

Die Moler-Formation des Limfjords

Lutz Koch

Fossilien 2 (1986): 65-72



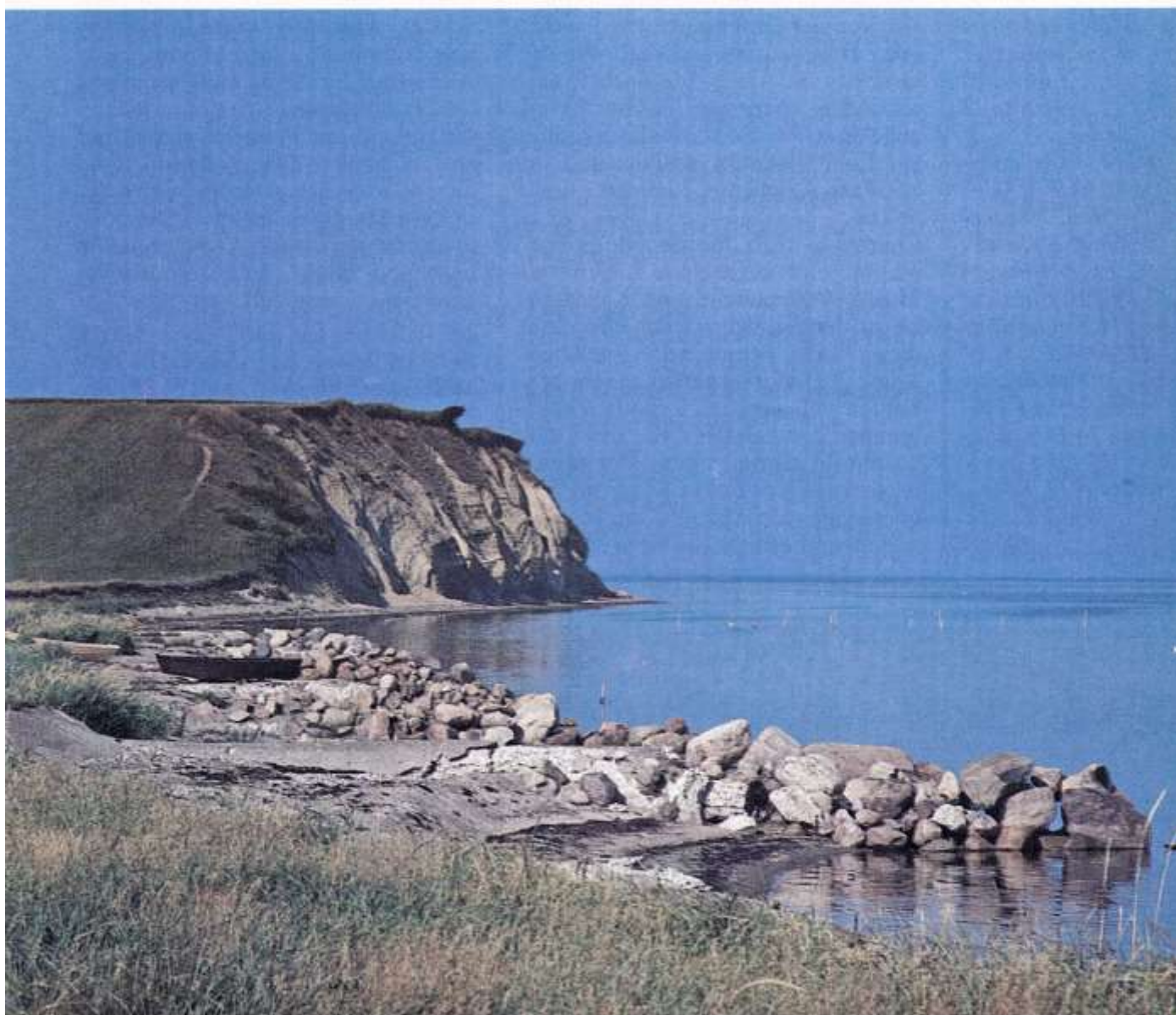
*Das Umschlagbild zeigt:
Mücke (Nematocera), Familie
Pilzmücken (Mycetophilidae).
Körperregion nur teilweise
überliefert, rechts ein Bein
erhalten; Flügellänge 0,7 cm.
Moler-Formation, Limfjord.
Foto und Sammlung: L. Koch*

