

## ÜBER DIE BEDEUTUNG DER HARTGRÜNDE (HARTGROUNDS) FÜR DIE EVERTEBRATENFAUNA DER MAASTRICHTER TUFFKREIDE

von Ehrhard VOIGT, Hamburg

Von den Kreideablagerungen Südlimburgs ist die Maastrichter Tuffkreide durch ihren großen Fossilreichtum besonders bekannt. Dieser Fossilreichtum hat seine Ursache darin, daß die Tuffkreide im Gegensatz zu der darunter liegenden, mehr schreibkreideartigen weißen Gulpenkreide ein ausgesprochenes Flachwassersediment darstellt. Dieses wurde beim Rückzug des Kreidemeeres in einem sich allmählich verkleinernden Meeresbecken vor dem Nordrand der Ardennen abgelagert, in dem günstige Lebensbedingungen für eine reiche, Kalkskelette abscheidende Bodenfauna herrschten. Die zu einem feinen Kalksand (Kalkarenit) zerkleinerten Schalen-trümmer (Bioklaste) sind das Ausgangsmaterial für die Tuffkreide.

Dadurch, daß die Tuffkreide seit Jahrhunderten in zahlreichen Tagesaufschlüssen und sehr ausgedehnten unterirdischen Steinbrüchen abgebaut wurde, war die Gelegenheit zum Sammeln von Tuffkreidefossilien hier von jeher besonders günstig, so daß Maastrichter Versteinerungen heute in vielen Museen der ganzen Welt anzutreffen sind.

Der große Steinbruch der Zementfabrik ENCI bei Maastricht wurde daher zur Typlokalität der Maastrichter Stufe („Maastrichtien“) erklärt und ist heute neben der bekannten Grube Curfs im Geultal bei Berg ein viel besuchtes Exkursionsziel für Geologen aus aller Welt. Schon von weitem fallen dem Besucher dieser Aufschlüsse die alten unterirdischen Galerien auf, die heute in den Bruchwänden oft angeschnitten sind und meist einen bestimmten lithologischen und stratigraphischen Horizont bezeichnen. Während die hier abgebaute Tuffkreide unter Tage leicht bearbeitbar ist, besteht die Decke der

Galerien meist aus einem viel härteren Gestein. (Abb. 1).

Derartige feste Bänke bilden die sogenannten Hartgründe (Hartgrounds, Voigt 1959). Sie finden sich in mehreren stratigraphischen Horizonten im Gesamtverbreitungsgebiet der Tuffkreide in Südlimburg und im angrenzenden belgischen Gebiet. Der jüngste Hartgrund bildet gewöhnlich die Obergrenze der Maastrichtstufe gegen die sehr ähnlich ausgebildeten Schichten des darüber folgenden sogen. Dano-Montiens. Sie spielen für die Sedimentologie der Tuffkreide und die Palökologie der darin eingeschlossenen Fossilien eine wichtige Rolle. Derartige Hartgründe sind in Gestalt zementierter kalkiger Meeresböden auch aus den Meeren der Gegenwart bekannt, obwohl die chemischen Bedingungen ihrer Entstehung noch weitgehend unbekannt sind (Shinn 1969, Bathurst 1971 und zahlreiche weitere Literatur). Ähnliche Hartgründe kennt man aus allen Formationen seit dem Ordoviciem, so daß über diesen Gegenstand bereits eine umfangreiche Literatur existiert, auf die in diesem Rahmen nicht eingegangen werden kann.

Nach unserer heutigen Kenntnis sind die harten

Abb. 1. Hartgrund in der Decke der unterirdischen Steinbrüche in der Maastrichter Tuffkreide im St. Pietersberg (ehemalige Grube van der Zwaan). Man erkennt die Grabgänge an der Oberfläche des Hartgrundes.

Abb. 2. Hartgrundoberfläche, von Bohrmuscheln und Bohrschwämmen angebohrt und von Spondylus (rechts unten) und inkrustierenden Bryozoen bewachsen. Grube Curfs bei Berg.

Abb. 3. Hartgrundoberfläche, von Thecidea (Mitte unten), Bryozoen und Röhrenwürmern bewachsen. Grube Curfs bei Berg.

Abb. 4. Hartgrund im Querbruch, mit Bohrmuschel in situ rechts und angeschnittenen Grabgängen. Grube Curfs bei Berg.

