Dag negen, zondag 28 juni

Na een heerlijke nachtrust worstelden we ons met bijna 300 handstukken en 100 micromounts (zo'n 40 kg!) in bijna 2½ uur naar beneden. Dit kun je normaal met gemak in drie kwartier doen. Bij het restaurant in Heiligkreutz hebben we een literfles Cola genuttigd en tegen elkaar gezegd dat we dit nóóit meer zouden doen. Deze zomer gaan we dus weer. Door het jaarlijkse verse puin als gevolg van de erosie blijven de vondstmogelijkheden zeer goed.

Enkele voetnootjes

* Het Binntal is nog heel mooi en ongerept, en dat moet ook zo blijven. Laat dus géén afval achter in de bergen! Mensen die vuile luiers achterlaten op een bergpad horen volgens mij niet in de bergen thuis.
* Begin alleen aan een (meerdaagse) bergtocht na een degelijke voorbereiding. Onderschat de alpine gevaren niet: onweer en kou zijn nóg levensbedreigender dan hier in het vlakke Nederland. Net als hier geldt: "ga bij onweer niet onder bomen staan". Maar in de bergen geldt ook: "ga niet onder overhangende rotspartijen of op puin- en/of sneeuwhellingen of tegen natte, gladde bergwanden staan!" Als je kunt afdalen, doe het dan. Mineralen vinden is leuk, maar ze thuis zélf aan vrienden kunnen laten zien is nog leuker!
* Omdat er in het Kriegalptal schapen en gemzen rondlopen bestaat er een kans dat het water in de beek vervuild is doordat er stroomopwaarts bijvoorbeeld een kadaver in het water ligt. Het gevaar van diarree of zelfs van een vergiftiging is te voorkomen door waterzuiveringstabletten aan het drinkwater toe te voegen. Eén tabletje per liter bergfris water bespaart u een hoop ongemak.
* Goed eten en heel veel drinken is in de bergen erg belangrijk. Een volwassen man van ca. 75 kg heeft onder normale omstandigheden per etmaal al 11½ liter vocht nodig. Op extreme hoogte is een vochtverlies via de ademhaling van 6 liter per etmaal niet ongewoon. 25 % van dit vocht verlies je zelfs in je slaap. Neem voor een flinke bergtocht dus minstens twee liter water mee, en zorg nà een bergtocht voor voldoende aanvulling van de vochtspiegel in je lichaam. Meer informatie hierover is te vinden in het artikel "Drinken bij bergsport" door Henk van Vleuten in De Bergvriend, juni 1992 (het blad van de Nederlandse Bergsportvereniging). Ook over eten in de bergen zijn er in dit blad artikelen verschenen.
* Er gaan geruchten dat er deze zomer een strahlerpatent ingevoerd gaat worden voor de hele regio Binntal. Een strahlerpatent is een verplichte betaling om mineralen te mogen zoeken. De kosten van een strahlerpatent zouden kunnen oplopen tot enkele honderden Zwitserse franken. Informeer ernaar bij het verkeersbureau in Fiesch: de hoge boetes tot enkele duizenden Zwitserse franken liegen er niet om!

LITERATUUR

Claudio Albertini: L'Alpe Devero ed i suoi minerali; 1991, 299 p. (over de regio Scherbadung; het enige boek over de Scherbadung en Kriegalptal tot nu toe).
T. Armbruster, C. Bühler, S. Graeser, H.A. Stalder en G. Amthauer: over Cervandoniet-(Ce); 1988; S.M.P.M.-78.
F. Demartin, S. Graeser et al.: The crystal structure of Fetiasite, a new Alpine fissure arsenite from Pizzo Cervandone (=Scherbadung).
S. Graeser en H. Schwander: over Gaspariet-(Ce) en Monaziet-(Nd), 1987; S.M.P.M.-76.
S. Graeser: Binn, Tal der Mineralien, 1992, 24 p.
W.J. Lustenhouwer: De eerste phenakiet van Binn; Gea, 1988, nr. 4.
Ernst Sury: Mineralien richtig reinigen, Anleitung zur Reinigung und Konservierung von alpine Mineralien, 1991.
Max Weibel: Die Mineralien der Schweiz, 1990.
Die Mineralien des Binntales, 1978; Separatdrück aus Jahrbuch 1971977 NMBE.
Binntal, themanummer Lapis, 1981, nr. 12.
Zwitserse Alpen, themanummer, Gea, maart 1984.
Lengenbach, Sonderheft Mineralien-Welt 1991, nr. 4.
European Journal of Mineralogy, 1992, IV, 6.

