

POST-GLACIALE SEDIMENTATIE IN HET LONG FORTIES GEBIED, NOORDELIJKE NOORDZEE, MET  
ENIGE OPMERKINGEN OVER DE INVERTEBRATENFAUNA

door

J.G.M. Raven,  
Leidschendam

Raven, J.G.M. Post-glaciale sedimentatie in het Long Forties gebied, noordelijke Noordzee, met enige opmerkingen over de invertebratenfauna (Post-glacial sedimentation in the Long Forties area, northern North Sea, with some remarks on the invertebrate fauna). - Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., 14 (1): 3-20, 2 fig., 2 tab., 3 pl. Leiden, maart 1977.

After a general description of the post-glacial sedimentation in the Long Forties area, some new data are interpreted. A description of the fossil and recent invertebrate faunas is given. Remarks on some mollusk species are added.

J.G.M. Raven, Pr. J.W. Frisolaan 229, Leidschendam, the Netherlands.

Inhoud: Inleiding, p. 4  
De geologische geschiedenis van het Long Forties gebied, p. 4  
    Witch Deposits, p. 4  
    East Bank Deposits, p. 7  
Het materiaal, p. 7  
    Het materiaal van het substraat, p. 7  
    Het materiaal uit het sediment, p. 8  
    Het sediment, p. 8  
    Opmerkingen over de aangetroffen fauna, p. 11  
Conclusies, p. 12  
Verantwoording, p. 13  
Platen, p. 14  
Literatuur, p. 20

## INLEIDING

Onlangs kreeg ik de beschikking over materiaal van de noordelijke Noordzee, afkomstig van een zeekalf. Een zeekalf is een apparaat dat dient voor het uitvoeren van sonderingen op de zeebodem. Dit exemplaar ging in mei 1972 verloren in het Long Forties gebied (op  $57^{\circ}44'58''$  NB,  $00^{\circ}54'55''$  OL, waterdiepte 124 m, zie fig. 1) en werd in mei 1975 weer geborgen. In de tussenliggende jaren was het apparaat rijk begroeid geraakt, terwijl de voet met schelpenrijk zand bedekt was. Daar er in het materiaal duidelijk verschillen in ouderdom zijn, werd een onderzoek naar de geologische geschiedenis gedaan.

## DE GEOLOGISCHE GESCHIEDENIS VAN HET LONG FORTIES GEBIED

De vindplaats is gelegen aan de rand van een op 80 tot 90 m diepte gelegen plateau, dat via een helling op  $57^{\circ}30'$  NB rond de 100 m dieptelijn overgaat in de dieper gelegen kom van de Fladen Ground en Witch Ground. Deze kom is tot ruim 150 m diep (zie fig. 1).

Op het plateau lopen vanaf Devil's Hole kanalen in zuid-noord richting. Zij zijn ongeveer drie tot zes km breed en 100 km lang. Aan de monding van de meest westelijke der kanalen ligt de vindplaats. Deze kanalen werden bij een lage zeespiegelstand gevormd in het Vroeg-Saalien (mogelijk Laat-Elsterien); nadien vond opvulling plaats. Ze werden in het Weichselien, toen het noordelijk deel van Groot Brittannië en de noordelijke Noordzee door een gletsjer bedekt waren, samen met de kanalen oost van Aberdeen, de Southern Trench en Fladen Ground Deep (zie fig. 1) geërodeerd door subglaciale smeltwaterstromen of gletsjertongen (zie fig. 2).

Tijdens de maximale laat-weichselien glaciatie bevond zich op de Fladen Ground en Witch Ground een meer (of binnensee), gevoed door de kanalen. Door de gletsjer geïsoleerd kon de zeespiegel, hier onafhankelijk van de Atlantische Oceaan een zeeniveau bereiken, waarvan het minimum niveau rond de huidige 110 m dieptelijn lag (zie fig. 2).

