind in den Zementsteinen der Greifswalder Oie häufig zu finden und zerstören oft das Schichtgefüge. Der Grad der Bioturbation (nach REINECK 1963) wechselt in den Zementsteinen von 0% (keine Bioturbation, z.B. homogene Aschelagen) bis über 90% (sehr stark bioturbirte Diatomitlagen mit noch erkennbaren Resten anorganischer Lagerung). Die Spurenfossilien sind hauptsächlich als Vollrelief erhalten, nur untergeordnet tritt auch eine Erhaltung als Epirelief auf (SEILACHER 1964).

DEECKE (1907: 127) beschreibt von der Greifswalder Oie "Basaltuff führende Lagen", die "bisweilen ... von eisenschüssigen, sandigen, unregelmäßigen, gewundenen Wülsten (vielleicht Wohngänge von Gammariden) durchzogen" sind und "ausgewittert federkielartige Röhren erzeugen". Damit meint er wahrscheinlich die 0,5 - 1,0 cm starken Weidespuren von *Planolites*, deren strukturlose Füllung durch die aktive Tätigkeit des Tieres entstand ("Stopftunnel") und sich gut vom umliegenden Sediment unterscheidet. Sie sind gerade oder nur wenig gebogen und meist horizontal bis schräg zur Schichtung angeordnet. Auch die Spreitenbaue von *Teichichnus* (Tf.3, F.2) ziehen sich einige cm bis zu dm-Länge schichtparallel bis senkrecht durch das Gestein. Oft sind diese Freßspuren mit Diatomit ausgefüllt und heben sich so gut von dem sie umgebenden Tuffgestein ab. Es liegen aber auch aschegefüllte Gänge im Diatomit vor. Aus dem dänischen Molervorkommen sind *Teichichnus* und *Planolites* als Formen beschrieben, deren Erzeuger "im Diatomit lebten und durch die dünneren Ascheschichten in den unterlagernden Diatomit gruben" (PEDERSEN & SURLYK 1983: 53).

Außerordentlich häufig tritt die Weidespur *Taenidium* auf, zylinderförmige, nur mm-breite Gänge, die besonders in laminierten Bereichen (Tuffit/Diatomit) gut erkennbar sind (Tf.2, F.4). Ihre regelmäßige Quergliederung ist als Stopfbau (SEILACHER 1955) zu deuten. Die bis über 1 cm langen Gänge sind verzweigt und können in unterschiedliche Richtungen verlaufen. Sehr starke Bioturbation konzentriert sich auf bestimmte Horizonte sowie auf den Topbereich genetisch einheitlich entstandener Bereiche. In den Zwischenlagen tritt *Taenidium* nur sporadisch auf. - Weit seltener ist ein deutlich umrandeter Grabgang mit passiver Füllung, die sich nicht vom umgebenden Sediment abhebt. Diese Lebensspur ist offensichtlich zu *Palaeophycus* zu stellen und ist der Wohnbau eines Suspensionsfressers (Tf.3, F.3). Die wallartige Struktur diente der Verfestigung und Stabilisierung des Ganges, wobei der Querschnitt des Ganges durch Verformung oft von der Kreisform abweicht.