Die Moler-Formation des Limfjords

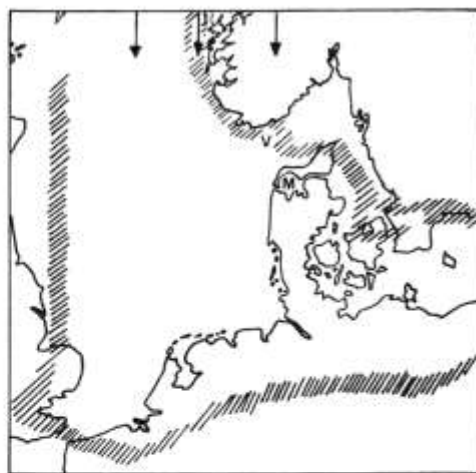
Lutz
Koch

Unter den tertiären Ablagerungen Jütlands nimmt die Moler-Formation eine besondere Stellung ein. Aufschlüsse an den Steilufern der Inseln Mors und Fur im Limfjord bieten interessante Einblicke in Ablagerungsverhältnisse und tektonische Erscheinungen des Moler. Aufgrund seiner Sedimentation in Nähe des nordeuropäischen Festlandes ist der Moler reich an marinen und terrestrischen Fossilien.

Feggeklit, Moler-Steilufer an der Nordspitze der Insel Mors.



Paläogeographische Karte. Die „Nordsee“ vor ca. 50 Mill. Jahren. Schraffur: Küstenverlauf. V: Vermutete Lage des Vulkanes. M: Molergebiet im westlichen Limfjord. Pfeile: Hauptwindrichtung (nach Bonde 1973).



Diatomeenerde, Vulkanasche und Zementstein

Vor ca. 50 Millionen Jahren wurde der Moler im sog. Dänischen Becken abgelagert, einem Meeresgebiet, das sich von der Südküste Norwegens bis nach Norddeutschland und von der Ostküste Englands bis nach Westschweden erstreckte. „Moler“ wird abgeleitet von „Mo“, = alte Vorsilbe zur Kennzeichnung weißlicher, feinkörniger Sedimente, und dän. „ler“, = Ton.

Charakteristisch für die Moler-Formation sind wechselnde Lagen von Moler, Vulkanasche und Kalkstein. Es ist der farblich reizvolle Wechsel dieser drei Bestandteile (gelblichweiße Diatomeenerde, schwarzbraune vulkanische Asche und rostbrauner Zementstein), der den Steilküsten ihr Gepräge gibt. Der Moler besteht aus plastischen Tonen und, zu überwiegenden Anteilen, aus Schalen von Diatomeen (Kieselalgen) und Si-

licoflagellaten. Die Asche stammt von Vulkanen vor der Südküste Norwegens, im Skagerak. In großen Mengen produziert wurde sie vom Wind nach Süden getragen und im Tertiärmeer abgelagert. Der sehr harte Kalkstein (Zementstein) entstand durch Ausfällung von Calciumcarbonat; er tritt in linsenförmigen Konkretionen oder in Bänken auf.

Die gesamte Molerserie hat eine Mächtigkeit von ca. 60 m, in der 179 lokalisierbare Ascheschichten und mehrere zusammenhängende Zementsteinlagen eingebettet sind. Bei der zu Beginn dieses Jahrhunderts begonnenen Erforschung der Moler-Formation durch O. B. BØGGILD und N. V. USSING wurden die Aschelagen, ausgehend von einer in allen Kliffs gut wiedererkennbaren Schicht, numeriert. Diese Ausgangslage erhielt die Bezeichnung + 1. Alle später zur Ablagerung gelangten Schichten (positive Serie) erhielten fortlaufend ein Pluszeichen (+) mit entsprechender Ziffer, alle früher sedimentierten Schichten (negative Serie) ein Minuszeichen (-). Die positive Serie umfaßt 140 Aschelagen, die negative Serie 39. Jede Ascheschicht entspricht einem Vulkanausbruch.