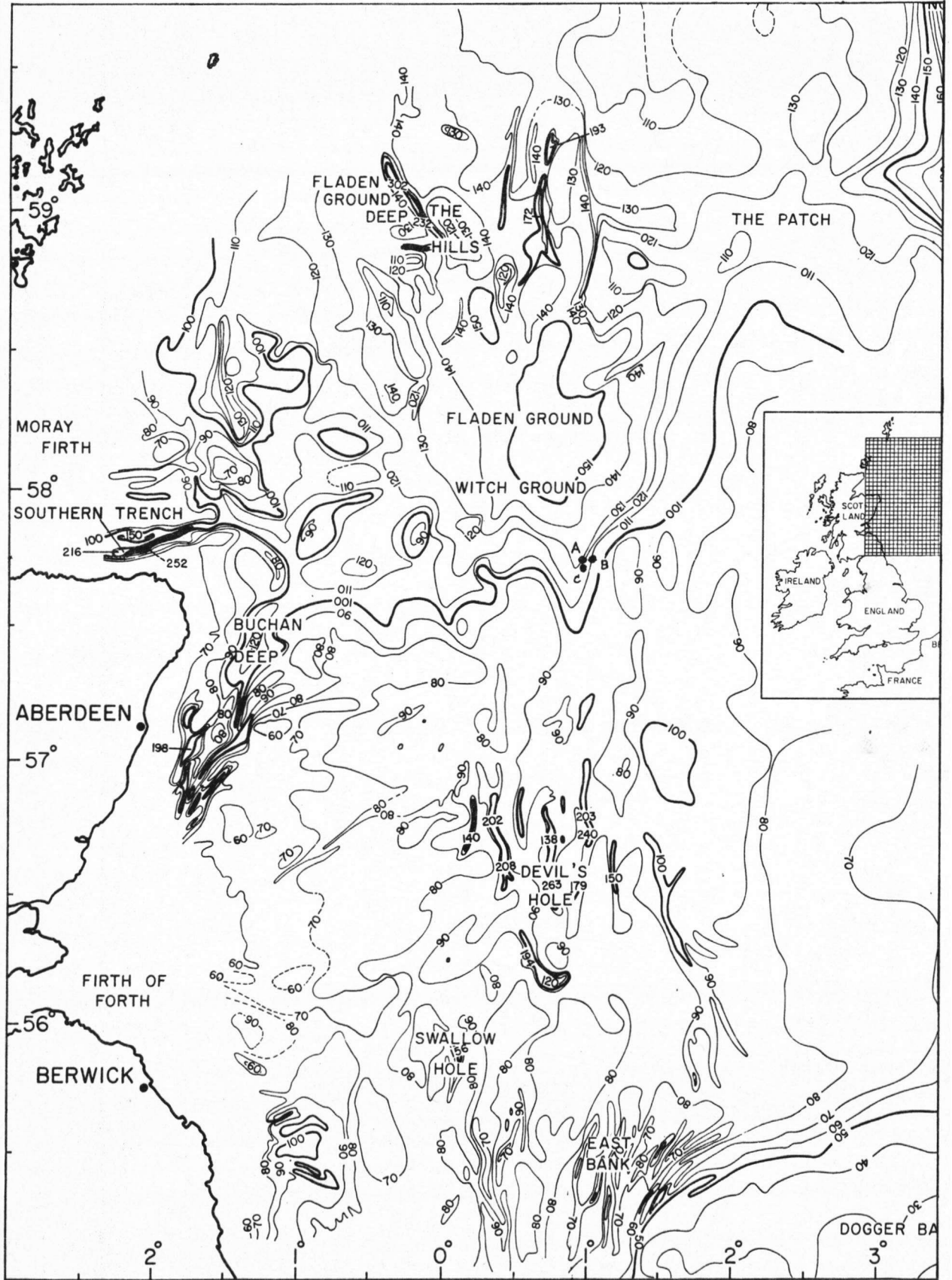
### Witch Deposits

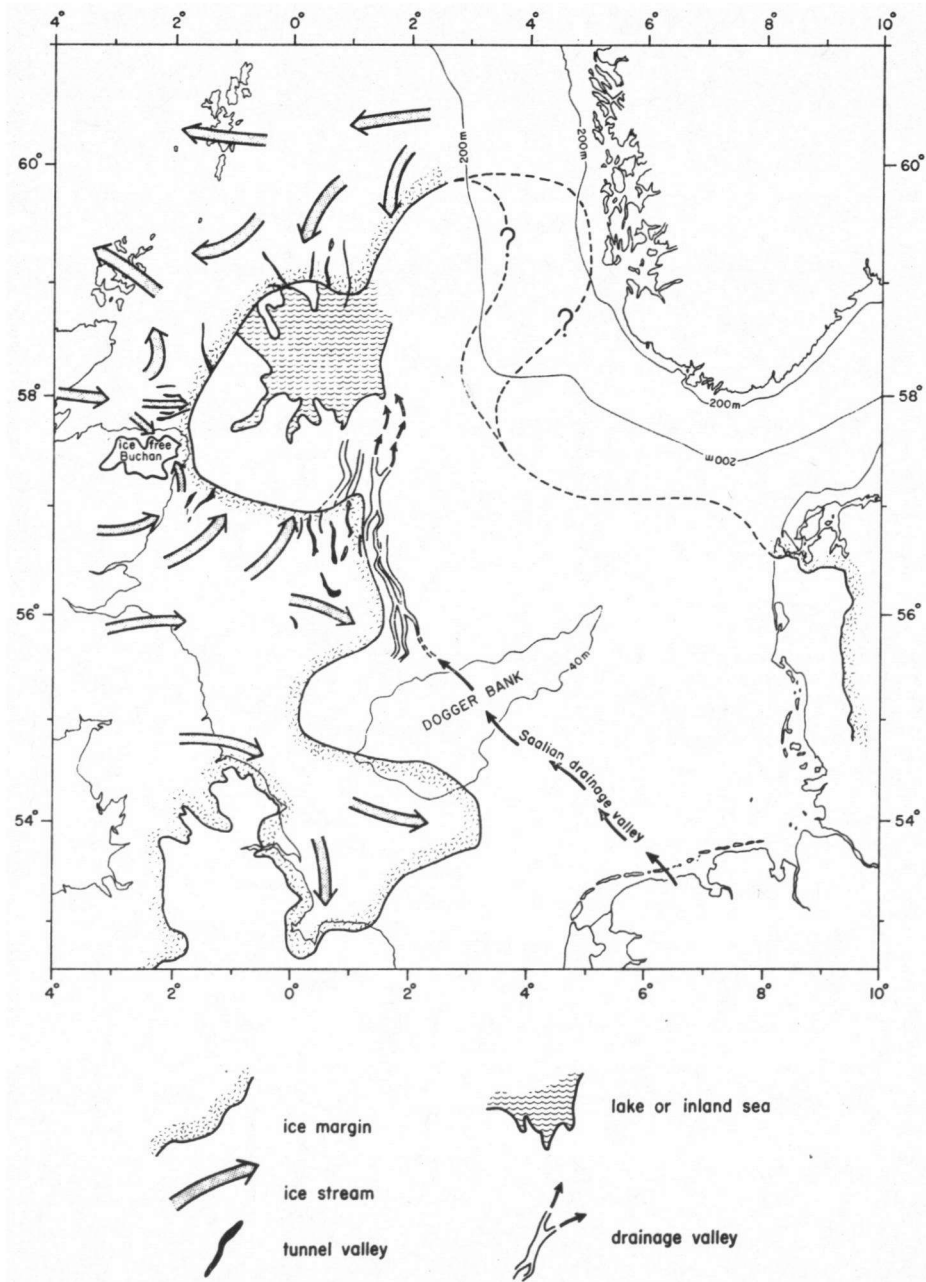
Na de maximale vergletsjering begon de zeespiegel te stijgen (20.000-18.000 BP). Door deze transgressie werd een erosievlak gevormd. De omstandigheden veranderden geleidelijk met het stijgen van het zeeniveau van glaciolacustrien

## VERKLARING VAN FIG. 1

Dieptekaart van de noordelijke Noordzee, enigszins gewijzigd naar Jansen (1976).  
 A)  $57^{\circ}44'58''$  NB,  $00^{\circ}54'55''$  OL, de vindplaats van het hier beschreven materiaal.  
 B)  $57^{\circ}44'59''$  NB,  $00^{\circ}59'57''$  OL, de boring van Spaink (1971a).  
 C)  $57^{\circ}43'02''$  NB,  $00^{\circ}55'54''$  OL, de boring van Spaink (1971b).

Bathymetry of the northern North Sea, slightly altered after Jansen (1976).  
 A)  $57^{\circ}44'58''$  NB,  $00^{\circ}54'55''$  OL, the locality of the sample described in this paper.  
 B)  $57^{\circ}44'59''$  NB,  $00^{\circ}59'57''$  OL, the boring described in Spaink (1971a).  
 C)  $57^{\circ}43'02''$  NB,  $00^{\circ}55'54''$  OL, the boring described in Spaink (1971b).





#### VERKLARING VAN FIG. 2

De noordelijke Noordzee gedurende de maximale gletsjeruitbreiding in het Laat-Weichselien, naar Jansen (1976).

The northern North Sea during the maximum Late Weichselian glaciation, according to Jansen (1976).