Abb. 5. Hartgrund im Querbruch, oben mit überlagernder Bryozoenschicht und Grabgang links, z.T. mit Bryozoengrus gefüllt. Grube Curfs bei Berg.



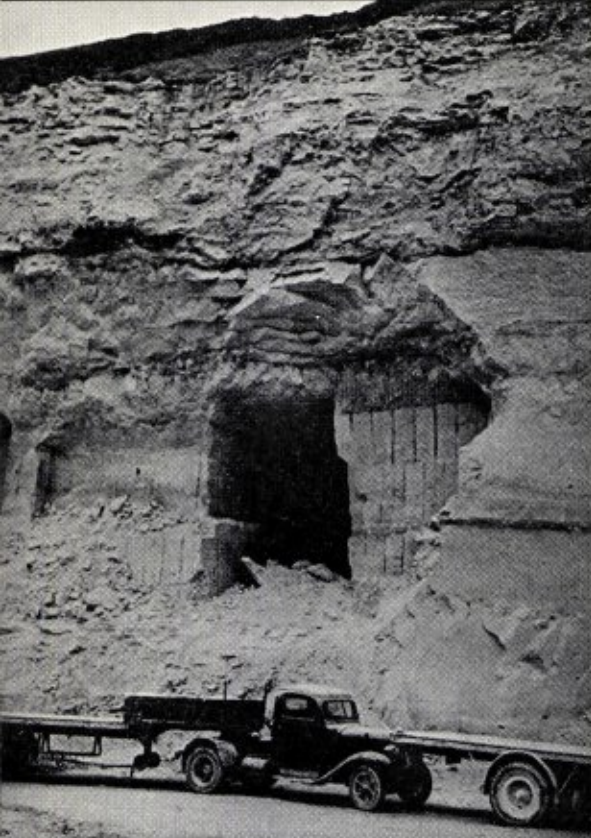


Abb. 1



Abb. 3



Abb. 4

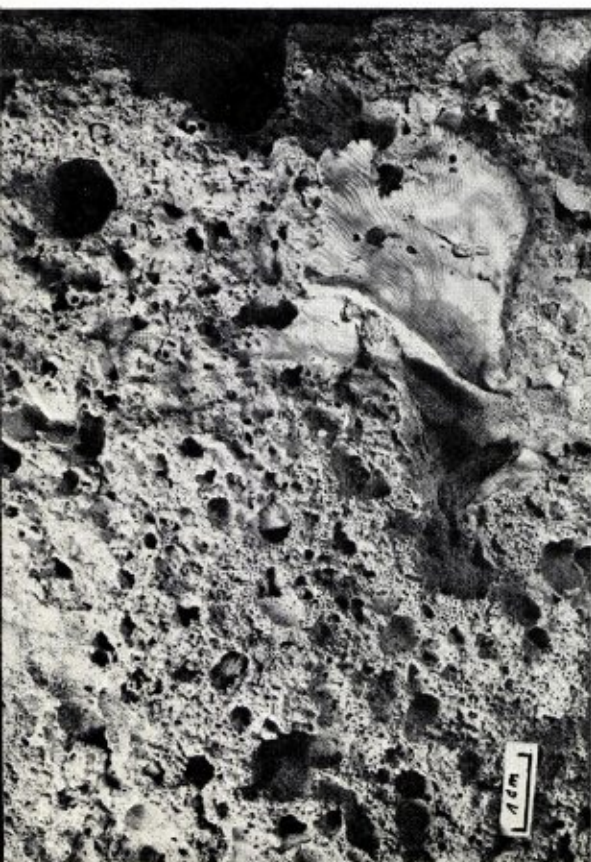


Abb. 5



Bänke in der Maastrichter Tuffkreide bereits submarin, d.h. am Meeresboden noch während der Ablagerung der Tuffkreide gebildet worden. Die Beschaffenheit ihrer Oberfläche beweist, daß während und nach der Verfestigung des Hartgrundes die Sedimentation für eine gewisse Zeit unterbrochen war. Das geht einmal daraus hervor, daß ihre Oberfläche oft unregelmäßig gestaltet ist und auf Auswaschungs- und Abtragungsvorgänge infolge submariner Strömungen schließen läßt. So beobachtet man gelegentlich prielartige Rinnen, die in die Hartgrundoberfläche eingeschnitten sind und in denen Gerölle des bereits verfestigten Hartgrundmaterials vorkommen.