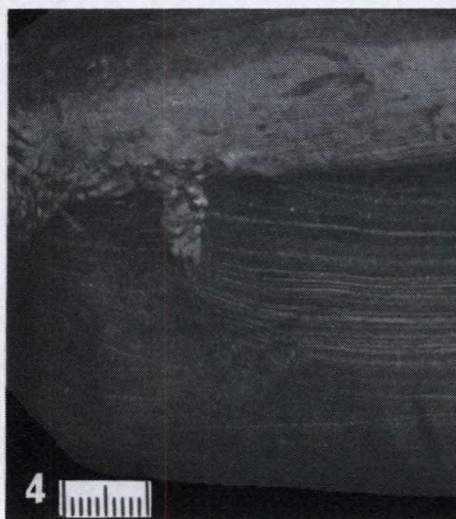
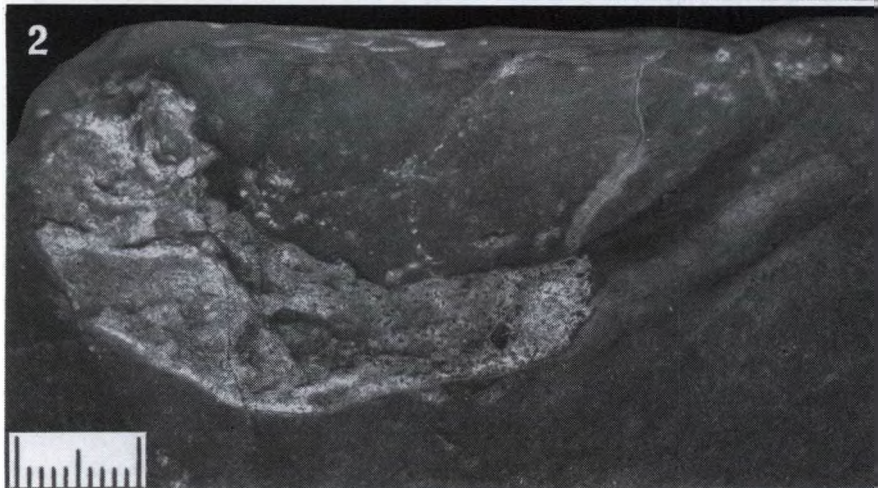
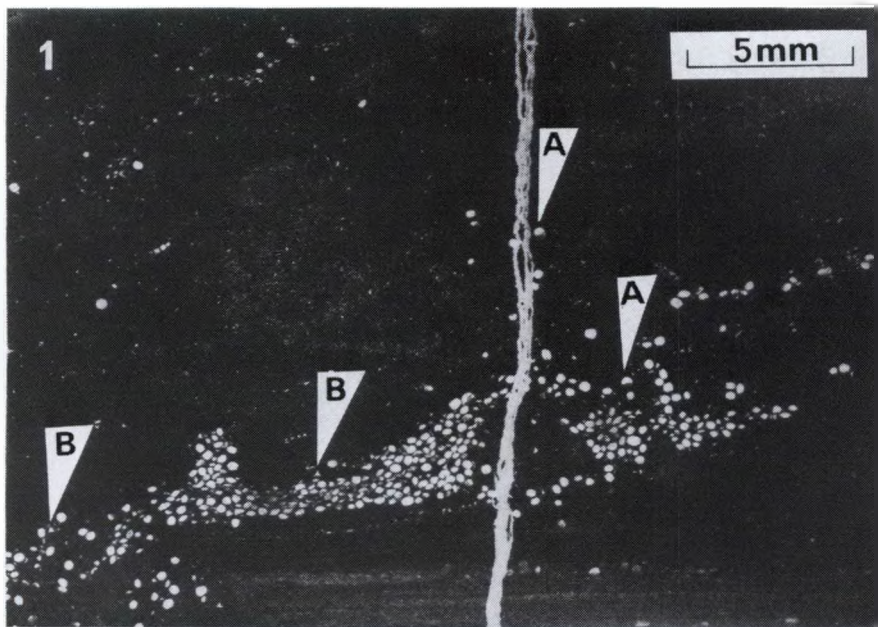
Neben den genannten wurden auf der Greifswalder Oie nicht selten auch Spurenfossilien aufgefunden, die keinem beschriebenen Ichnogenus aus dem jütländischen Moler ähneln (Tf.3, F.4). Die etwa 1 cm breiten und bis zu 10 cm Tiefe verfolgbaren Grabgänge sind nahezu senkrecht zur Schichtung angelegt. Oft zeigt eine trichterförmige Öffnung im Topbereich nachfallende und zerbrochene Sedimentpartikel. Im Grabgang selbst werden Wühlstrukturen und agglomeratförmige Strukturen (Pelletsbildungen?) sichtbar. Die Anlage und der Habitus der Grabgänge sprechen für *Ophiomorpha*-ähnliche Bildungen, jedoch sind die dafür typischen Pelletsbildungen im Randbereich nicht eindeutig nachweisbar.