(eventueel glacio-marien) naar marien. Het meeste sediment op de Witch Ground werd uit het zuiden aangevoerd door de kanalen. Door kustnabije erosie werd eerst veel materiaal aangevoerd, langzaam werd door de stijgende zeespiegel en de afname van mechanische erosie in het achterland (het klimaat verbeterde) de sedimentaanvoer geringer. De zo gevormde Witch Deposits zijn rond de 150 m dieptelijn op de Witch Ground het dikste (15 m) en wiggen naar de randen uit. Ter plaatse van het Long Forties gebied bedraagt de dikte nog ongeveer twee meter.

In de kanalen van de Devil's Hole werd tegelijkertijd de Upper Channel Fill gevormd met een dikte tot twee meter (van 18.000 tot 12.000 BP).

#### East Bank Deposits

Rond de East Bank (NW van de Doggersbank) werden, vooral van 12.000 tot 9.000 BP, de East Bank Deposits gevormd. In die tijd kwam de zeespiegelstijging tijdelijk tot stilstand rond de huidige 45 m dieptelijn. Veel zandig materiaal werd uit glaciële sedimenten gespoeld. Deze zanden bedekken mogelijk de gehele noordelijke Noordzee als een dun laagje zand, vaak slechts enkele centimeters dik.

Het bovenstaande werd, enigszins gewijzig, samengevat uit Jansen (1976).

#### HET MATERIAAL

De door mij onderzocht fauna van 57°44'58" NB, 00°54'55" OL laat zich splitsen in verschillende groepen:

- 1.) Het op het substraat vastgehechte materiaal. Dit is natuurlijk recent.
- 2.) Het materiaal uit het sediment laat zich splitsen in vers materiaal (kleurrijk, met periostracum en tweekleppigen met lipament) en duidelijk fossiel materiaal (vaak chemisch verweerd, vuilwit van kleur, meestal zonder periostracum en tweekleppigen zonder ligament).

#### Het materiaal van het substraat

Het deel van het substraat dat boven de zeebodem uitstak, was bijna geheel overdekt met grote zeepokken (*Balanus homeri*) (plaat 3, fig. 12), waartussen de mollusken *Hiatella arctica* (plaat 2, fig. 8) en *Pododesmus squamula* en de zeepok *Verruca stroemia* leefden. Direct op het ijzer gehecht leefden de mollusk *Palliolum striatum* en de bryozoe *Tubulipora phalangea* (plaat 1, fig. 1). Op een hangend touw leefde de eendemossel *Scalpellum scalpellum* (plaat 3, fig. 11a-b). Alle soorten die op het substraat leefden worden in tabel 1 genoemd.

In de tabel wordt het materiaal als volgt ingedeeld:

tot 1 exemplaar	= 1
meer dan 1 tot 3 exemplaren	= 2
meer dan 3 tot 10 exemplaren	= 3
meer dan 10 tot 50 exemplaren	= 4
meer dan 50 tot 100 exemplaren	= 5
meer dan 100 exemplaren	= 6

waarbij twee bivalvenkleppen als één exemplaar geteld worden.

	aantal
Phylum Polyzoa = Bryozoa = Ectoprocta	
<i>Tubulipora phalangea</i> Couch (plaat 1, fig. 1)	3
Phylum Mollusca	
Classis Bivalvia	
<i>Palliolum striatum</i> (Müller, 1776)	4
<i>Pododesmus (Heteranomia) squamula</i> (Linné, 1758)	6
<i>Hiatella (Hiatella) arctica arctica</i> (Linné, 1758) (plaat 2, fig. 8)	6
Classis Gastropoda	
<i>Lamellaria (Lamellaria) perspicua</i> (Linné, 1758) (plaat 3, fig. 1)	1
Classis Crustacea	
<i>Scalpellum scalpellum</i> (Linné, 1761) (plaat 3, fig. 11a-b)	4
<i>Verruca stroemia</i> (Müller, 1776)	5
<i>Balanus (Chirona) hameri</i> (Ascanius, 1776) (plaat 3, fig. 12)	6
Phylum Echinodermata	
Classis Ophiuroidea	
<i>Ophiotrix fragilis</i> (Adildg.) brokjes van de arm	3
Classis Echinoidea	
<i>Psammechinus miliaris</i> (Gmelin)	3

Tabel 1. Het materiaal van het substraat  
(zie voor de aantallencode de tekst)

#### Het materiaal uit het sediment

Alle in het sediment aangetroffen diersoorten worden in tabel 2 genoemd. De indeling van het materiaal is als in tabel 1. Een streepje onder een cijfer geeft aan dat het betrekking heeft op fragmenten. De otolieten zijn in de tabel niet verder opgesplitst, P.A.M. Gaemers (1977) zal deze in een ander artikel beschrijven.

#### Het sediment

Het sediment bestaat uit siltig, fijn, grijsbruin kwartzand met weinig grovere zandkorrels. Hiertussen bevindt zich zeer veel schelpmateriaal. De fauna is soortenrijk (45 soorten mollusken in ongeveer vijf liter sediment). De samenstelling van de fauna is normaal voor deze omgeving.

Uit sonderingen in de directe omgeving van de vindplaats bleek dit zandige sediment steeds als een oppervlaktelaagje van 10 tot 15 cm dikte aanwezig te zijn. Hieronder bevindt zich een kleipakket van 5-12 m dikte, bestaande uit normaal geconsolideerde zeeklei. Dit verschil in dikte (in een gebied van slechts omstreeks 0.25 km<sup>2</sup>) is nogal opvallend.