Neben diesen mechanischen Erosionsspuren weist die Oberfläche der Hartgründe meist Spuren einer intensiven Besiedlung durch sessile Tiere auf wie fest-sitzende Muscheln (*Ostrea*, *Spondylus*), Brachiopoden (*Thecidea*), Polychaeten (*Serpuliden*) (Abb. 3 u. 7), Korallen sowie zahlreiche Bryozoen, Kalkschwämme und Foraminiferen (*Bdelloidina*, *Placopilina*). Auch Kalkalgen (*Lithothamnium*) bilden teilweise Überzüge auf dem Hartgrund und beweisen ebenso wie die Riffkorallen, daß die Wassertiefe bereits so gering war, daß das für das Gedeihen pflanzlichen Lebens auf dem Meeresgrund nötige Sonnenlicht noch bis dorthin vordringen konnte. Daß neben den Kalkalgen auch eine reiche, nicht erhaltungsfähige Algenflora auf den Hartgründen siedelte, läßt sich indirekt aus den Basen bzw. Fußscheiben zahlreicher Bryozoen ableiten, welche Algenstiele und Algenblätter inkrustiert oder abgeformt haben. Für zahlreiche cheilostome und cyclostome Bryozoenarten konnte auf diese Weise vom Verf. (Voigt 1959, 1973) bewiesen werden, daß sie auf Algen siedelten, welche – wie überall auf felsigem Grunde – mit ihren Haft-scheiben auf dem Hartgrund festgeheftet waren. Dabei ist interessant, daß nicht nur einfache Überzüge bildende Bryozoen, sondern auch viele ästige Stöcke bildende Kolonien auf Algensubstraten gelebt haben. Insgesamt wurden 2300 Bryozoenbasen untersucht, von denen wenigstens 1800 auf pflanzlichen

Unterlagen gewachsen waren. Da Algen stets ein festes Substrat (Felsboden, Hartgründe, Steine, Schalen etc.) für ihre Anheftung auf dem Meeresboden benötigen und daher auf lockerem Boden wie Sand und Schlamm nicht siedeln können, und da sie auch nicht, wie z.B. die Seegräser, Wurzeln in den Boden treiben, bildeten die Hartgründe einen günstigen Biotop für eine reiche, nicht überlieferte Algenflora, auf deren Existenz wir nur indirekt aus den sie besiedelnden kalkschaligen Organismen schließen können. Auf den Hartgründen lebte auch eine Fülle von frei beweglichen Tieren wie Ostracoden, Foraminiferen, Schnecken, Seeigel, Seesterne, Crustaceen und Fische, die hier reiche Nahrung fanden. Besonders Krebse und durophage Fische sorgten für die Zerkleinerung der Kalkskelette der Beutetiere, und die ständige Bewegung des Wassers trug das übrige dazu bei, diese organogenen Kalkpartikelchen, sogen. Bioklaste, weiter abzurollen und in einen feinen Kalksand (Kalkarenit) zu verwandeln, der das Ausgangsmaterial für die Tuffkreide bildet.

Es ist sehr bezeichnend, daß diese reinen, aus einem ziemlich gleichmäßigen Tuffkreidematerial gebilde-

---

Abb. 6. Hartgrundoberfläche, einen mit Bryozoen und anderen Fossilresten gefüllten, senkrecht nach unten führenden Gang zeigend. Grube Curfs bei Berg.

Abb. 7. Hartgrund mit Grabgang, dessen Oberfläche mit mehreren Röhrenwürmern und Bryozoen bewachsen ist. Grube van der Zwaan, St. Pietersberg.

Abb. 8. Bryozoensediment mit besonders gut erhaltenen Bryozoen; Tasche in Hartgrund. Grube Curfs bei Berg. ca. x3.

Abb. 9. *Siderolites calcitrapoides* (Lam.) mit gut erhaltenen langen Fortsätzen, aus Grabgang, x12. St. Pietersberg.

Abb. 10. *Siderolites calcitrapoides* (Lam.), „Zwilling“, zwei Individuen mit einander verwachsen, aus Grabgang, x12, Grube Curfs bei Berg.

Abb. 11. *Omphalocyclus macroporus* (Lam.), „Zwilling“, zwei Individuen mit einander verwachsen, aus Grabgang, x14, Grube Curfs bei Berg.