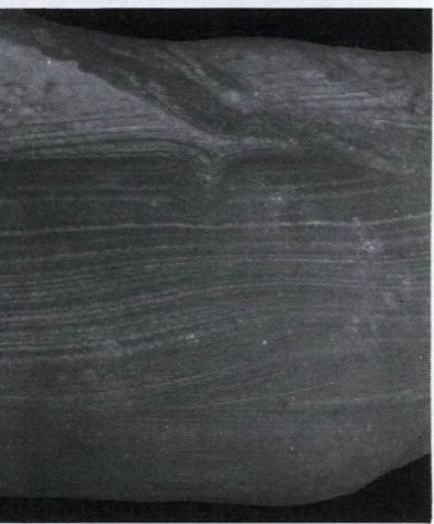
TAFEL 3 (S.301). **F.1.** Diatomeengehäuse zeigen im Schlibfbereich ein deutliches Geopedalgefüge. Reliefunebenheiten werden ausgeglichen, die hohlen Körper sind manchmal nur teilweise verfüllt (A). In der Mehrzahl handelt es sich um einen Formenkreis aus der heterogenen Gattung *Coscinodiscus* (kreisrunder Schalenumbau) sowie vereinzelt um tripolare Formen (eventuell *Triceratium*, B).

F.2. *Teichichnus*. Mit Diatomit ausgefüllter Freßbau innerhalb einer Aschelage, mit gebogenem Verlauf unterhalb der Schichtfläche angelegt. Gestalt und Anlage des Baues sowie die Verzweigung auf der linken Seite erinnern an *Phycodes*.

F.3. Die teilweise schichtparallel angelegten Gänge mit einer wallartigen Umrandung sind offenbar zu *Palaeophycus* zu stellen.

F.4. *Ophiomorpha*-ähnliche Grabgänge in einem schräggeschichteten Zementstein.





Auf der Grundlage ökologischer Faktoren (nach SEILACHER 1953) gehört die Mehrzahl der Spurenfossilien zu den Weidespuren (*Taenidium*, *Planolites*). Daneben kommen Freßspuren (*Teichichnus*) und Wohnbauten (*Palaeophycus*) vor. Da Übergänge zwischen den einzelnen Gruppen möglich sind, ist eine differenzierte Untergliederung nur selten möglich. Auf eine morphologische Ähnlichkeit von *Planolites* und *Teichichnus* mit *Phycodes* diskutieren PEDERSEN & SURLYK (1983: 51-52; Abb. 12). Eine Reihe verschieden ausgebildeter biogener Strukturen läßt sich als Fluchtspuren deuten, denen als Milieuindikator eine besondere Bedeutung zukommt. Sie treten häufig im Grenzbereich Diatomit/Tuffit auf, wo eine plötzliche Verschüttung der Gänge durch vulkanische Asche angenommen werden kann. Eine enge Beziehung besteht auch zwischen der jeweiligen Vergesellschaftung von Spurenfossilien innerhalb des Gesteinsverbandes und dem Auftreten von Diskontinuitätsflächen zwischen zwei Ablagerungseinheiten infolge Sedimentunterbrechung bzw. Erosion (BROMLEY 1975). Bei einer fast 100-prozentigen Bioturbation des Gesteins ist eine langsame oder unterbrochene Sedimentation zu vermuten.

5. Diskussion

Für die Diatomite der Fur-Formation in Norddänemark wird ein Schelfmeer mit größerer Wassertiefe angenommen. Die feine Korngröße sowie die strenge Lamination sprechen für eine geringe Bildungsenergie. Neben pelagischen marinen Fossilien sind vom Lande verfrachtete Insekten- und Pflanzenfunde häufig und zeigen eine relativ landnahe Ablagerung an.

Der Reichtum an Makrofossilien fehlt in den Zementsteinen der Greifswalder Oie. Als Ursache dafür ist eine gute Durchlüftung des Ablagerungsmilieus durch Wasserbewegung und die damit verbundene rasche Oxidation der Biomasse unter tropischen Bedingungen denkbar. Eine Verringerung der Erhaltungsfähigkeit der Fossilien ist auch auf zirkulierende Porenwässer zurückzuführen.