Phylum Protozoa		
<i>Dentalina</i> sp.	1	
Phylum Brachiopoda		
Brachiopoda gen. en sp. indet. (plaat 1, fig. 2)	1	
Phylum Mollusca		
Classis Bivalvia		
<i>Nucula</i> ( <i>Nucula</i> ) <i>nucleus</i> (Linné, 1767) (plaat 1, fig. 3)	1	
<i>Nuculana</i> ( <i>Nuculana</i> ) <i>minuta</i> (Müller, 1776) (plaat 1, fig. 4)		3
<i>Nuculana</i> ( <i>Nuculana</i> ) <i>pernula</i> (Müller, 1776) (plaat 1, fig. 5a-b)	1	2
<i>Portlandia</i> ( <i>Portlandia</i> ) cf <i>intermedia</i> Sars, 1865	1	2
<i>Portlandia</i> ( <i>Yoldiella</i> ) <i>lenticula</i> (Möller, 1842) (plaat 1, fig. 6)	1	2
<i>Modiolus</i> ( <i>Modiolus</i> ) <i>modiolus</i> (Linné, 1758)		1
<i>Aequipecten opercularis</i> (Linné, 1758)	2	3- <u>3</u>
<i>Palliolium tigerinum</i> (Müller, 1776)	1	
<i>Pseudamussium clavatum</i> (Pli, 1795) (plaat 2, fig. 1)		1
<i>Pseudamussium septemradiatum</i> (Müller, 1776)	1	2
<i>Limatula sulcata</i> (Brown, 1827) (plaat 2, fig. 2)		1-1
<i>Lucinoma borealis</i> (Linné, 1767) (plaat 2, fig. 3)	3	5
<i>Thyasira</i> ( <i>Thyasira</i> ) <i>flexuosa</i> (Montagu, 1803) (plaat 3, fig. 4)	1	3
<i>Axinulus ferruginosus</i> (Forbes, 1843) (plaat 3, fig. 5a-b)	1	1
<i>Mysella</i> ( <i>Mysella</i> ) <i>bidentata</i> (Montagu, 1803)		2
<i>Tellimya ferruginosa</i> (Montagu, 1808)		2
<i>Astarte</i> ( <i>Astarte</i> ) <i>sulcata sulcata</i> (Da Costa, 1778) (plaat 2, f. 6)		3
<i>Acanthocardia</i> ( <i>Acanthocardia</i> ) <i>echinata</i> (Linné, 1758)		2-2
<i>Spisula</i> ( <i>Spisula</i> ) <i>elliptica</i> (Brown, 1827)		1
<i>Arcopagia crassa</i> (Pennant, 1777)		1
<i>Gari</i> ( <i>Psammobia</i> ) <i>fervensis</i> (Gmelin, 1791)		1
<i>Arctica islandica islandica</i> (Linné, 1758)		2-2
<i>Circomphalus casina</i> (Linné, 1758) (plaat 2, fig. 7)		1
<i>Dosinia</i> ( <i>Pectunculus</i> ) <i>lupinus lineta</i> (Pulteney, 1799)		2
<i>Timoclea</i> ( <i>Timoclea</i> ) <i>ovata</i> (Pennant, 1777)	2	3
<i>Mya</i> ( <i>Arenomya</i> ) <i>arenaria</i> Linné, 1758		1
<i>Turneria jeffreysi</i> (Winckworth, 1930)		1
<i>Corbula</i> ( <i>Varicorbula</i> ) <i>gibba gibba</i> (Olivi, 1792)		3
Classis Scaphopoda		
<i>Dentalium</i> ( <i>Dentalium</i> ) <i>vulgare</i> (Da Costa, 1778)		4-4
Classis Gastropoda		
<i>Turritella</i> ( <i>Turritella</i> ) <i>tricarinata communis</i> Risso, 1826	2-3	3-4
<i>Epitonium</i> ( <i>Spiniscala</i> ) <i>trevelyanum</i> (Johnston, 1841)		3
(plaat 3, fig. 2)		
<i>Aclis</i> ( <i>Aclis</i> ) <i>ascaris</i> (Turton) (plaat 3, fig. 3)	1	
<i>Strombiformis</i> ( <i>Strombiformis</i> ) <i>trifasciatum</i> (Adams, 1800)		
(plaat 3, fig. 4)	1	
<i>Aporrhais</i> ( <i>Aporrhais</i> ) <i>pespelicani quadrifidus</i> (Da Costa, 1778)		3
<i>Euspira poliana</i> (Della Chiaje, 1830)		3
<i>Neptunea</i> ( <i>Neptunea</i> ) <i>antiqua</i> (Linné, 1758)		2

Tabel 2 (vervolg zie p. 10)

<i>Sipho (Sipho) gracilis</i> (Da Costa, 1778)		1-3
<i>Bela</i> sp. indet.		1
<i>Oenopota assimilis</i> (Sars, 1878)		1
<i>Turbonilla (Pyrgiscus) crenata</i> (Brown, 1827) (plaat 3, fig. 5)		1
<i>Actaeon (Actaeon) tornatilis</i> (Linné, 1758)	1	
<i>Cylichna (cylichna)</i> sp. (plaat 3, fig. 6a-b)		3-2
<i>Roxania (Roxania) utriculus</i> (Brocchi, 1814) (plaat 3, fig. 7)	1	<u>1</u>
<i>Scaphander lignarius</i> (Linné, 1758)		<u>1</u>
<i>Philine (Hermania) scabra</i> (Müller, 1776) (plaat 3, fig. 8)	1	
<i>Limacina retroversa</i> (Fleming, 1823) (plaat 3, fig. 9)	1	
Phylum Arthropoda		
Classis Crustacea		
krabbeschaar		1
Phylum Annelida		
Classis Polychaeta		
<i>Ditrupa arietina</i> (Müller, 1776)	3-3	4-4
Phylum Chordata		
Classis Pisces		
visotolieten	6	5
vissetandjes	3	

Tabel 2. Het materiaal uit het sediment  
(zie voor de aantallencode de tekst)

Het kleipakket moet tot de Witch Deposits behoren. De hieronder liggende Fladen Deposits zijn door glaciale invloeden sterker geconsolideerd en bevatten veel grover materiaal.

Het zandige oppervlaktelaagje kan alleen tot de East Bank Deposits behoren, deze zijn immers waarschijnlijk in de gehele noordelijke Noordzee als een dun laagje van fijn zand aanwezig. De fossielen bevestigen deze ouderdom.

Spaink: (1971a) beschrijft de fauna uit een boring op 57°44'59" NB, 00°59'57" OL, (waterdiepte 99.40 m (zie fig. 1 bij B).

Een kortere beschrijving van deze boring luidt als volgt:

0,00 - 0,10 m (onder zeebodem) matig fijn, grauwgrijs zand met wat stenen en zeer veel schelpmateriaal (49 molluskensoorten).

0,10 - 0,15 m matig fijn tot fijn, grijsbruin zand met vrij veel schelpmateriaal (34 molluskensoorten).

0,25 - 0,35 m matig fijn, grijsbruin, zand in stevige klei met zeer weinig schelpmateriaal (20 molluskensoorten).

0.45 - 0,50 m stevige, donkergrijze klei met een spoor zand en schelpfragmentjes (1 molluskensoort).



Net als bij de mollusken neemt in deze boring het aantal overige diersoorten naar boven toe. De conservatietoestand van het schelpgruis is "verweerd, de grotere fragmenten geven de indruk fossiel te zijn".

In een ander rapport, Spink (1971b), wordt materiaal van een boring op 57°43'02" NB, 00°55'54" OL, waterdiepte 112 m (zie fig. 1 bij C) behandeld. Het (niet omschreven) sediment bevatte de volgende fauna:

0,50 - 0,55 m (onder zeebodem) *Nuculoma tenuis* (Montagu, 1808), *Nuculana permula*, *Portlandia lenticula*, *Musculus (Musculus) discors* (Linné, 1767) en *Gibbula* sp. indet.

1,50 - 1,55 m *Nuculoma tenuis*, *Portlandia lenticula*, *Musculus discors* en *Hiatella arctica*.