Abb. 6

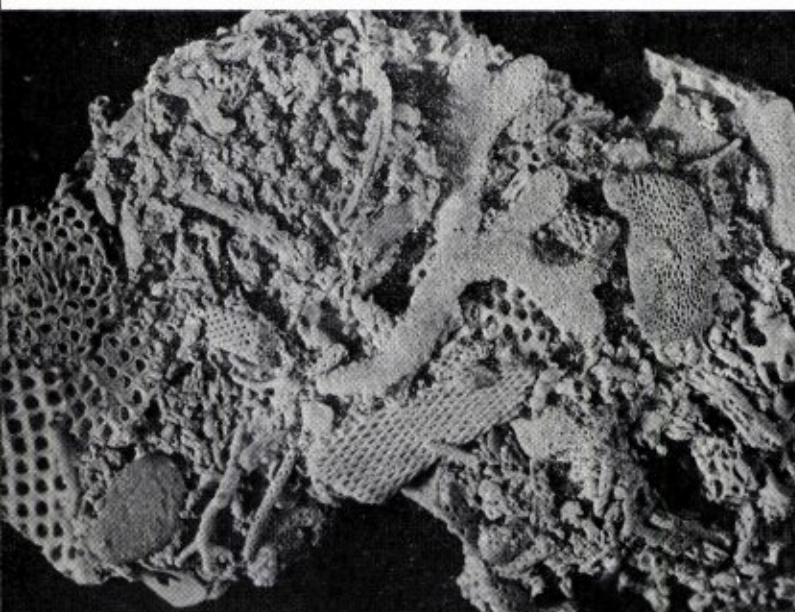


Abb. 8

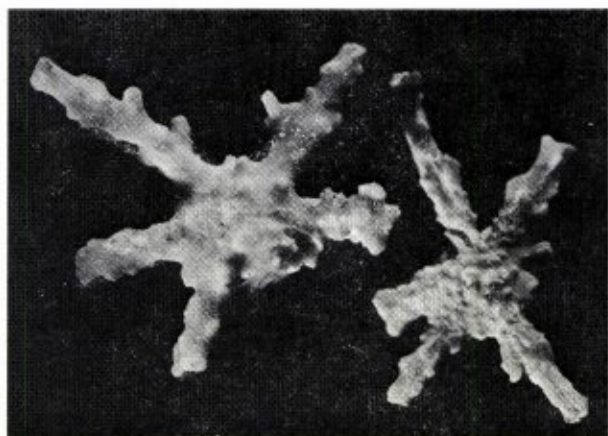


Abb. 9

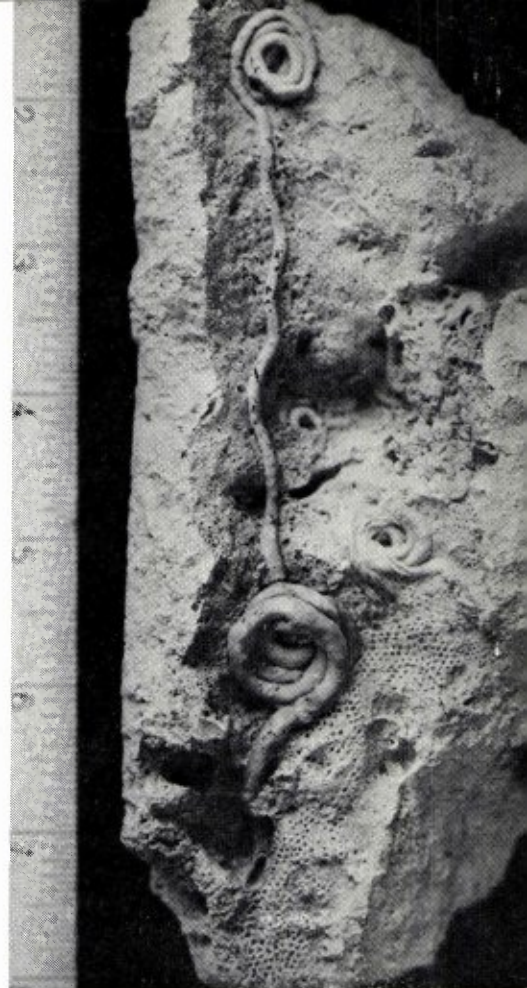


Abb. 7

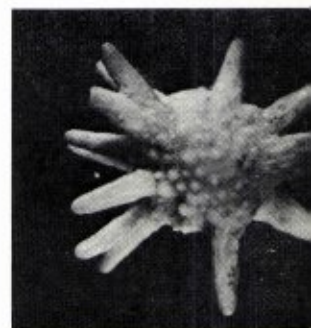


Abb. 10



Abb. 11



ten Kalksandgründe im allgemeinen viel ärmer an Fossilien sind als die hangenden Schichten, welche die Hartgrundbänke unmittelbar überlagern und die wegen ihres Reichtums an zerbrochenen und mehr oder weniger abgerollten Bryozoenbruchstücken und anderen kleinen Fossilien seit langer Zeit als „Bryozoenschichten“ bekannt sind.