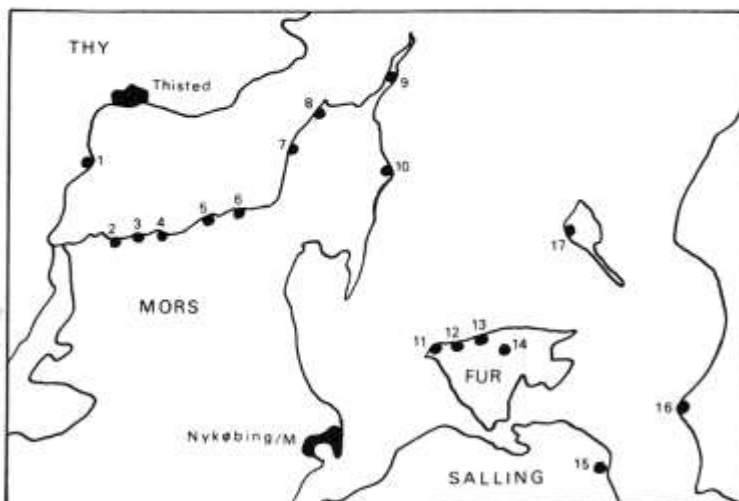
Moler-Aufschlüsse

Zwar sind Ablagerungen vulkanischer Asche bis nach Norddeutschland nachweisbar; der eigentliche Moler jedoch kommt nur in einem kleinen Gebiet des westlichen Limfjords vor. Hier wurden die durch Gletschervorstöße der Weichsel-Eiszeit in großen Schollen nach Süden transportierten Moler-Sedimente mit den eingelagerten Asche- und Zementsteinschichten zusammengedrückt und hochgepreßt. Diese Eistektonik läßt sich sehr schön an der Nordwest- und Nordostküste der Insel Mors und an der Nordküste der Insel Fur beobachten. Lokalitäten wie Hanklit, Skaerbaek und Feggeklit auf Mors und Knudeklint und Østklint auf Fur sind besonders geeignet, um Aufschiebungs- und Faltungserscheinungen zu studieren.

Da die Molererde industriell zur Herstellung von hochdämmenden Mauer-

Moler-Lokalitäten im westlichen Limfjord.

- 1 Silstrup, 2 Sundby, 3 Svalklit, 4 Gullerup, 5 Hanklit, 6 Salgerhoj, 7 Skaerbaek, 8 Skarrehage, 9 Feggeklit, 10 Ejerslev, 11 Knudeklint, 12 Stolleklint, 13 Østklint, 14 Faerker, 15 Jungget, 16 Ertebølle, 17 Livø (nach Gry 1940, Pedersen & Surlyk 1983).



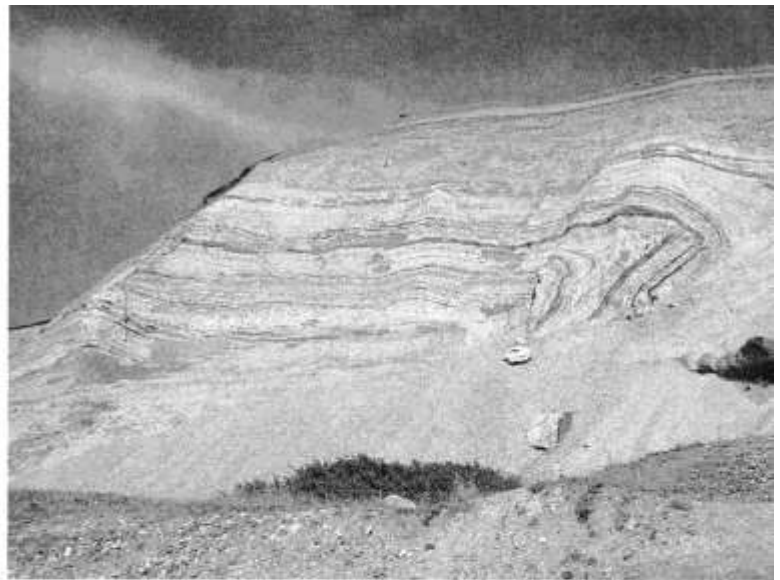
steinen für Industrieöfen und Schornsteine genutzt wird, gibt es auf beiden Inseln eine Reihe von Molergruben, denen ebenfalls Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. SKAMOL, das größte der drei Molerwerke auf Fur, gewährt Zutritt für Besucher.