"Moler" in Denemarken:

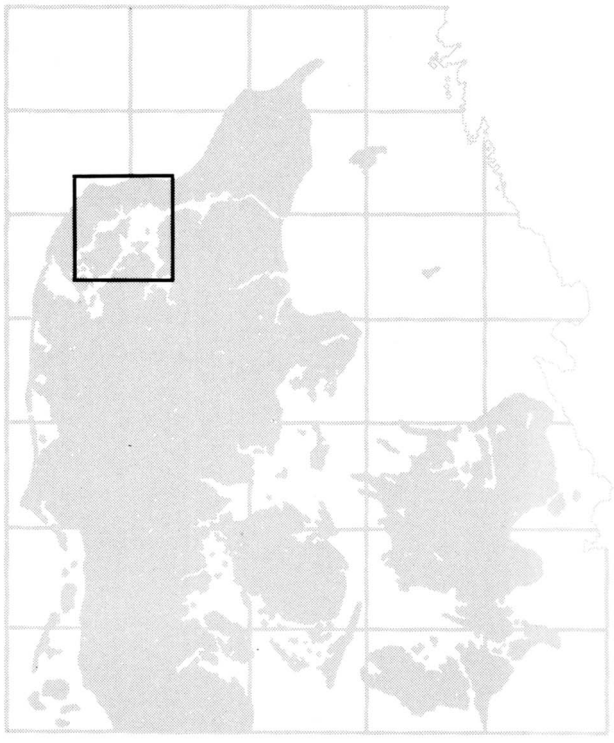
een voorbeeld van zeebloei?

door P. Bomers

In het noordwestelijk deel van Jutland, in het noorden van Denemarken, komt een vrij zeldzaam gesteente voor. Er is alleen een Deense naam voor: *moler.* Het komt alleen aan de oppervlakte in de omgeving van het westelijke Limfjord. Afb. 1. Steile, witte kliffen van moler verheffen zich langs de kust van de eilanden Mors en Fur en bepalen grotendeels het beeld van dit prachtige landschap. Afb. 2.
De moler-formatie ontstond onder bijzondere omstandigheden en is slechts op kleine schaal afgezet. Moler, ook wel diatomeeënaarde genoemd, is rijk aan fossielen.

Tijdens het Onder-Eoceen, zo'n 50 miljoen jaar geleden, strekte zich een binnenzee uit over het gebied waar nu Jutland ligt, van Zuid-Noorwegen tot Noord-Duitsland en van de oostkust van Engeland tot vermoedelijk de westkust van Zweden. Deze zee stond in het noordwesten, tussen Schotland en Noorwegen, in verbinding met de oceaan. Later in het Eoceen was er in het zuiden een verbinding met het Kanaal. Deze zee wordt het "Eoceen-bekken" genoemd; in het noordelijke deel ervan, het "Deense bekken", ontstond moler.

De hoofdbestanddelen van moler zijn kiezelschalen van kleine algen: diatomeeën. Deze eencelligen bevatten chlorofyl en zijn daardoor afhankelijk van zonlicht. Ze leven in helder water, op geringe diepte, tot maximaal 200 meter.
In het gehele Eoceen-bekken zette zich klei af, aangevoerd door rivieren van het omringende land. Deze klei vermengde zich met de diatomeeënschalen. In het Deense bekken was de produktie van diatomeeën zo groot, dat de afzetting van de kiezelskeletjes die van de klei overtrof.
De oorzaak van deze extreme algengroei wordt gezocht in de invloed van vulkanisme. Tegelijk met de vorming van moler waren voor de kust van Noorwegen talrijke vulkanen actief. Zij produceerden van tijd tot tijd enorme hoeveelheden as, die met de



Afb. 1. Kaart van Denemarken, met uitsnede detailkaart.