Ubaghs (1865) unterschied bereits drei derartige Bryozoenschichten, die freilich nicht überall gleichmäßig entwickelt sind und – wie die Hartgründe selbst – oft ganz aussetzen.

Es besteht kein Zweifel, daß die Fossilanreicherungen über den Hartgrundbänken mit den günstigen Siedlungsmöglichkeiten auf diesen Hartböden in genetischem Zusammenhang stehen. Denn es war ja nicht nur der verhärtete Meeresboden selbst, der den benthonischen Organismen günstige Anheftungsmöglichkeiten bot, und den wir oft ganz von inkrustierenden Bryozoen und anderen sessilen Organismen bedeckt finden. Auch die auf diesem Boden siedelnden Algenrasen vergrößerten die zur Verfügung stehende Ansiedlungsfläche für die festsitzenden kleinen Organismen wie Foraminiferen, Bryozoen, Röhrenwürmer, Brachiopoden etc. ganz bedeutend und boten darüber hinaus auch noch weiteren Lebensraum für zahllose auf den Algenstielen und Blättern lebende andere Tiere, deren Skeletreste alle zur vermehrten Tuffkreidebildung beitrugen.

Demgegenüber boten die aus lockerem Kalkdetritus gebildeten Meeresgründe viel weniger Anheftungsmöglichkeiten für das fossile Benthos als die Hartböden. So erscheint es durchaus verständlich, daß in der normalen Tuffkreide der Fossilreichtum erheblich nachläßt und sich mehr auf größere Einzelunde wie Seeigel, Muscheln, Schnecken, Ammoniten, Einzelkorallen und die seltenen Wirbeltierreste beschränkt. Manchmal finden sich hier die Fossilien in einzelnen Lagen oder Bänken angereichert. Besonders auffallend sind die in ungeheuren Mengen in ganzen Bänken konzentrierten Röhren des Polychaeten *Ditrupea mosae* Montf., die offensichtlich zusammengeschwemmt sind.

In den lockeren, an Bryozoenfragmenten äußerst reichen Bryozoenschichten der ehemaligen Kalkgrube Schunk bei Kunrade gelang dem Verfasser (Voigt & Domke 1955) der Nachweis ehemaliger, im lockeren Kalksand wurzelnder Seegrasswiesen. Das Sediment enthält hier in einer bestimmten Schicht Tausende von verkieselten Achsenstücken und Wurzeln des Seegrases *Thalassocharis bosqueti* Debey ex Miquel, die zum Teil von einer ganz spezifischen Fauna inkrustierender und selbst baumförmiger Bryozoen besiedelt sind und einen speziellen, früher unbekannten Biotop Maastrichter Kreidebryozoen darstellen (Voigt 1973).

Eine außerordentlich wichtige Rolle innerhalb des Hartgrundbiotops spielen schließlich die grabenden und bohrenden (endolithischen) Organismen, unter denen hauptsächlich die Krebse (Bromley 1967), bohrende Polychaeten, (?) Phoronidea, Bohrschwämme und Bohrmuscheln zu nennen sind. (Abb. 2 u. 4). Die Oberfläche der Hartgründe ist gewöhnlich von den dicht unter der Oberfläche bohrenden Bohrspongien ganz zerfressen und korrodiert. Dazwischen finden sich die dünnen Gänge verschiedener, im Einzelnen meist noch nicht näher untersuchter bohrender Würmer und anderer wurmartiger Organismen, die auch die Skelette von Korallen, Mollusken und Bryo-

---

Abb. 12. Gut erhaltene, aus Grabgang ausgelesene Bryozoen im obersten Hartgrund an der Grenze Maastrichtien-Danmontien, x3. Grube Curfs bei Berg.

Abb. 13. *Reteporidae lichenoides* (Goldfuss), x7. Aus Grabgang im Hartgrund am Albert-Kanal bei Néercanne (Belgien).

Abb. 14. *Retecava clathrata* (Goldfuss), x3. Aus Grabgang im Hartgrund am Albert-Kanal bei Néercanne (Belgien).