Die marine Fauna

Sowohl im Moler als auch im Zementstein kommen zahlreiche Fossilien vor. Im Moler finden sich die Hartteile (Schalen, Skelettreste usw.) als Abdrücke; im Zementstein liegen sie in körperhafter Erhaltung vor. Marine Invertebraten treten nur spärlich auf: Drei seltene Muschelarten (u.a. *Teredo*), Schnecken (*Cassidaria* und *Valvatina*), Flügelschnecken (*Spiratella*); daneben Seesterne (*Echinaster*) und Schlangensterne (*Ophiura*). Zudem wurden Spurenfossilien wie *Planolites*, *Teichichnus*, *Chondrites* u.a. nachgewiesen.

Zu den häufigeren Funden gehören fossile Fische, die mit 50 Arten vertreten sind. Es sind ausschließlich Formen, deren Lebensraum in mäßig tiefem Wasser (50–500 m) lag. Bodenbewohnende oder in Bodennähe lebende Arten fehlen völlig, ebenso andere auf dem Meeresgrund lebende Organismen. Man nimmt daher an, daß auf dem Grund des Moler-Meeres das Wasser faulig und sauerstoffarm war und kein Leben zuließ. Dafür spricht auch die gute Erhaltung fossiler Fische. Die häufigsten Fische im Moler sind kleine, bis zu 8 cm große, lachsartige, mit der rezenten Gattung *Argentina* verwandte Formen, die in großen Schwärmen im Moler-Meer in geringen Wassertiefen lebten. Alle anderen, größeren Fischarten findet man kaum einmal als vollständig erhaltene Exemplare. Eine hervorragende Sammlung von Moler-Fischen – es sind Verwandte der heutigen Lachse, Makrelen, Thunfische, Dorsche und Haie – enthält das Museum in Fur.

Für Schlagzeilen nicht nur in den dänischen Medien sorgte die Entdeckung eines ca. 1 Meter großen, noch unbestimmten Fisches durch einen unbekanntem deutschen Sammler im Juni 1984. Auf ungewöhnliche Weise gelangte die Gegenplatte in den Be-



sitz des Fur Museums. Zudem sind dort auch einige weitere aus dem Moler geborgene paläontologische Raritäten ausgestellt, z.B. Skeletteile der 1,5 Meter großen Meeresschildkröte *Eosphargis breineri* NIELSEN, sowie anderer Meeresschildkröten, Rückenwirbel der Meeresschlange *Palaeophis* u.a.

Insgesamt deutet der marine Faunenbestand auf ein tropisches bis subtropisches Klima mit relativ hohen Wassertemperaturen hin.