noordwesten-wind over het bekken werden gevoerd, tot ver in Duitsland. Vermoedelijk gaven de uitstromende kiezelverbindingen van de vulkanen goede levensvoorwaarden voor de diatomeeën. De afzetting van grote hoeveelheden kiezelskeletjes, samen met de vulkanische asproduktie, schiep de bijzondere condities voor de vorming van moler.
Een andere theorie is, dat opwellend, voedselrijk bodemwater een rijke diatomeeënflora mogelijk maakte.
De vulkanische as, die na iedere uitbarsting over zee werd meegevoerd, bezonk en vormde op de zeebodem aslagen. In totaal zijn zo'n 200 lagen te onderscheiden, in een pakket van 50 à 60 meter. In het Onder-Eoceen was de moler een grauwzwart slik op de zeebodem. Huidig uiterlijk en samenstelling zijn een gevolg van verweringsprocessen en de druk, die de bovenliggende lagen uitoefenen. De heldere kleur krijgt moler pas in volstrekt droge toestand. Aan de oppervlakte is moler hoekig en breekt het in gelaagde brokken, die gemakkelijk gespleten kunnen worden. In droge toestand is moler vrijwel wit, poreus en zeer licht van gewicht: het gesteente blijft op water drijven.

Cementsteen

Op verschillende niveaus in de moler-formatie komen harde kalkbanken voor. Deze worden cementsteen genoemd. De banken lopen overwegend parallel aan de aslagen, in afzonderlijke, lensvormige concreties, of zijn samengegroeid, zodat ze een meer of minder samenhangende laag vormen. Cementsteen ontstaat door concentratie van uitgescheiden kalk ($CaCO_3$), mogelijk indirect - in waterige oplossing - afkomstig van o.a. uiteengevallen kalkskeletjes van dode organismen. In de schone, kalkvrije moler zijn de afdrukken van opgeloste skeletdelen te zien, terwijl botten en andere kalkrijke delen goed bewaard en vaak extra met kalk geïmpregneerd in de cementsteen ingesloten zijn. Afb. 3 en 4.

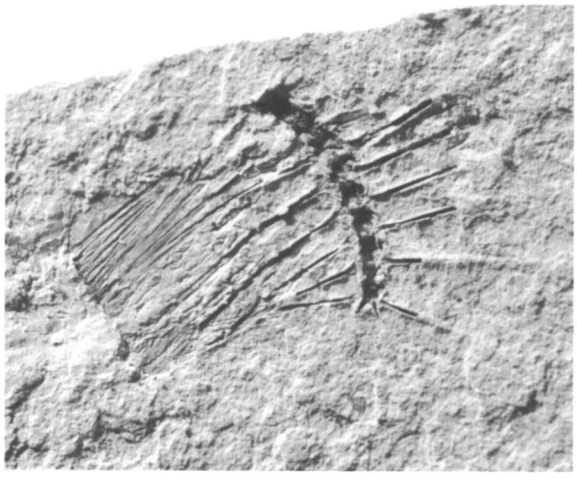
De cementsteen kan op de zeebodem gevormd zijn in een tijd, waarin het bodemmilieu zuurstofarm en giftig was. De organische stoffen van gestorven dieren, die naar de bodem zonken, werden afgebroken door anaerobe bacteriën, waarbij zich zwavelwaterstof en ammoniak vormden. In en om de dode dieren ontstonden concretiekernen.
De cementsteen werd diagenetisch gevormd, dat wil hier zeggen: in een proces waarbij de oorspronkelijke organische stoffen zijn vervangen door anorganische kalksteen, tijdens of kort na de afzetting van het sediment - de moler - op de zeebodem, of dieper in het nog zeer waterhoudende sediment.