Abb. 15. *Beisselina verneuli* (v. Hagenow), x4. Aus Grabgang im Hartgrund Grube Nekami, Routh bei Margraten.

Abb. 16. *Lopholepis alternans* v. Hagenow, x6. Aus Grabgang im Hartgrund am Albert-Kanal bei Néercanne (Belgien).





Abb. 12

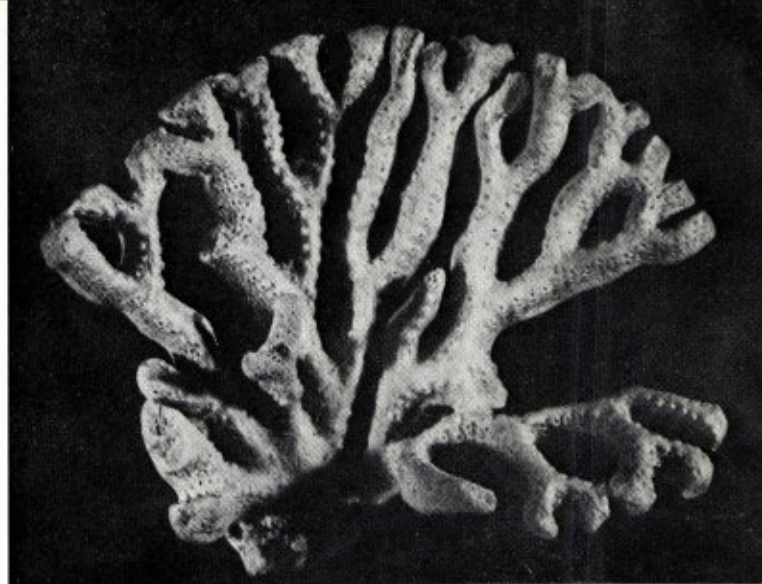


Abb. 13

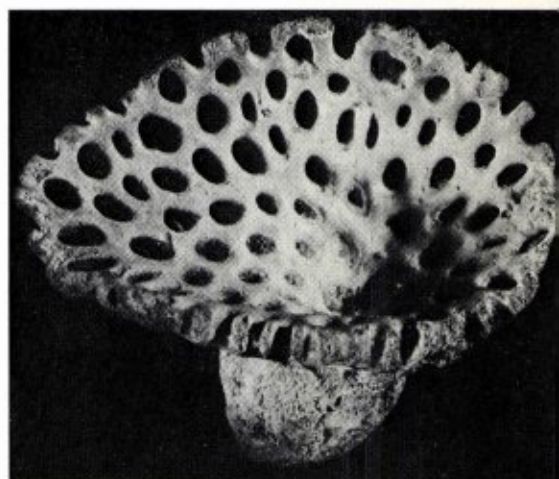


Abb. 14



Abb. 15

Abb. 16





zoen durchziehen. Die vielen größeren, napfartigen Vertiefungen auf den Hartgründen sind die abgeschliffenen Bohrlöcher verschiedener Bohrmuschelarten, in denen man zuweilen, wenn die Löcher noch nicht abradiert sind, auch die Schalen der Bohrmuscheln selbst findet. Am meisten fallen jedoch die oft sehr langen und ca. 1-3 cm dicken, oft dicht verzweigten Grabgänge von dekapoden Krebsen (*Thalassinoides*) auf. Sie wurden offensichtlich noch vor der Verfestigung des Hartgrundes angelegt, da die Krebse ja nicht im harten Gestein bohren können. Oft sind die Wände noch tief im Innern des Hartgrundes ganz von sessilen Tieren wie Bryozoen, Röhrenwürmern, agglutinierenden Foraminiferen (Hofker 1965, Voigt 1970) etc. bewachsen, die hier während einer längeren Zeit der Sedimentationsunterbrechung gelebt haben müssen, da sie anderenfalls von dem in die Gänge hineingeschütteten Sediment erstickt und begraben worden wären. Obwohl in diesen Gängen z.T. Dunkelheit geherrscht haben muß, was für viele rezente Bryozoen ein bevorzugtes Milieu darstellt, kann das Wasser hier nicht ständig stagniert haben. Ohne Sauerstoffzufuhr hätte sich das sessile Benthos sonst hier nicht ansiedeln können. In diesen Gängen, Taschen und Mikrohöhlen hat sich eine ganz spezifische Zwergfauna von Bryozoen gefunden, die an diesen Biotop angepaßt war.