Während in der dänischen Fur-Formation Diatomite mit Ascheeinlagerungen vorherrschend sind, bestehen die Zementsteine der Greifswalder Oie zum überwiegenden Teil aus vulkanischer Asche mit eingelagerten Diatomitlaminaen. Nur vereinzelt treten auch mächtigere Diatomitschichten auf. Die Gradierung der Tuffite ist nicht so deutlich wie in dänischen Aschelagen, das Korn der vulkanischen Aschen erheblich kleiner. Geht man von dem durch geophysikalische Anomalien lokalisiertem Vulkanismus im Skagerrak aus, so ist die vulkanische Asche über eine Distanz von mehr als 500 km transportiert worden. Für die Tuffit-domierende Sedimentation könnte eine unregelmäßige Sedimentzufuhr (des Diatomites), Sedimentunterbrechung und sogar teilweise Erosion in Frage kommen.

Als wichtige Fazieskriterien sind die vielfältigen Sedimentgefüge zu nennen, die in den geschichteten Zementsteinen auftreten. Die verschiedenen Schrägschichtungsformen weisen auf stärkere Strömungen hin. Flaserschichtung sowie Lithoklastenbildung sind Gefügeformen, die auf eine Bildung im Wattbereich schließen lassen. Für einen raschen Wechsel im Strömungsregime sprechen die diskordant über den Aschehorizonten sedimentierten Diatomitlagen.

Die Spurenfossilien entsprechen in etwa denen des jütischen Molers, wobei ein Überwiegen der Weidespuren festzustellen ist. Daneben kommen Freßspuren, Wohnbauten und Fluchtspuren vor. Sie können in den Bereich der *Glossifungites*- und *Cruziana*-Ichnofazies gestellt werden (SEILACHER 1967, 1978). Die Bioturbation (bedingt durch Erosionsflächen) bleibt auf bestimmte Schichtebenen beschränkt. Eine Ausnahme bilden dabei die Fluchtspuren.

Ausgehend von den beobachteten Merkmalen kann ein Ablagerungsraum im litoralen bis sublitoralen Milieu unter Gezeiteneinwirkung vermutet werden.

Die genaue Alterseinstufung des Vorkommens auf der Greifswalder Oie und Korrelation mit der dänischen Ølst- bzw. Fur-Formation muß vorerst noch offen bleiben.

D a n k: Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie wertvollen Hinweise danke ich Herrn Prof. G. STEINICH (Greifswald).