Fossielen

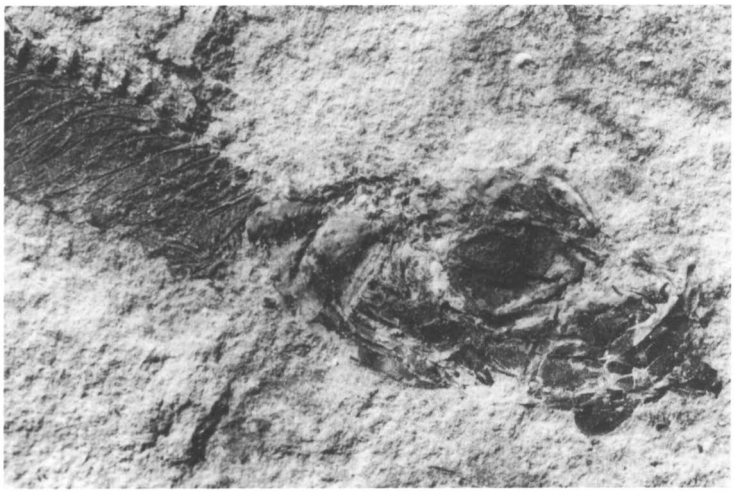
Niet zelden worden in de moler in zeer goede staat verkerende fossielen gevonden, vaak van complete organismen. Vissen vormen de meerderheid met 40 tot 50 soorten. Het meest voor-komende grotere fossiel is dat van een kleine zalm, verwant aan het recente geslacht *Argentina.* Deze leefde in ondiep water en voedde zich met plankton. Vondsten van alle andere vissoorten zijn heel zeldzaam. Deze betreffen o.a. verwanten van lamprei, haring, makreel, tonijn en haai. Bij sommige vissen is de maaginhoud nog zichtbaar.
Zeer bijzonder is de vondst van een in open zee voorkomende lederschildpad: *Eosphargis.* Verder komen er kreeften en vleugelslakjes voor. Opvallend is de afwezigheid van op de bodem levende zeedieren, afgezien van een enkele graafgang van een borstelworm, enige soorten slakken en enkele zeesterren.
Merkwaardig is de aanwezigheid van talrijke soorten insekten in de cementsteen. Insekten leven immers niet in zee. Deze insekten, voornamelijk "halfvleugeligen", zijn afkomstig uit verschillende milieus. Men neemt aan, dat ze bij het overvliegen te water zijn geraakt. Een aantal is geheel intakt, wat erop wijst, dat er in bepaalde perioden geen roofvissen aanwezig waren.
Vogelresten, waaronder enkele poten en een schedel, zijn overwegend afkomstig van landvogels. Er zijn resten van o.a. moerascipressen, palmen en loofbomen gevonden, alsook zaden en noten. De talrijke plantenresten zijn, vermoedelijk evenals sommige vogelbotjes, door stromen van het land in de molerzee gespoeld. De fossielen wijzen erop dat het klimaat warm, subtropisch of zelfs tropisch moet zijn geweest.
Het is zeker te danken aan het lage zuurstofgehalte op de zeebodem, dat een arme bodemfauna - weinig aaseters - en goede voorwaarden voor fossilisatie samengingen. In het voedselrijke oppervlaktewater, dat vanuit de noordelijke Atlantische Oceaan binnenstroomde, ontwikkelde zich overvloedig leven. Dode organismen werden snel bedekt met skeletjes van massaal afstervende diatomeeën. Op de bodem vormde zich giftig zwavelwaterstof



Afb. 2. In de steile, naar de kust gekeerde "afbraakoevers" komt op veel plaatsen de heldere moler tevoorschijn. Enkele aslagen zijn goed te onderscheiden - dit zijn de donkere lagen. Foto van het "Hanklit" bij Flade, dat met 65 m het hoogste punt op Mors is.



Afb. 3. Fragment van het skelet van een vis, lengte ca. 1 cm. Vindplaats: molergroeve op Fur. De kalk uit het fossiel is geheel opgelost in de kalkarme moler.



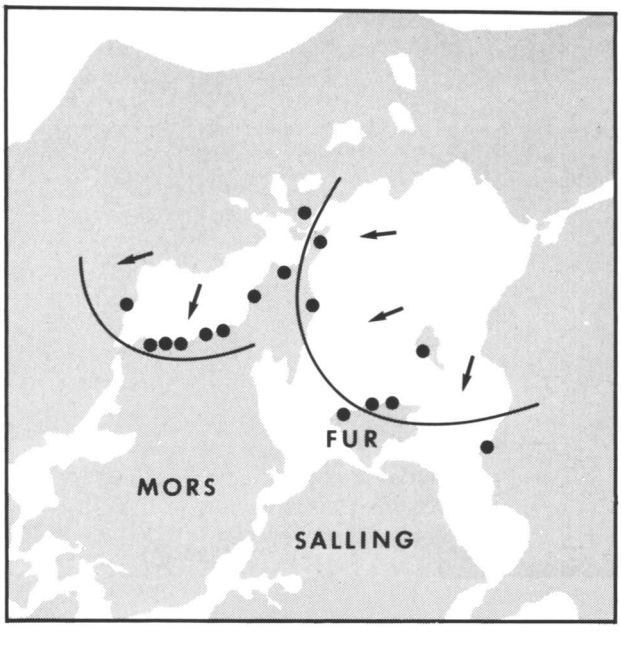
Afb. 4. Fossiele vis, totale lengte ca. 8 cm. Vindplaats: Hanklit, Mors. Het bijna volledige skelet is goed bewaard gebleven in de kalkrijke, harde cementsteen.

door het vergaan van organismen in het slik. Dit slik had een zwarte kleur, zoals nog in de niet verweerde, onderste delen van de molergroeven is te zien.