2,45 - 2,50 m *Nuculana permula* en *Portlandia lenticula*.

Deze zeer arme molluskenfauna is duidelijk arktisch. Behalve bij *Portlandia lenticula* blijven alle individuen uitzonderlijk klein. Volgens Spink leefde de fauna "aan de rand van zijn bestaansmogelijkheid", met stromingen over de bodem uit het noorden meegevoerd konden de dieren zich niet of nauwelijks handhaven. Een weichselien of vroeg-holocene ouderdom wordt verondersteld.

#### Opmerkingen over de aangetroffen fauna

Het schelpmateriaal is zeker niet getransporteerd, vrijwel geen gerolde exemplaren werden aangetroffen. De otolieten zijn wel zeer vaak gerold. Waarschijnlijk rollen otolieten gemakkelijk over de zeebodem (zie Gaemers 1977).

In het materiaal werden enkele soorten aangetroffen die in de noordelijke Noordzee de zuidgrens van hun verspreidingsgebied vinden, te weten: *Nuculana minuta*, *Portlandia lenticula*, *Epitonium trevelyanum*, *Sipho gracilis* en *Oenopota assimilis* en *N. permula*. Er werd maar één soort gevonden die hier de noordgrens van het verspreidingsgebied vindt, n.l. *Circomphalus casina*. De meeste zuidelijke soorten dringen niet in de Noordzee door. Enkele molluskensoorten worden hieronder uitgebreider behandeld.

#### *Nuculana minuta* (plaat 1, fig. 4)

De prodissoconch is fijn en dicht radiaal gestreept tot tussen de eerste concentrische lamellen. Dan volgt een plotselinge overgang naar concentrische lamellen waarvan er op de volggroeide schelp + 30 zijn te vinden. Het slot draagt vóór + 15, achter 18-20 tanden.

#### *Nuculana permula* (plaat 1, fig. 5a-b)

Prodissoconch met fijne concentrische ribjes en geringe, verspreid aanwezige radiale skulptuur, centrale deel glad. De (concentrische) ribjes gaan geleidelijk over in de krachtiger ribben van de adulte schelp. Zij blijven veel vlakker dan die van *N. minuta*. Het slot draagt vóór 18, achter 24 tanden.

#### *Lucinoma borealis* (plaat 2, fig. 3)

Volgens Tebble (1976) leeft deze soort tot op 100,5 m diepte. De verse exemplaren die ik aantrof wijzen op het voorkomen tot op een grotere diepte (124 m).

#### *Spisula elliptica*

Volgens Tebble (1976) leeft deze soort tot op 91,5 m diepte. Daar het aangetroffen klepje fossiel is kan dit een aanwijzing geven over de zeespiegelveranderingen in dit gebied.

### *Mya arenaria*

Volgens Nordsieck (1969) leeft deze soort tot op 13 m diepte, Tebble (1976) noemt een diepte van 73.2 m. Het eerste getal wijst er overduidelijk op dat de soort niet op de grote diepte van 124 m thuishoort. Volgens Jansen (1976) stond de zeespiegel ten tijde van de hoofdsedimentatie van de East Bank Deposits (12.000 - 9.000 BP) rond de huidige 45 m dieptelijn. Het *Mya*-fragment is dus minstens van deze ouderdom.

### *Cylichna* sp. (plaat 3, fig. 6a-b)

Beschrijving: kleine exemplaren, slank, ingezonken apex, boven- en onderzijde gerond. Maten (met schuifmaat gemeten): H 5,3 mm, B 2,1 mm; H 4,0 mm, B 1,6 mm; H 3,0 mm, B 1,1 mm; H 5,5 mm, B 2,0 mm; H/B= 2.50-2.75 (H=hoogte, B=breedte).

In de Noordzee onderscheidt men twee soorten nl. *Cylichna (Cylichna) cylindracea* (Pennant, 1777) en *Cylichna (Cylichna) alba* (Brown, 1827). In Sars (1878) is van beide soorten een goede afbeelding te vinden. Het onderscheid is eenvoudig (o.a. Lemsche, 1948): *C. cylindracea* is smal, heeft een ingezonken apex en gehoekte boven- en onderzijde terwijl *C. alba* breder is, geen ingezonken apex en een geronde boven- en onderzijde heeft. Ook de radulaformule verschilt. *C. alba* laat ik verder buiten beschouwing, daar mijn exemplaren een ingezonken apex hebben.

Bij vergelijking met de literatuur (Sars, Lemsche) bleek mijn materiaal ook niet met *C. cylindracea* overeen te komen. Vooral de andere H/B verhouding en de geronde boven- en onderzijde bij mijn exemplaren waren opvallend. Een aantal auteurs zou dit materiaal echter wel als *C. cylindracea* beschouwen.

De verwarring rond deze soort is zeer waarschijnlijk ontstaan door de summiere beschrijving van Pennant (1777): "Its animal a slug. Shell sub-oval. Aperture oblong, smooth. One end a little convoluted. White, cylindric, a little umbilicated at the end. About twic the size of a grain of wheat". De tekening is zonder tekenprisma gemaakt en daardoor niet zeer betrouwbaar. De H/B verhouding van de afbeelding in Pennant is 2,9.

Het variabele recente *Cylichna*-materiaal zal waarschijnlijk uit meer dan één soort bestaan. Dat ook voor de fossiele *Cylichna*'s een revisie zeer gewenst is blijkt direkt bij vergelijking met ploceen materiaal (Scaldisien s.s., Zanden van Oorderen., Horizon met Pinna) dat breed (H/B=2.2-2.4) en gehoekt is en mioceen materiaal (Afzetting van Aalten, Laag van Miste, *Hiatella arctica* Acme Zone) dat minder breed (H/B=2.2-2.6) en gerond is. Janssen (in de Vogel, 1970) merkt hierover op: "*C. cylindracea* from the Miocene of the North Sea basin is different from the recent specimens of this species. New investigations are requiered." Pas na een omvangrijk onderzoek van het recente en fossiele *Cylichna*-materiaal zal aan de besproken exemplaren een naam gegeven kunnen worden.

### CONCLUSIES

De gegevens leiden tot de volgende ontwikkelingshypothese voor de Long Forties. Tijdens het Laat-Weichselien breidden de gletsjers van Noorwegen en Groot Brit-

tannië zich uit over de noordelijke Noordzee. De zee werd zodoende afgesloten. Een zoetwatermeer onder invloed van de gletsjer ontstond; waarschijnlijk hebben hierin weinig of geen dieren geleefd.