Literatur

- ANDERSEN SA 1938 Die Verbreitung der eozänen vulkanischen Ascheschichten in Dänemark und Nordwestdeutschland. – Z. Geschiebeforsch. Flachlandsgeol. 14 (4): 179–207, Tf.11, 5 Abb., 1 Tb., Leipzig.
- BETTENSTAEDT F, FAHRION H, HILTERMANN H & WICK W 1962 Tertiär Norddeutschlands Leitfossilien der Mikropaläontologie: 339–378, 4 Tf., 2 Tb., Berlin (Borntraeger).
- BLÜTHGEN J 1952 Greifswalder Oie und Ruden – Petermanns Geogr. Mitt. (Erg.-H.) 248, 70 S., 8 Tf., 6 Abb., Gotha.
- BÖGGILD O B 1918 Den vulkanske Aske i Moleret, samt en Oversigt over Danmarks aeldre Tertiaerbjærgarter. – Danm. geol. Unders. (2) 33: 159 S., 16 Tf., 1 Kt., Kjobenhaven.
- BONDE N 1987 Moler – its origin and its fossils especially fishes. – Skamol, 75 th Anniversary of Skamol Skarrehage Molervaerk: 1–52, 69 Abb., Nykobing.
- BORNHÖFT E 1885 Der Greifswalder Bodden – Jber. geogr. Ges. Greifswald 2 [1883/84] (1): 1–72, Greifswald.
- BROMLEY RG 1975 Trace fossils at omission surface – FREY RW (Ed.) The study of trace fossils: 399–428, 18 Abb., New York (Springer).
 -- 1990 Trace fossils: biology and taphonomy – 280 S., London (Unwin Hyman).
- DEECKE W 1903 Neue Materialien zur Geologie von Pommern (Teil 2). – Mitt. naturw. Ver. Neuvorpommern Rügen 34: [1901]: 1–55, Berlin.
 -- 1907 Geologie von Pommern – VIII+302 S., 40 Abb., Berlin (Borntraeger).
- ELBERT J & KLOSE H 1904 Kreide und Paleocän auf der Greifswalder Oie. – Jber. geogr. Ges. Greifswald 8 [1900–1903]: 111–139, 1 Kt., Greifswald.
- FLÜGEL E 1978 Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. – 454 S., 33 Tf., 68 Abb., 57 Tb., Berlin/Heidelberg/New York.
- FREY RW, HOWARD JD & PRYOR WA 1978 *Ophiomorpha*: Its Morphologic, Taxonomic, and Environmental Significance – Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 23: 199–229, 14 Abb., Amsterdam.
- GAGEL C 1906a Über eocäne und paläocäne Ablagerungen in Holstein. – Jb. preuß. geol. L.-Anst., 27: 48–62, Berlin.
 -- 1906b Über das Vorkommen des Untereocäns (Londontons) in der Uckermark und in Vorpommern. – Z. dt. geol. Ges. (Mber.), 58: 309–326, Berlin.
 -- 1906c Über die untereocänen Tuffschichten und die paläocäne Transgression in Norddeutschland und im Westbaltikum. – Z. dt. geol. Ges. (Mber.) 58: 327–328, Berlin.
 -- 1907 Ueber die Bedeutung und Herkunft der westbaltischen, untereocänen Tuff- (Asche-) Schichten. – Cbl. Min., Geol. Paläont. 1907 (21): 680–688, Stuttgart.
 -- 1910 Über die untereozänen Tuffschichten und die paleozänen Transgressionen in Norddeutschland. – Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt 28 [1907] (1): 150–168, 2 Tf., 3 Abb., Berlin.
 -- 1922 Über Spuren des ältesten Tertiärs in der Mark und über die Stratigraphie des ältesten Tertiärs. – Z. dt. geol. Ges. (Mber.) 74: 292–307, ibid.
 -- 1925 Westbaltisches Tertiär (zugleich Beispiele diluvialer Lagerungsstörungen). – ANDREE K [Hg.]: Geologische Charakterbilder 32: 14 S., 10 Tf., 3 Abb., Berlin.
- GOTHAN W & NAGEL K 1922 Über einen cedroiden Koniferenzapfen aus dem Unter-Eocän der Greifswalder Oie. – Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt 41 [1920]: 121–131, 1 Tf., Berlin.
- GRÖNWALL KA 1903 Lose Blöcke fra Nordtyskland af Stenarter, der indeholde vulkansk Aske. – Medd. dansk geol. Foren. 9: 13–20, Kobenhavn.
- HÄNTZSCHEL W 1952 Die Lebensspur *Ophiomorpha* LUNDGREN im Miozän bei Hamburg, ihre weltweite Verbreitung und Synonymie – Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg 21: 142–153, Tf. 13–14, Hamburg.
 -- 1975 Trace Fossils and Problematica – TEICHERT C (Ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology W [Miscellanea Supplement 1] (2nd Ed.): W1–W269, 110