Diese *Thalassinoides*-Gänge sind jedoch für den Paläontologen noch in ganz anderer Hinsicht bedeutungsvoll. Nach einer vorübergehenden Zeit der Sedimentationsunterbrechung wurden sie natürlich mit dem Material der über dem Hartgrund sich ablagernden Bryozoenschichten zugefüllt. Während jedoch die Bryozoen der überlagernden Bryozoenschichten stets mehr oder weniger abgerollt und zerbrochen sind, ist der Erhaltungszustand der kleineren Fossilien in diesen Gängen meistens sehr viel besser. (Abb. 5, 6, 8). Hier findet man nicht selten reich verästelte und vorzüglich erhaltene Bryozoenstöcke und andere Fossilien (Abb. 9-16), die sich in ihrem Aussehen von rezentem Material überhaupt nicht unterscheiden (Voigt 1959, Hillmer 1971). Sie würden, ohne lange der Wellenbewegung und der damit ver-

bundenen Abrollung ausgesetzt gewesen zu sein, sofort in die Gänge hineingespült und eingebettet. Da der damals bereits verfestigte Hartgrund später dem Belastungsdruck durch die auflagernden Gesteinsmassen einen größeren Widerstand entgegensetzte als das lockere Sediment der darüber liegenden Bryozoenschichten, wurden die äußerst zarten, vielfach verästelten Bryozoenstöcke in den Hartgrundgängen vor dem Zerbrechen geschützt, während größere Stöcke aus dem darüberliegenden Gestein gewöhnlich nur in zerdrücktem Zustand geborgen werden können. Auch die seltenen „Zwillinge“ der Großforaminiferen *Liderolites calcitrapoides* (Lam.) und *Omphalocyclus macroporus* (Lam.) wurden in solchen Gängen gefunden (Abb. 10-11).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß den Hartgründen in der Maastrichter Tuffkreide eine hervorragende Bedeutung nicht nur für die Paläökologie der Tuffkreidefauna, sondern auch für ihre spätere Erhaltung zukommt. Während die Bryozoenschichten im Hangenden der Hartgründe echte Fossilagerstätten regionalen Ausmaßes darstellen, sind die Gänge im Hartgrund selbst ausgesprochene Fossilfallen, deren Ausbeutung dem Paläontologen oft unerwartete und hervorragende Funde liefern und einen ausgezeichneten Einblick in das Leben am Grunde des Tuffkreidemeeres bietet.

### Literatur (Auszug):

- Bathurst, R. G. C. — Carbonate sediments and their Diagenesis. — Developments in Sedimentology **12**, 620 s., 359 Abb., Amsterdam, London, New York 1971.
- Bromley, G. R. — Some observations on burrows of Thalassinidean Crustacea in Chalk hardgrounds. — Q. J. geol. Soc. London, **123**, 157-182, 1967.
- Bromley, G. R. — Burrows and Borings in Hardgrounds — Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening, **18**, H.2, 1968. S. 247-250. 2 Fig.
- Hillmer, G. — Bryozoen - Tierkolonien im Meer — „Mikrokosmos“, H.3, S. 65-72. Mit 12 Bildern. Stuttgart 1971.
- Remane, A. — Die Bedeutung der Struktur für die Besiedlung von Meeresbiotopen — Helgol. Wiss. Meeresunters. **10**, S. 343-358, Hamburg 1964.