De invloed van landijs op moler

Geologisch gezien is Denemarken nog maar een jong land. Het kreeg zijn huidige vorm zo'n 2 à 3 miljoen jaar geleden. In de loop van 40 miljoen jaar veranderde het klimaat van tropisch of subtropisch tot arctisch. In de koudeperioden vormden zich in het Scandinavische bergland ijskappen. Het ijs schoof dan naar het zuiden, over Deens gebied. Tot nu toe traden vier grote landijsuitbreidingen op, met daartussenliggende afsmeltingen. De tijd waarin dit alles plaatsvond noemen we het Pleistoceen.
In de laatste ijstijd bedekte het landijs niet het gehele Deense gebied. Onder de maximale uitbreiding reikte de ijsrand tot een lijn, die langs de mid-Jutlandse heuvelrug liep. De werking van het ijs heeft in het noordelijke en oostelijke deel van Denemarken talrijke zg. "tunneldalen" en "langseën", waaronder ook de "fjorden", doen ontstaan.

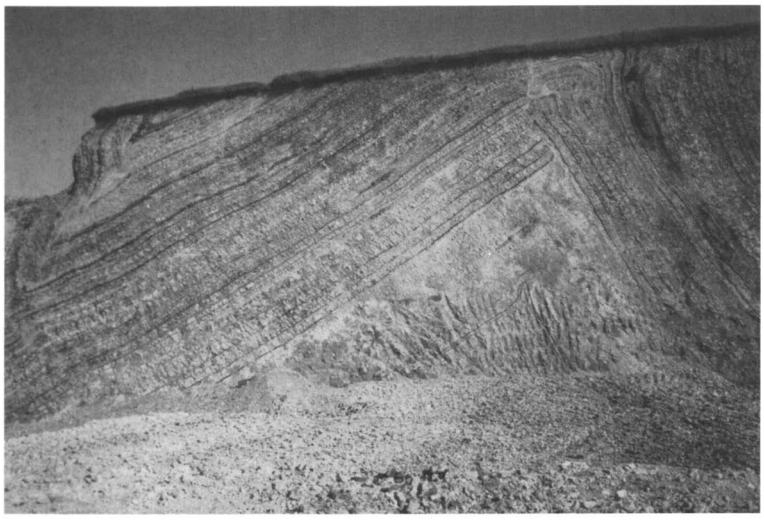
Het afsmelten van de landijsmassa van de laatste ijstijd verliep aanvankelijk in noordelijke en noordoostelijke richting. Het was geen gelijkmatig voortschrijdend proces, vaak werd de terugtocht door stilstand of zelfs door kleine uitbreidingen afgewisseld. De bewijzen hiervoor tekenen zich bijzonder duidelijk af in de omgeving van het huidige Limfjord. Hier lagen gletsjertongen, waarvan de randen naar het westen, zuiden en oosten door een heuvelachtig morenelandschap worden gemarkeerd, o.a. op het noordelijke deel van Mors en op het eiland Fur. Zie afb. 5.
Landijs in beweging is in staat bevroren landmassa's op te breken en voor zich uit te schuiven. Dit gebeurde gedurende de laatste ijsuitbreiding met stukken moler. Sommige stukken braken, sommige werden geplooid, andere compleet in morene ingebed, d.w.z. in het "steen"materiaal dat in het ijs ingesloten was en dat na het afsmelten achterbleef. Afb. 6.
De moler die men aan de kliffen, in de groeven en op de akkers ziet liggen, is door het ijs getransporteerd. Vorst en waarschijnlijk cementsteenbanden maakten de moler compact en star, waardoor het gesteente ver van de plaats van afzetting kon worden weggevoerd. Na het wegsmelten waren het krachten als opheffing en wegzinken van het land, lokale erosie en zandverstuiving, die het landschap van het huidige Denemarken vormden.



Moler en zeebloei

In het moler-verhaal doen zich een aantal opmerkelijke feiten voor: massale diatomeeënsterfte, vorming van zwart sediment, perfecte conservering van vele en complete vissen - soms met maaginhoud - en het voorkomen van insekten. Deze en andere aanwijzingen duiden mogelijk op het optreden in het Eoceen-bekken van een verschijnsel, dat we kennen als zeebloei of waterbloei.