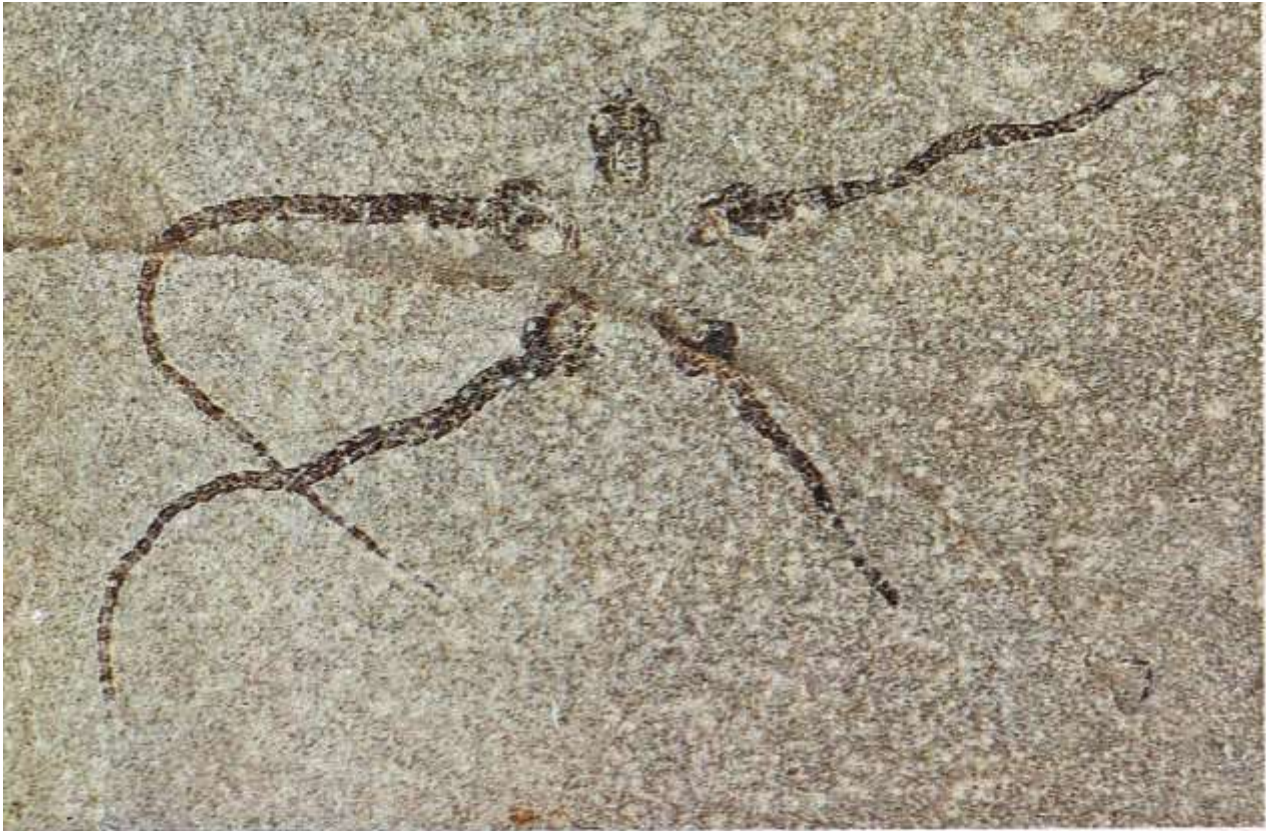
Pflanzenfossilien

Pflanzenfossilien im Moler stammen aus den umliegenden Landgebieten, die in höheren Lagen mit ausgedehnten Nadelwäldern und in den Niederungen mit Gräsern und Bambus bewachsen waren. Alle Pflanzenfossilien tragen starke Spuren eines langen Transportweges, wurden also vermutlich durch Flüsse ins Meer gespült. Geborgen hat man unter anderem

Hanklit, 61 m hohe Moler-Steilküste im Nordwesten der Insel Mors, mit zahlreichen Asche- und Zementsteinlagen, Moränenlehm und Schmelzwassergrus.

Flügelschnecken *Spiratella* sp.; Durchmesser eines Exemplars 2 mm.





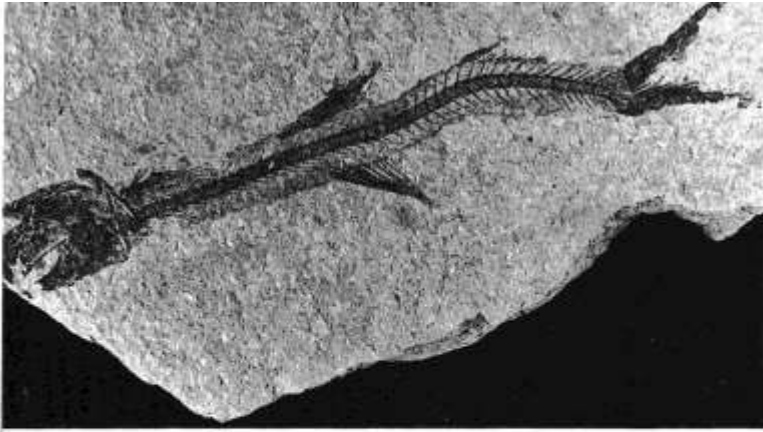
*Oben: Schlangensterne *Ophiura furiae* Rasmussen, Länge 3,2 cm; Slg. Knoop.*

Gegenüberliegende Seite: Stengel einer bambusartigen Pflanze, Länge 12 cm.