Toen de gletsjer omstreeks 20.000-18.000 BP begon af te smelten, kwam veel erosiemateriaal vrij. Vrij snelle sedimentatie van klei trad op. De verbinding met noordelijke zeeën werd hersteld; slechts enkele dieren konden onder deze ongunstige omstandigheden in leven blijven (Spaink, 1971b). Langzaam verbeterde het klimaat, de sedimentatie nam af, en de fauna werd geleidelijk rijker aan soorten (Spaink, 1971a: 0,45-0,50 m en 0,25-0,35 m).

Deze Witch Deposits werden van 20.000 à 18.000 BP tot 12.000 BP afgezet, vooral op de Witch Ground. De dikte is nogal variabel in het Long Forties gebied (5-12 m) en groter dan fig. 3 in Jansen (1976) doet veronderstellen (n.l. 1,5-5 m).

Rond 12.000-9.000 BP komt de zeespiegelstijging tijdelijk tot stilstand. Fijnzandig materiaal (dat uit glaciële afzettingen wordt geërodeerd) overdekt de klei. Later stijgt de zeespiegel verder, de sedimentatie is nihil en een grote concentratie van schelpmateriaal in het 10 tot 15 cm dikke oppervlaktelaagje valt op. De fauna is rijk aan soorten, vergelijk ook Spaink (1971a): 0,00-0,15 m. Dit dunne laagje is voor een echolood zoals Jansen (1976) gebruikte niet registreerbaar.

Met het begin van de sedimentatie van het East Bank Deposits-zand houdt de afzetting van de Witch Deposits op. Jansen (1976) liet de afzetting van de Witch Deposits tot recent doorlopen. De hypothese is, zeker in het Long Forties gebied, niet houdbaar.

#### VERANTWOORDING

Voor de hogere systematische indeling van de tabellen gebruikte ik Rothschild (1961). Voor de nomenklatuur van de mollusken is, voor zover mogelijk, gebruik gemaakt van de systematische lijst in Janssen (1975). Het meeste hier beschreven materiaal bevindt zich in mijn collectie, enkele mollusken gingen verloren, de otolieten gaf ik aan P.A.M. Gaemers. De afbeeldingen werden gemaakt met behulp van een Wild M5 binoculair met tekenspiegel.

Veel hulp heb ik gekregen van de heer A.W. Janssen (Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie, Leiden) bij de determinatie van de mollusken, ter beschikking stellen van binoculair en, samen met P.A.M. Gaemers, (Geologisch en Mineralogisch Instituut, Leiden) verbetering van mijn artikel. De heer G. Spaink (Rijks Geologische Dienst, Haarlem) determineerde en beschreef de Nuculanidae. Prof. Dr. L.B. Holthuis en de heer A.W. Lacourt (beiden Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden) en Dr. G.C. Cadée (Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel) hielpen bij determinaties. Hen allen dank ik hierbij voor hun hulp.

Speciale dank ben ik verschuldigd aan Ing. W.F. van Ree (Fugro-Cesco B.V., Leidschendam), die mij informatie over de vindplaats van het materiaal gaf, en aan de heer J.H.F. Jansen (Nederlands Instituut voor het Onderzoek der Zee) voor de toestemming om twee figuren over te nemen.

VERKLARING VAN PLAAT 1

Fig. 1. *Tubulipora phalangea* Couch  
Gedeelte van een kolonie.

Fig. 2. Brachiopoda gen. et sp. indet.  
Binnenzijde brachiale klep.

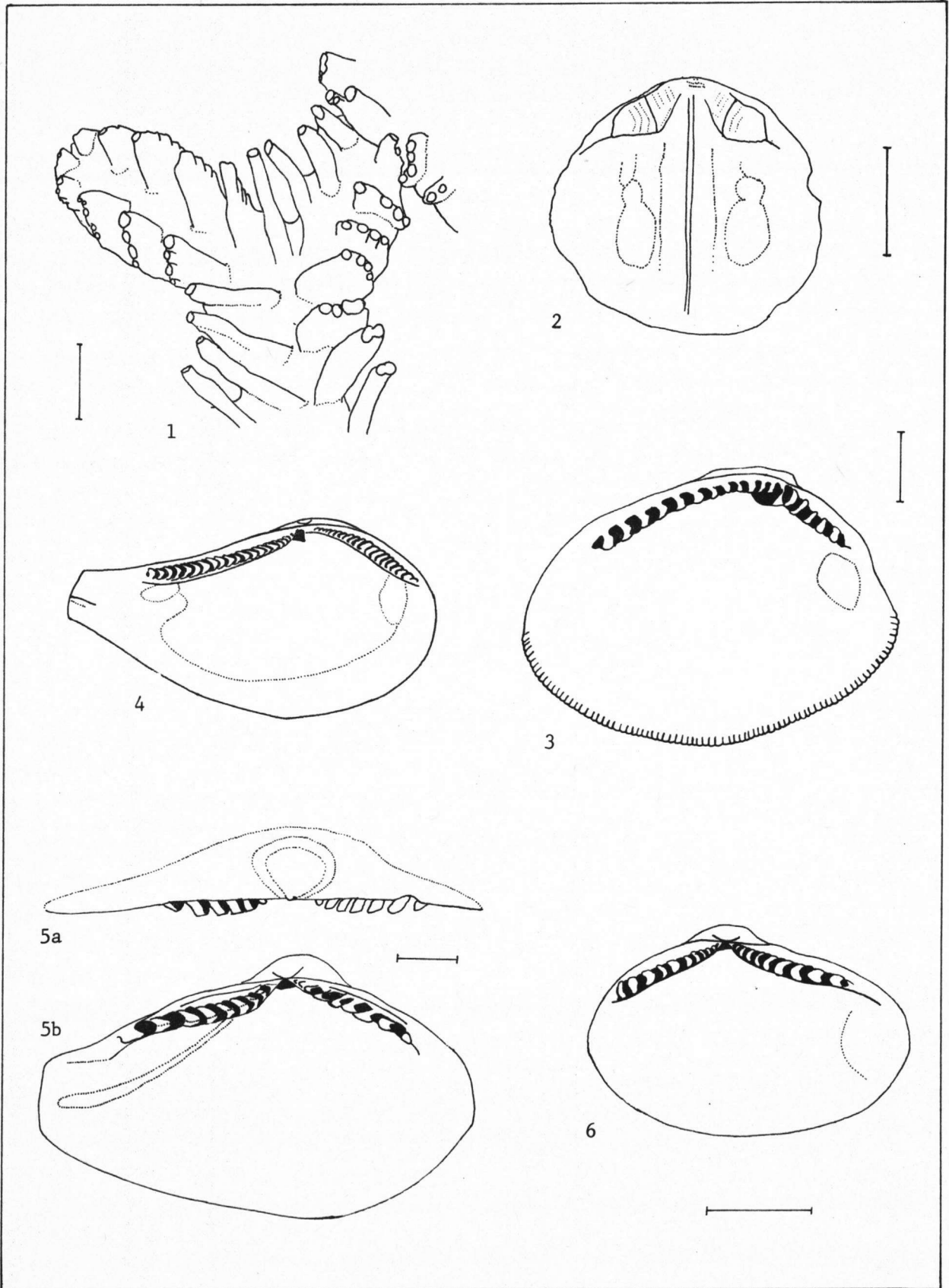
Fig. 3. *Nucula (Nucula) nucleus* (Linné, 1767)  
Binnenzijde rechterklep.