- Richter, D. — Der St. Pietersberg bei Maastricht - die Typ-lokalität der Maastricht-Stufe und der bedeutendste Oberkreide-Aufschluß in den Niederlanden — „Der Aufschluß“, H.10, S. 284-295, 1967.
- Romein, B. J. — On the type locality of the Maastrichtian (Dumont 1849), the upper boundary of that stage and on the transgression of a Maastrichtian s.l. in Southern Limburg. — „Mededelingen van de Geologische Stichting“, Nieuwe Serie no. 15, S. 77-84, (Figures 1-5) 1962.
- Romein, B. J. — Present knowledge of the stratigraphy of the Upper Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) and Lower Tertiary (Danian-Montian) calcareous sediments in Southern Limburg. — Verhandelingen van het koninklijk Nederlands Geolog. Mijnbouwkundig Genootschap, Geol. Serie, deel 21-2, With 6 figures. S. 93-104. „Transactions of the Jubilee Convention“ Part 2. 1963.
- Shinn, E. A. — Submarine lithification of Holocene Carbonate Sediments in the Persian Gulf. — „Sedimentology“, 12, S. 109-144, 36 figures. 1969.
- Ubachs, J. G. — Die Bryozoenschichten der Maastrichter Kreidebildung nebst einigen neuen Bryozoen-Arten aus der Maastrichter Tuffkreide. — Naturhistor. Verein Preuß. Rheinl. u. Westf., 22, S. 31-62, Bonn 1865.
- Umbgrove, J. H. F. — Bijdrage tot de kennis der stratigraphie, tektoniek en petrographie van het Senoon in Zuid-Limburg. Leidsche Geologische Mededeelingen, deel I Aflev. 2, I. S. 255-332, Taf. 18-23. 1926.
- Voigt, E. — Der Nachweis des Phytals durch Epizoen als Kriterium der Tiefe vorzeitlicher Meere. — Geol. Rundschau, 45, S. 97-119, Taf. 1-4, 5 Abb. Stuttgart 1956.
- Voigt, E. — Die ökologische Bedeutung der Hartgründe („Hardgrounds“) in der oberen Kreide. Paläont. Zeitschr., 33, S. 129-147, Taf. 14-17, 1 Abb., Stuttgart 1959.
- Voigt, E. — Foraminiferen und (?) Phoronidea als Kommensalen auf den Hartgründen der Maastrichter Tuffkreide. — Paläont. Zeitschr., 44, S. 86-92, Tafel 10-11 u. 2 Textabb., Stuttgart 1970.
- Voigt, E. — Environmental Conditions of Bryozoan Ecology of the Hardground Biotope of the Maastrichtian Tuff-Chalk, near Maastricht (Netherlands). — In: Living and Fossil Bryozoa (ed. by G. P. Larwood). Proceed of the Internat. Bryozoology Association Conference (p. 185-197, Pl. I-II), Acad. Press, London and New York 1973.
- Voigt, E. & Domke, W. — *Thalassocharis bosqueti* Debey ex Miquel, ein strukturell erhaltenes Seegras aus der holländischen Kreide. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 24, S. 87-102, Taf. 4-9, 3 Abb., Hamburg 1955.

## WEER EEN WAARDEVOL NATUURGEBIED IN GEVAAR

Weer loopt een waardevol natuurgebied in Nederland gevaar: de hellingbossen gelegen tussen Bunde en Elsloo, grotendeels staatsnatuurreserveaat. Nu eens niet door bedreiging van buitenaf, maar door aantastingen van de Limburgers zelf, namelijk door o.a. de gemeenteraden van Geulle en Ulestraten. Alvorens te vertellen wat er aan de hand is, lijkt het mij goed eerst de waarden van het bedreigde gebied te schetsen.

Tussen Bunde en Elsloo treffen we op de oostelijke Maasdalhelling over een lengte van ongeveer zes kilometer een voor Nederlandse begrippen unieke gordel van hellingbossen aan. Ze zijn gesitueerd op het midden- en hoogterras van de Maas; tussen de voet van de hellingen en het plateau komen hoogteverschillen voor van 50 tot 60 meter! Dit geaccidenteerde karakter wordt nog geaccentueerd door een aantal uitgeslepen erosiedalen, als het ware ravijntjes met zeer steile wanden; voor een deel zijn het droogdalen, voor een ander deel benutten ze beekjes, die het vele druk- en kwelwater, afkomstig uit tientallen bronnen, naar lager gelegen delen in de Maasvallei afvoeren.

De plaatselijk aanwezige kwelzônes, gepaard gaande met grote verschillen in reliëf en samenstelling van de bodem — van kalkrijk tot kalkarm en van zeer nat tot vrij droog — leveren een grote diversiteit van milieutypen. Niet alleen openbaart zich in deze diversiteit een grote verscheidenheid aan plantengesellschaften, maar ook hebben zich daarin dieren en planten kunnen vestigen, die voor ons land buitengewoon zeldzaam zijn of zelfs vermoedelijk alleen maar in deze bossen te vinden zijn. Denken we maar aan *Carex pendula* (Hangende Zegge), die in de Bunderbossen haar enige tot nu toe bekende groeiplaats in Nederland heeft, aan *Salamandra salamandra terrestris* (Lacépède) (Gevlekte Landsalamander of Vuursalamander, plaatselijke naam „goudhagedis“) die er een van de laatste broedbiotopen in ons