Afb. 5. Gletsjertongen hebben na de laatste landijsuitbreiding in westelijke, zuidwestelijke en zuidelijke richting een heuvelachtig morenelandschap achtergelaten, wat op de eilanden Mors en Fur duidelijk tot uiting komt.
← richting waarin het landijs zich uitbreidde;
——— globale begrenzing van de gletsjertongen, gemarkeerd door randmorenes;
● plaatsen waar moler aan de oppervlakte komt.



Afb. 6. Profiel van een wand in een moler-groeve bij Sejerslev op Mors. De plooiing, ontstaan door stuwing van het landijs, is duidelijk zichtbaar.

Met zee- of waterbloei duidt men het verschijnsel aan, waarbij gedurende korte tijd, maar elk jaar opnieuw, het water gekleurd wordt door het massaal optreden van bepaalde soorten fytoplankton. In gebieden met opwellend dieptewater, rijk aan anorganisch voedsel (fosfaten, nitraten) kan zich 's zomers onder gunstige omstandigheden een razendsnelle ontwikkeling van fytoplankton voordoen. Daarbij kan het zeewater al na enkele dagen over enorme oppervlakten worden vergiftigd. Dit wordt veroorzaakt doordat enerzijds het levende fytoplankton giftige stoffen (neurotoxinen) afscheidt, anderzijds doordat bij de afbraak van het zo massaal optredende plankton alle zuurstof uit het water wordt opgebruikt.
De gevolgen hiervan zijn desastreus. Niet alleen sterven alle grote oganismen, zoals kreeften, mariene zoogdieren en vissen, ook het plankton zèlf kan in dit vergiftigde water niet meer in leven blijven. Als de zeebloei op zijn maximum is, wordt de gehele waterkolom, vanaf de oppervlakte tot aan de bodem, een dodelijk gebied. Boven de zee hangt een verstikkende damp van H_2S, die insekten en soms vogels noodlottig kan worden. Hoe snel zo'n zeebloei kan optreden blijkt uit het feit, dat veel roofvissen niet zelden hun prooi nog in hun maag-darmsysteem hebben. (Vergelijk G. Viohl, 1987, voor Solnhofen).
Het eerst zinken de grotere dode organismen naar de bodem, waarna een trage regen van organisch materiaal volgt. Dode lichamen worden niet opgegeten, omdat aaseters en roofvissen immers ontbreken. Dode insekten, die enkele dagen blijven drijven alvorens langzaam te zinken, zouden onder normale omstandigheden al lang zijn opgegeten. Ook gaan grote organismen als vissen niet drijven, zoals in een normale, zuurstofrijke omgeving wel het geval is. Dan gaat namelijk de ontbinding vooral in het maag-darmsysteem van de vis zo snel, dat een dode vis door gasontwikkeling gaat drijven.
Wanneer een gebied met zeebloei samenvalt met een bekkenvorm van de bodem, treedt in het diepere water gemakkelijk een stagnatie op. In zulke gevallen is er nooit zuurstof op de bodem aanwezig, ook niet als de waterbloei enkele jaren niet optreedt. Er ontstaat een slijmerige, gelatineuze laag van langzaam rottend, organisch materiaal. De enige organismen die hier nog leven zijn anaerobe bacteriën. In zo'n omgeving ontstaan door de bacteriële rotting - in tegenstelling met ontbinding, waaraan zuurstof te pas komt - goede condities voor fossilisatie. Grote dode organismen, die op de bodem zijn terechtgekomen, worden al snel, meestal bij het volgende warme seizoen, toegedekt met een dun laagje dood fytoplankton, in ons geval een laagje diatomeeën-skeletjes. Constante afwezigheid van bodembewoners heeft ook tot gevolg dat het sediment niet wordt omgewoeld, waardoor een mooie, zeer fijne gelaagdheid ontstaat.
Bij bacteriële rotting in een basische omgeving komt meestal ammoniak (NH_3) vrij. Deze vorm van rotting geeft vaak aanleiding tot vorming van concreties. In een uit kalkkorrels bestaand sediment bevindt zich tussen de korrels vaak calciumbicarbonaat - $Ca(HCO_3)_2$ - in opgeloste vorm. De ammoniak in de buurt van het rottend organisme doet nu uit deze bicarbonaat kalk neerslaan, Het sediment rondom het organisme verkit dus snel tot een hard gesteente; verder verwijderd gebeurt dit niet of in mindere mate. Bij de afbraak van het organisch materiaal door anaerobe bacteriën wordt slechts een deel verbruikt en blijft een restant achter in de vorm van hoogwaardige koolwaterstoffen. Deze resten vormen later onder grote druk en hoge temperaturen bitumen, olie en gas. Een ander effect van anaerobe omstandigheden is, dat dergelijke sedimenten meestal een zwarte of donkerbruine kleur hebben.