Fig. 4. *Nuculana (Nuculana) minuta* (Müller, 1776)  
Binnenzijde linkerklep.

Fig. 5. *Nuculana (Nuculana) permula* (Müller, 1776)  
a. bovenaanzicht linkerklep, b. binnenzijde linkerklep.

Fig. 6. *Portlandia (Yoldiella) lenticula* (Möller, 1842)  
Binnenzijde rechterklep.

De maatstreepjes geven één mm aan.

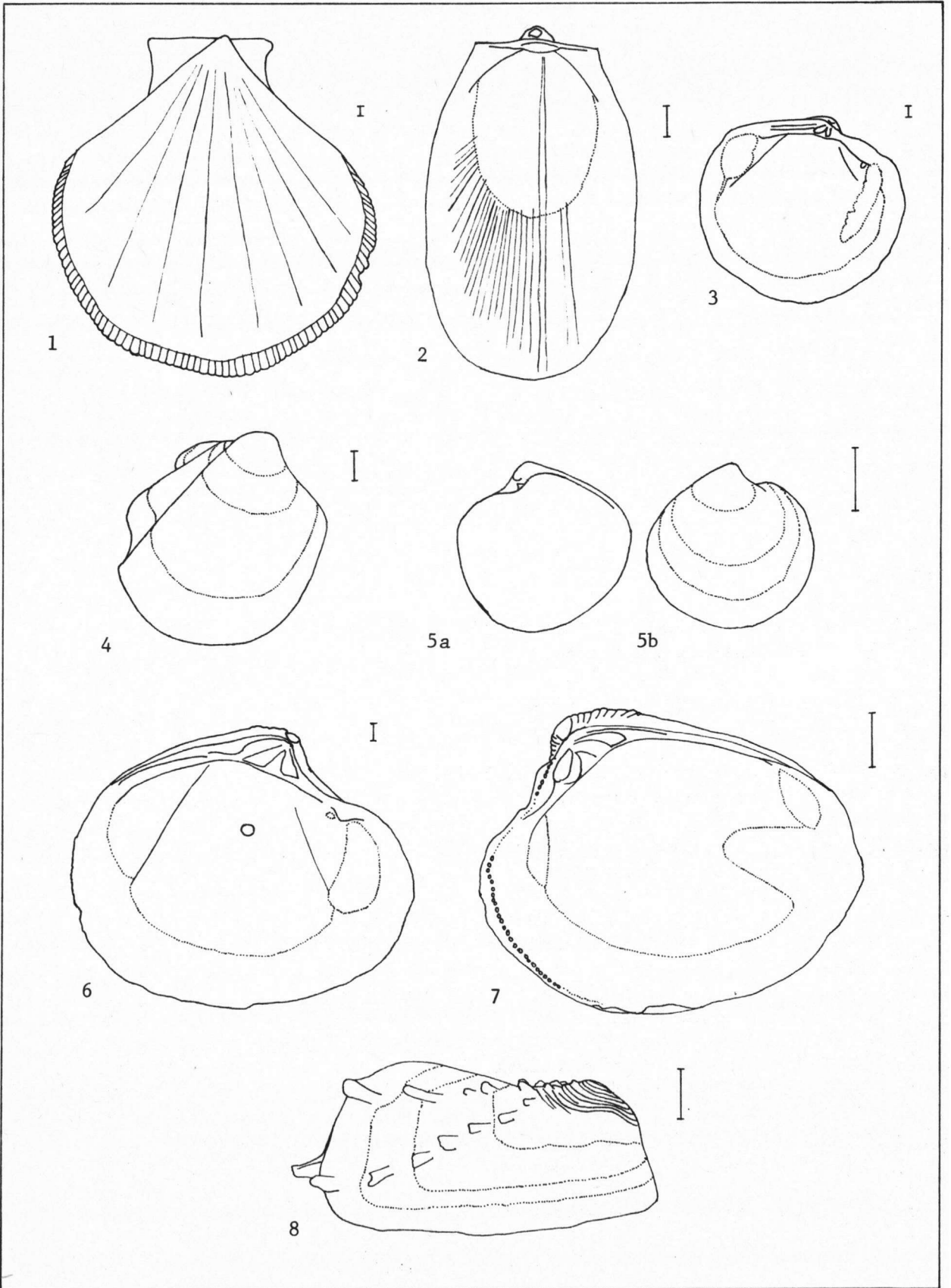


Plaat 1

VERKLARING VAN PLAAT 2

- Fig. 1      *Pseudamussium clavatum* (Poli, 1795)  
              Buitenzijde linkerklep
- Fig. 2      *Limatula sulcata* (Brown, 1827)  
              Binnenzijde rechterklep
- Fig. 3      *Lucinoma borealis* (Linné, 1767)  
              Binnenzijde linkerklep
- Fig. 4      *Thyasira (Thyasira) flexuosa* (Montagu, 1803)  
              Buitenzijde rechterklep
- Fig. 5      *Axinulus ferruginosa* (Montagu, 1808)  
              a Binnenzijde rechterklep b Buitenzijde rechterklep
- Fig. 6      *Astarte (Astarte) sulcata sulcata* (Da Costa, 1778)  
              Binnenzijde linkerklep
- Fig. 7      *Circomphalus casina* (Linné, 1758)  
              Binnenzijde rechterklep
- Fig. 8      *Hiatella (Hiatella) arctica arctica* (Linné, 1758)  
              Buitenzijde rechterklep

De maatstreepjes geven één milimeter aan.