*Unten: Schwanz-Region eines lampridiformen Fisches (Glanzfischartige);
Wirbelsäule mit Pyrit und Calcit ausgefüllt; Länge 5,5 cm. Slg. Knoop.*







Neoclupavus sp.,
lachsartiger
Fisch, verwandt
mit der rezenten
Gattung *Argentina*.
Oben: Erhaltung
im Moler
(Länge 3,7 cm)
und darunter,
zum Vergleich,
Erhaltung im
Zementstein
(Länge 6,5 cm).

Bambusgräser, Zweige und Stämme von Sumpfympressen, Palmen und Nadelbäumen, Blätter von Ginkgoewäxsen, Zapfen und geflügelte Samen von Nadelbäumen, Nüsse und andere Samen sowie Bernstein.

Reiche Insektenfunde

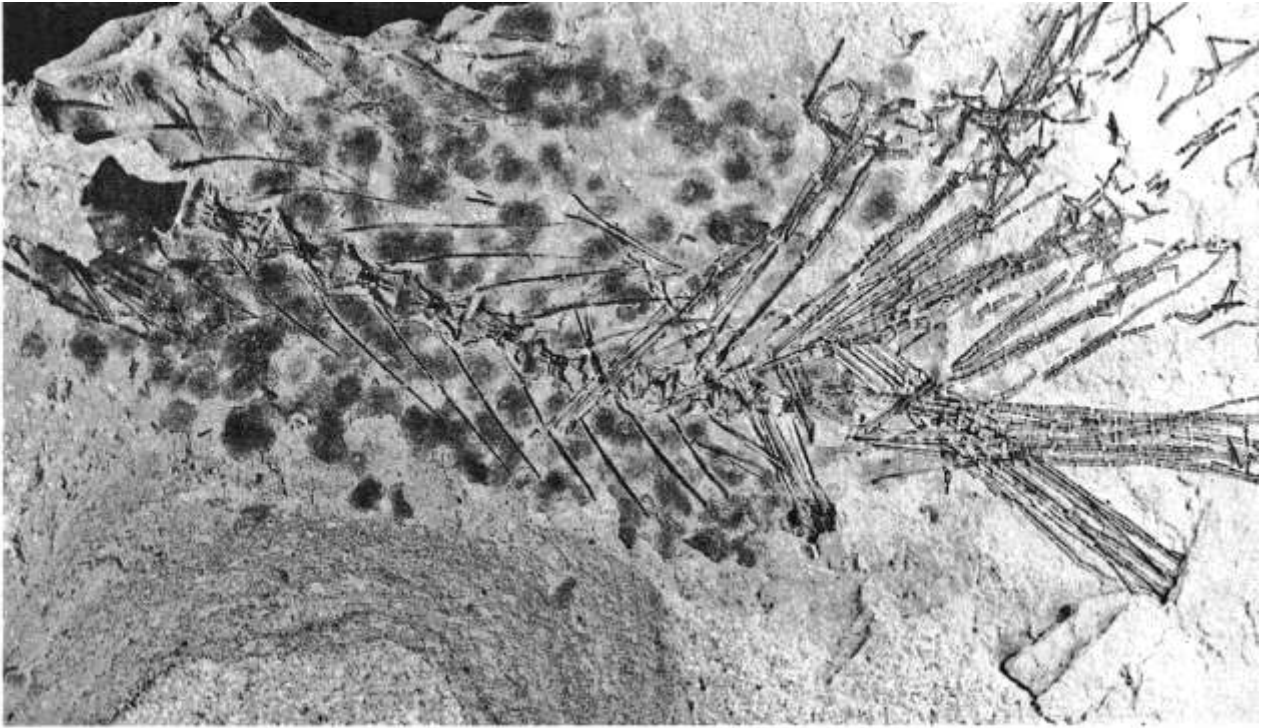
Fossile Insekten sind in großen Mengen aus dem Moler bekannt. Die Anzahl der registrierten Fundstücke, die im Museum Fur und im Geologischen Museum Kopenhagen aufbewahrt werden, beträgt über 2000. Hinzu kommt eine große Kollektion des Paläontologischen Instituts Uppsala (Schweden) und zahlreiche Stücke in privaten Sammlungen. Wissenschaftlich bearbeitet sind von diesen vielen Insektenfunden allerdings vergleichsweise nur wenige. Das liegt hauptsächlich daran, daß ein großer Teil der Tiere zwar häufig vollständig erhalten ist, aber nicht in ausreichendem Maße Merkmale zur feintaxonomischen Bestimmung aufweist. Sie können daher meist nur den jeweiligen Ordnungen oder Familien