In veel gevallen is het plankton dat zeebloei veroorzaakt niet goed fossiliseerbaar. Het bestaat uit eencelligen die geen skelet bezitten dat zou kunnen fossiliseren. Van zeebloei, veroorzaakt door diatomeeën, zoals bij de moler in Denemarken mogelijk het geval is, zijn zowel fossiel (G. Busson, D. Ludlam en D. Noël, 1972) als recent verschillende analoge gevallen bekend, o.a. voor de Californische kust (M. Brongersma-Sanders, 1948, 1957).
Een vergelijkbare vorm van zeebloei door fossiliseerbare, skeletdragende eencellige, kalkafscheidende organismen, de Coccolithophoridae, wordt door sommige auteurs aangenomen voor het ontstaan van de Solnhofen plaatkalk (o.a. door P.H. de Buisonjé, 1972, 1978, 1985, en G. Busson, D. Noël en A. Cornée, 1992). Zeebloei door Coccolithophoridae is ook recent bekend (D. Noël, J.G. Breheret en B. Lambert, 1987). Deze auteurs vermelden, dat elk jaar door jaarlijkse zeebloei van Coccolithophoridae 700.000 ton calciet op het noordwestelijke Europese continentale plat wordt afgezet.

Dankbetuiging

Het was Dr. P.H. de Buisonjé die mij opmerkzaam maakte op het mogelijke verband tussen moler-afzetting en zeebloei. Graag wil ik hem bedanken voor zijn suggesties en kritiek bij de totstandkoming van dit artikel.

Literatuur

Bendix-Almgreen, S.E., Hoch, E. en Bonde, N.: Der moler im Limfjord. Fur Museum no. 1.
Brongersma-Sanders, M. (1948): The importance of upwelling water to vertebrate paleontology and oil geology. Kon. Ned. Ak. Wet., Verh. Afd. Nat. 2, 45, no. 4, 1 - 112.
Brongersma-Sanders, M. (1957): Mass mortality in the sea. Geol. Soc. Am. Mem. 67, 1, 941 - 1010.
Buisonjé, P.H. de (1972): Recurrent red tides, a possible origin of the Solnhofen limestone. Kon. Ned. Ak. Wet., Ser. B, 75, 2, 152 - 177.

Het Moler-museum op Mors geeft een goed beeld van de geologie van de omgeving en toont een bijzonder mooie collectie fossielen. Ook de moler-industrie, die een belangrijke rol speelt in de geschiedenis van dit gebied, wordt uitgebreid belicht. Isolatiemateriaal en kattegrit zijn de voornaamste produkten. Het museum bevindt zich bij een van de grote moler-groeven in de omgeving van Sejerslev, in het noorden van Mors.
Het is vrijwel overal toegestaan fossielen te verzamelen, de moler-groeven uitgezonderd.
De harde cementsteen geeft echter zijn inhoud niet gemakkelijk prijs.

Buisonjé, P.H. de (1978): Waterbloei: massasterfte en extreem gunstige fossilisatie-voorwaarden. Gea, vol. 11 no. 2, 25 - 44.
Buisonjé, P.H. de (1985): Climatological conditions during deposition of the Solnhofen Limestones. In: Proceedings of the International Archaeopteryx Conference. Eichstätt, 1984, 45 - 65.
Busson, G., Ludlam, D. en Noël, D. (1972): Pétrographie sédimentaire. L'importance des Diatomées dans les dépots actuels varvés (alternance de couches annuelles) de Green Lake (près Fayetteville N.Y.), modèle de sédimentation confinée. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 274, 3044 - 3047.
Busson, G., Noël, D. en Cornée, A. (1992): Les coccolithes en "Boutons de Manchette" et la genèse des calcaires lithographiques du Jurassique Supérieur. Revue de Paléobiologie, Vol. 11, no. 1, 255 - 271.
Noël, D., Breheret, G. en Lambert, B. (1987): Enregistrement sédimentaire de floraisons phytoplanctoniques calcaires en milieu confiné. Synthèse de données sur l'actuel et observations géologiques. Bull. Soc. Géol. France, (8), III, no. 6, 1097 - 1106.
Viohl, G. (1987): Raubfische der Solnhofener Plattenkalke mit erhaltenen Beutefischen. Archaeopteryx, 5, 33 - 64, Eichstätt.