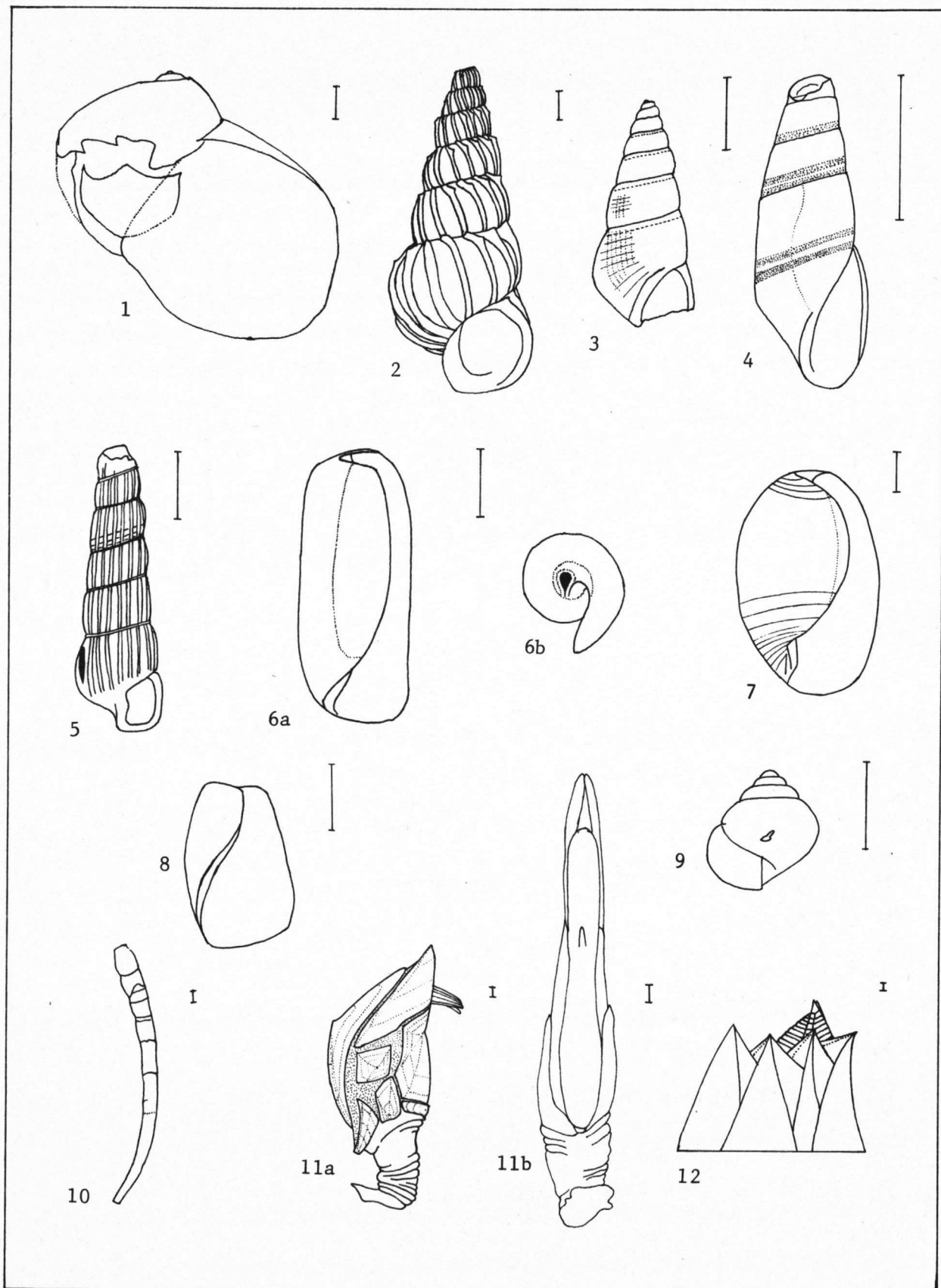
Plaat 2

VERKLARING VAN PLAAT 3

- Fig. 1 *Lamellaria (Lamellaria) perspicua* (Linné, 1758)
- Fig. 2 *Epitonium (Spiniscalia) trevelyanum* (Johnston, 1841)
- Fig. 3 *Aclis (Aclis) ascaris* (Turton)
- Fig. 4 *Strombiformis (Strombiformis) trifasciatum* (Adams, 1800)
- Fig. 5 *Turbonilla (Pyrgiscus) crenata* (Brown, 1827)
- Fig. 6 *Cylichna (Cylichna) sp.*  
a Zijaanzicht      b Bovenaanzicht
- Fig. 7 *Roxania (Roxania) utriculus* (Brocchi, 1814)
- Fig. 8 *Philina (Hermania) scabra* (Müller, 1776)
- Fig. 9 *Limnacina retroversa* (Fleming, 1823)
- Fig. 10 *Ditrupa arietina* (Müller, 1776)
- Fig. 11 *Scalpellum scalpellum* (Linné, 1761)  
a Zijaanzicht      b Achteraanzicht
- Fig. 12 *Balanus (Chirona) hameri* (Ascanius, 1776)

De maatstreepjes geven één millimeter aan.





Plaat 3

## LITERATUUR

- Gaemers, P.A.M., 1977. Recente en jong-kwartaire visresten van het Long Forties gebied, noordelijke Noordzee. - Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., 14 (1).
- Jansen, J.H.F., 1976. Late pleistocene and holocene history of the northern North Sea, based on acoustic reflection records. - Neth. J. Sea Res., 10 (1):1-43, 15 fig., 5 pl.
- Janssen, A.W., 1975. Systematische lijst van nederlandse recente en fossiele molusken. - Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., 12(4): 115-170, 1 tab.
- Lenche, H.J., 1948. Northern and arctic tectibranch gastropods, 2. A revision of the cephalaspid species. - Det. Danske Vidensk Selsk., Biologiske Skrifter, 5(3): 7-136. Kopenhagen.
- Nordsieck, F., 1969. Die europäischen Meeremuscheln (Bivalvia). Vom Eismeer bis Kapverden, Mittelmeer und Schwarzes Meer. Stuttgart (Gustav Fischer Verlag), 256 pp., 28 pl.
- Pennant, T., 1777. British Zoology. 1 ed., Band 4. London.
- Rothschild, 1961. A classification of living animals. London (Longmans), 106 pp.
- Sars, G.O., 1878. Mollusca regionis arcticae norvegiae. Oversigt over de i Norges arktiske region forekommende Bløddyr. In: Bidrag til Kundskaben om Norges arktiske Fauna (I). Christiania (Brøgger), 13 + 418 pp., pl. 1-34, pl. 1-18.
- Spaink, G., 1971a. Rapport 541, afdeling Macro-palaeontologie, Rijks Geologische Dienst, Haarlem (niet gepubliceerd).
- Spaink, G., 1971b. Rapport 542, afdeling Macro-palaeontologie, Rijks Geologische Dienst, Haarlem (niet gepubliceerd).
- Tebble, N., 1976. British bivalve seashells. 2 ed. Edinburgh (Her Majesty's Stationary Office, 212 pp., 110 fig., 5 pl.
- Vogel, E.F. de, 1970. A study of marine Miocene fauna's in the "Achterhoek" (Netherlands, Province of Gelderland). Part I. - Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. 7 (2): 53-78.