zugeordnet werden; eine Bestimmung bis zur Gattung oder Art ist oft nicht möglich. Eine wissenschaftliche Bearbeitung der Moler-Insekten legte vor mehr als einem halben Jahrhundert HENRIKSEN (1922) vor. Doch mußten die Ergebnisse seiner Arbeit inzwischen teilweise revidiert werden, was unter anderem mit daran lag, daß er sich seinerzeit auf gerade 50 Insekten stützen konnte.

An weiteren wissenschaftlichen Arbeiten liegen vor eine über Blattläuse (HEIE 1971), Schnabelfliegen (WILLMANN 1977) und die Beschreibung eines Teichläufers (ANDERSEN 1982). Insgesamt verteilen sich die gesammelten Insektenfossilien auf folgende Ordnungen bzw. Unterordnungen: Schaben (Blattoidea), Langfühlerschrecken (Ensifera), Kurzfühlerschrecken (Caelifera), Ohrwürmer (Dermaptera), Zikaden (Auchenorrhyncha), Blattläuse (Aphidoidea), Wanzen (Heteroptera), Kleinlibellen (Zygoptera), Großlibellen (Anisoptera), Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera), Netzflügler (Planipennia), Schnabelfliegen (Mecoptera), Köcherfliegen (Trichoptera), Schmetterlinge (Lepidoptera), Mücken (Nematocera), Fliegen (Brachycera), Hautflügler (Hymenoptera), Käfer (Coleoptera). Unter den genannten am häufigsten sind die Wanzen; es folgen Zikaden, Mücken und Köcherfliegen.

Zu den besonders seltenen Ordnungen gehören die Schaben, Steinfliegen, Eintagsfliegen, Schmetterlinge und Großlibellen. Das Vorkommen von Insekten im Moler ist beschränkt auf wenige Schichten. Sie treten hauptsächlich in Zementsteinkonkretionen auf, in den Lagen +25 bis +30 und zwischen -21 und -29.

Auch von den Insekten sind möglicherweise einige durch Flüsse ins Meer gespült worden. Die überwiegende Zahl jedoch dürfte durch ablandige Winde von der Südküste Skandinaviens aufs Meer hinausgetragen worden und dann ertrunken sein. Die Stürme müssen heftig gewesen sein, wenn sie selbst an Pflanzen gebundene Insekten wie Wanzen und Zikaden fortführten und auch bessere Flieger wie Libellen und Schmetter-



linge nicht in der Lage waren, gegen den Wind zurückzufliegen. Die gute, zum Teil vollständige Erhaltung der Insekten läßt darauf schließen, daß zumindest zeitweise Raubfische nicht vorhanden waren, denen die ins Wasser fallenden Insekten sicherlich als Beute gedient hätten.

Skeletteile von Vögeln

Seltene Fossilien im Moler sind Knochen und andere Skelettelemente von Vögeln, auch Abdrücke von Vogelfedern. Alle Vögel scheinen im Inlandmilieu heimisch gewesen zu sein, so daß man vermutet, daß Vogelreste gemeinsam mit Pflanzenmaterial durch fließende Gewässer zum Meer transportiert wurden.

Bei den näher bestimmbareren Überresten handelt es sich u.a. um den Kopf einer Wasserhuhnart (Familie Rallidae), das Bein eines Spatzenvogels und das Brustbein eines Verwandten der heute im tropischen Afrika heimischen Gattung *Turacus*. Aufbewahrt bzw. ausgestellt sind die bemerkenswerten Vogelreste im Museum Fur.

Eozän oder Paläozän?