De GEA-Pionier

Geologie, speciaal voor onze jeugdige lezers



VII. Determinatie van sedimentaire gesteenten, deel 2

door Natalie Hulzebos

Het eerste deel over sedimentaire gesteenten stond in het septembernummer 1992. Daarin heb ik verteld, hoe deze gesteenten kunnen worden ingedeeld op hun korrelgrootte. Om je geheugen wat op te frissen dient afb. 3. Deze afbeelding toont een iets uitgebreidere indeling van sedimentaire gesteenten op basis van korrelgrootte.
Deze GEA-Pionier is gewijd aan **de uitgebreide naamgeving** van de sedimentaire gesteenten, waarvan je de korrels met een loep kunt onderscheiden (korrelgrootte: zandfractie). Sedimenten met grotere korrels bestaan vaak uit brokstukken van verschillende gesteenten, zodat er geen algemene indeling voor te geven is. Fijnkorrelige sedimenten zijn alleen met behulp van een microscoop verder onder te verdelen. Omdat niet iedereen een microscoop heeft, laten we deze sedimenten hier buiten beschouwing.

Allereerst kijken we welke mineralen er grofweg in het gesteente zitten:
- Kun je met de steen een kras maken in je zakmes of een munt? En bruist hij **niet** als je er verdund zoutzuur (zie GEA-Pionier V) op druppelt? Dan bestaat die steen waarschijnlijk voornamelijk uit kwarts en/of veldspaten.
- Krast de steen je zakmes of munt **niet** en bruist hij **wel** met zoutzuur, dan heb je een carbonaat-gesteente (meestal calciet of dolomiet).
- Krast de steen je zakmes of munt **soms wel, soms niet** en bruist hij **een beetje** met zoutzuur, dan zit er in die steen waarschijnlijk van alles wat: kwarts, veldspaten en carbonaat.
- Krast de steen je zakmes of munt **niet** en bruist hij ook **niet** met zoutzuur, dan heb je waarschijnlijk steenzout of gips in je handen. Steenzout smaakt zout, gips niet. Met steenzout kun je een kras in een vingernagel maken. Met gips niet, dat wordt zelf door je vingernagel gekrast. Beide mineralen komen voor in evaporieten.

Als je weet in welke van deze vier groepen jouw sedimentaire gesteente valt, dan kun je verder met de determinatie.

Indeling van kwarts- en/of veldspaathoudende sedimentaire gesteenten

Dit zijn altijd klastische sedimenten, ontstaan door sedimentatie na verwering (zie GEA-Pionier VI). Kwarts en veldspaten worden doorgaans namelijk niet aan het aardoppervlak gevormd door biologische of chemische processen.
We beginnen met te kijken naar de textuur, dat wil zeggen de korrelgrootte en de hoeveelheid matrix of cement (het materiaal waarin de grotere korrels ingebed liggen, zie ook GEA-Pionier VI). Dan onderscheiden we:
- ARENIET: de korrels liggen tegen elkaar aan. De fijnkorrelige matrix of het nieuw uitgekristalliseerde cement ertussenin neemt maximaal 30% van het gesteente in.
- WACKE: nu is er meer matrix/cement (30-80% van het gesteente), de korrels drijven erin en raken elkaar nauwelijks.
- MUDSTONE: meer dan 80% van het gesteente is fijnkorrelige matrix of cement, dus er zijn bijna geen grotere korrels meer.

Deze drie groepen kunnen we dan weer verder onderverdelen op basis van een preciezere mineralogische samenstelling van de korrels. In de mudstones zitten bijna geen korrels. Het is dan heel moeilijk om die paar korrels te determineren en meestal houden we het dan maar gewoon op een mudstone. Bij de twee andere groepen kun je wèl korrels determineren. We kijken hoeveel kwarts, veldspaten en zogenaamde gesteentefragmenten er zijn. Hoe herken je die? Welnu, kwarts ziet er meestal uit als onregelmatig ronde korrels met een duidelijke glasglans en een heldere, schelpvormige breuk. Veldspaten zijn vaak wat hoekiger van vorm, vaak wit maar soms echt rose-rood van kleur en ze hebben een rechte breuk. Ze zijn iets zachter dan kwarts. Gesteentefragmenten zijn, zoals de naam al zegt, stukjes steen, door verwering van