- Abb., 2 Tb., Boulder, Col./Lawrence, Kan. (Geol. Soc. Amer./Univ. Kan.).
- HEILMANN-CLAUSEN C, NIELSEN OB & GERSNER F 1984 Lithostratigraphy and depositional environments in the Upper Paleocene and Eocene of Denmark. - Bull. geol. Soc. Denmark 33: 287-323, 23 Abb., 2 Tb., Copenhagen.
- HUCKE K & VOIGT E 1967 Einführung in die Geschiebeforschung (Sedimentärgeschiebe) - 132 S., 50 Tf., 24 Abb., 5 Tb., 2 K., Oldenzaal.
- ILLIES H 1949 Die Lithogenese des Untereozäns in Norddeutschland - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg 18: 7-44, 2 Tf., Hamburg.
- KLIEWE H & JANKE W 1978 Zur Stratigraphie und Entwicklung des nordöstlichen Küstenraumes der DDR - Petermanns geogr. Mitt. 122 (2): 81-91, Gotha.
- KRUTZSCH W & LOTSCH D 1958 Übersicht über die paläogeographische Entwicklung des zentraleuropäischen Alttertiärs (ohne Tethys-Raum) - Ber. geol. Ges. DDR 3 (2/3): 99-110, 11 Tf., Berlin.
- LIENAU H-W 1990 Geschiebe - Boten aus dem Norden - Geschiebekde. akt. (S.-H.) 2: 115 S., 33 Tf., 24 Abb., 15 Tb., Hamburg.
- LINSTOW O v 1919 Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Lieferung 231. Blatt Karlshagen und Insel Greifswalder Oie. 48 S., 2 Abb., Berlin.
- 1922 Die Verbreitung der tertiären und diluvialen Meere in Deutschland - Abh. preuß. geol. Landes-Anstalt (N.F.) 87: 43 S., 14 Tf., 12 Abb., *ibid.*
- MÜHLEN L v zur & UDLUFT H 1929 Eocäne oder mitteloligocäne Tone in Vorpommern und Ostmecklenburg? - Jb. preuß. geol. L.-Anst. 50 (1): 371-395, 1 Tf., 1 Abb., *ibid.*
- NEEF M 1882 Ueber seltenere krystallinische Diluvialgeschiebe der Mark. - Z. dt. geol. Ges. 34 (3): 461-499, 1 Abb., *ibid.*
- PEDERSEN G K & SURLYK F 1983 The Fur Formation, a late Paleocene ash-bearing diatomite from northern Denmark. - Bull. geol. Soc. Denmark 32: 43-65, 15 Abb., Copenhagen.
- REINECK HE 1963 Sedimentgefüge im Bereich der südlichen Nordsee - Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. 505: 138 S., Frankfurt.
- SCHULZ P 1927 Diatomeen aus norddeutschen Basalttuffen und Tuffgeschieben - Z. Geschiebeforsch. 3: 66-78, 113-126, 1 Tf., Berlin.
- SCHUSTER J 1911 Paleocäne Rebe von der Greifswalder Oie. - Ber. dt. bot. Ges. 29: 540-544, *ibid.*
- SEILACHER A 1953 Studien zur Paläozoologie. I. Über die Methoden der Paläozoologie - N. Jb. Geol. Paläont. (Abh.) 96 (3): 421-452, 1 Tf., 10 Abb., Stuttgart.
- 1955 Spuren und Lebensweise der Trilobiten, Spuren und Facies im Unterkambrium. - SCHINDEWOLF O H & SEILACHER A (eds.): Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan). - Abh. Akad. Wiss. Lit. Mainz (math.-naturwiss. Kl.) 10: 11-143, 6 Tf., 6 Abb., Mainz.
- 1964 Sedimentological classification and nomenclature of trace fossils - Sedimentology 3: 253-256, Amsterdam.
- 1967 Bathymetry of Trace Fossils - Marine Geol. 5: 413-428, 2 Tf., 4 Abb., Amsterdam.
- 1978 Use of trace fossil assemblages for recognizing depositional environments - BASAN PB (Ed.) Trace Fossil Concepts, SEPM Short Courses 5: 185-201.
- SPJELDNAES N 1975 Palaeogeography and facies distribution in the Tertiary of Denmark and surrounding areas - Norges geol. Unders. 316: 289-311, 4 Abb., Oslo.
- STOLLEY E 1899 Ueber Diluvialgeschiebe des Londonthons in Schleswig-Holstein und das Alter der Molerformation Jütlands, sowie das baltische Eocän überhaupt. - Arch. Anthropol. Geol. Schleswig-Holstein 3 (2): 105-146, 2 Abb., Kiel/Leipzig.
- SÜSS H 1980 Ein Platanenholz aus dem Untereozän der Greifswalder Oie, *Platynoxylon cohenii* (SCHUSTER) comb. nov. - Schr.-R. geol. Wiss. 16: 401-416, 2 Tf., 1 Abb., 1 Tb., Berlin.