Das Alter des Moler und seine stratigraphische Stellung werden seit fast 100 Jahren von den Geologen diskutiert. Auf der Grundlage von Diato-

meen, der Schnecke *Cassidaria* und der Pflanze *Macclintockia* wurde der Moler mit dem unteren Bereich des eozänen London Clay parallelisiert. Auch die anderen vorkommenden Invertebraten sprachen für eozänes bis oligozänes Alter. Ebenso gleichen lithologisch die Molerablagerungen mehr den eozänen als den paläozänen Sedimenten in Dänemark. Demgegenüber ordneten einige Autoren in den 20er Jahren den Moler dem Paläozän zu.

Aufgrund verschiedener biostratigraphischer Untersuchungen mit Silicoflagellaten und Dinoflagellaten setzt sich seit etwa zehn Jahren mehr und mehr die Auffassung durch, daß der Moler ins oberste Paläozän gehört.

Die ausführliche Darstellung und Begründung findet sich bei PEDERSEN & SURLYK (1983). Danach tritt an Stelle der bisherigen Moler-Formation als neue lithostratigraphische Einheit die „Fur-Formation“. Sie wird unterteilt in zwei Schichtglieder, einen unteren Bereich (Knudeklint) und einen oberen (Silstrup). Nach Dinoflagellaten gehört die Fur-Formation in ihrer Gesamtheit zur *Apectodinium-hyperacanthum*-Zone und somit ins oberste Paläozän. Die Grenze zwischen Paläozän und Eozän liegt unmittelbar über der letzten Aschelage.

Abdominal-Region eines osmeroiden Fisches (Lachs-fischverwandte), Abdruck im Moler, Länge 6 cm.

*Sammlung, soweit nicht anders angegeben:
L. Koch; Fotos:
L. Koch*



Schildwanze (Scutelleridae), Körper und ein Bein erhalten, Länge 1,9 cm. Slg. Knoop.

Fliege (Brachycera), Länge 1,2 cm.



Für Auskünfte und wertvolle Hinweise danke ich Dr. N. BONDE, Kopenhagen, Dr. C. BRAUCKMANN, Wuppertal, Dr. E. F. CHRISTENSEN, Fur, Dr. K. DORN, Wuppertal, J. KNOOP, Niebüll.

Literatur

- ANDERSEN, N. M. (1982): A fossil water measurer (Insecta, Hemiptera, Hydrometridae) from the Paleocene/Eocene of Denmark and its phylogenetic relationships. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 30: 91 bis 96, Copenhagen
- BENDIX-ALMGREEN, S. E. & HOCH, E. (1972): Moleret i Limfjorden. No. 1. Fur Museum, 1-24. Deutsche Ausgabe (1974): Der Moler im Limfjord, 1-37.
- BONDE, N. (1966): The Fishes of the Mo-clay Formation (Lower Eocene). *Bull. geol. Soc. Denmark*, 16: 198-202, Copenhagen
- BONDE, N. (1973): Fiskefossiler, diatomiter og vulkanske askelag. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1972*: 136-143, København
- CHRISTENSEN, E. F. (1981): Wo Bambus wuchs und Schildkröten schwammen. *MÉRIAN 34* (3) (Jütland): 104-106, Hamburg
- CHRISTENSEN, E. F. & BROCK, V. (1981): Fur. Kaskelot. *Biologforbundets blad*, Nr. 47: 1-32, Hammel
- GRY, H. (1940): De istektoniske forhold i Molerområdet. *Meddr. dansk geol. Foren.*, 9: 586-627, København
- HEIE, O. E. (1970): Lower Eocene Aphids (Insecta) from Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 20 (2): 162-168, Copenhagen
- HENRIKSEN, K. L. (1922): Eocene Insects from Denmark. *Danm. geol. Unders., række 2* (37): 1-36, København
- LARSSON, S. G. (1975): Paleobiology and mode of burial of the insects of the Lower Eocene Mo-clay of Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 24: 193-209, Copenhagen
- 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, Copenhagen
- RASMUSSEN, H. W. (1981): Danmarks geologi, 4. Aufl., 1-176, København (Gjellerup)
- WILLMANN, R. (1977): Mecopteren aus dem untereozänen Moler des Limfjordes (Dänemark). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 12: 735-744, Stuttgart
- Karten
Kort over Danmark 1:100 000, Geodætisk Institut
Blatt 1116 Thisted und Blatt 1216 Løgstør