

GEOLOGISCHE BESCHRIJVING VAN HET PROFIEL VAN DE BOUWPUT VOOR DE NIEUWE ZEESLUIS
TE KALLO (BELGIE, PROV. OOST VLAANDEREN), EN EEN PALAEO-OECOLOGISCHE INTERPRE-
TATIE VAN DE VERSCHILLENDE AFZETTINGEN

door

P. A. M. Gaemers

Leiden

en

A. W. Janssen

Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie

Leiden

SUMMARY

A large lock-chamber, that will give entrance to a new complex of docks on the left bank of the river Scheldt, is in construction near the village of Kallo (Belgium, province of Oost Vlaanderen), some 10 km west of Antwerp. In the excavation 20.45 m of pliocene and quaternary deposits are exposed. A lithological description of the profile is given. The section could be extended with 2.25 m by means of a handboring.

The pliocene sediments belong to the Sands of Kattendijk (12.25 m) and to the Sands of Kallo (5 m). On top of these about 1 m of sandy deposits is supposed to represent the Sands of Kruisschans (Plistocene). The upper 4.45 m belong to the Holocene. Some paleontological details of the section are mentioned. A description is given of a channel in the upper part of the Kattendijk Sands, that is filled up with sediments from the Sands of Kallo. At this place the Sands of Luchtbal are not encountered, but the basal deposit of the Sands of Kallo contains many derived fossils from the Luchtbal Sands. Fig. 1 gives a diagram of the profile, whereas fig. 2 shows the profile of the channel in the upper part of the Sands of Kattendijk.

In the second part of this paper the paleoecology of the deposits is discussed, based on sedimentological and paleontological observations.

INLEIDING

Op 15 maart van dit jaar brachten wij een bezoek aan de bouwput voor de nieuwe zeesluis te Kallo, welke toegang zal geven aan een complex havendokken op de linkerschelde-oever. De bouwput ligt iets ten noorden van het dorpje Kallo langs de Schelde, ongeveer 10 km westelijk van Antwerpen.

In deze bouwput, die op de diepste plaats ongeveer tot 20 m onder het maaiveld komt, zijn lagen uit het Plioceen en het Kwartair ontsloten. Het profiel is in allerlei opzichten interessant. De stratigrafie vertoont verschillen

met de ontsluitingen, die in de laatste jaren op de rechterschelde-oever te zien zijn geweest.

Deze bouwput kan niet zonder vergunning worden bezocht. De wijze van aanvragen van de "toelating", zoals de Belgen zeggen, vindt U elders in deze aflevering van de Mededelingen vermeld. Er wordt de nadruk op gelegd, dat dergelijke vergunningen niet worden verleend voor de weekends en andere dagen waarop er niet wordt gewerkt. Ook moet er de aandacht op worden gevestigd, dat een bezoek aan deze ontsluiting niet zonder enig risico is. Niet alleen wordt er met onoverzichtelijk grote machineriën gewerkt, maar ook is de put op meerdere plaatsen zo steil uitgegraven, dat instortingen bepaald niet denkbeeldig zijn.

De hier beschreven geologische opname van het profiel is uiteraard globaal, aangezien het een opname is op één punt van de ontsluiting. De vermelde diepten en dikten kunnen dan ook op andere plaatsen in de enkele honderden meters lange ontsluiting niet onaanzienlijk variëren. Het graafwerk gaat in hoog tempo, evenals het gieten der betonlichamen. Het is echter te verwachten dat in de toekomst nog regelmatig ontsluitingen in deze streek aanwezig zullen zijn, aangezien deze sluis de toegang vormt voor een uitgestrekt dokken-complex, waarvan het noordelijkste deel tot aan de Nederlandse grens in Zeeuws-Vlaanderen komt. Dit zal vermoedelijk aansluiten op het veelbesproken Baalhoekkanaal.

De heer M. van den Bosch was zo vriendelijk onze schetsen uit te werken tot toonbare afbeeldingen, waarvoor wij hem vriendelijk dank zeggen.

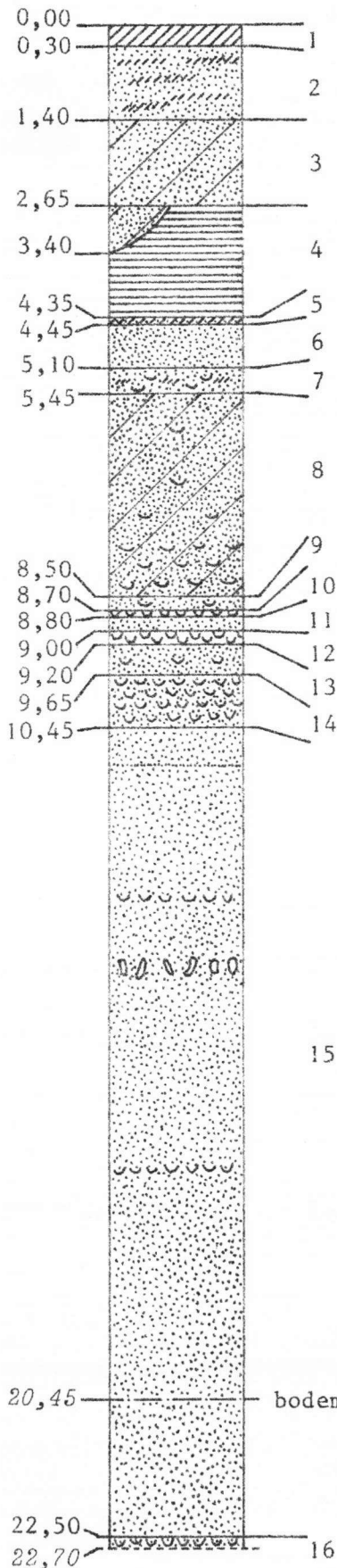
BESCHRIJVING VAN HET PROFIEL

Het hier beschreven en in figuur 1 schematisch afgebeelde profiel is door ons opgenomen in het meest zuidwestelijke deel van de ontsluiting, zoals die op 15 maart aanwezig was. De zuidelijke sluismuur was aan de westzijde nog niet geheel voltooid. Op deze plaats kon een sectie worden opgenomen van 20,45 m, aangevuld met 2,25 m door middel van een handboring op de diepste plaats van de bouwput, zodat het opgenomen profiel in totaal 22,70 m omvat. De verschillende lagen zijn in figuur 1 aan de rechterzijde van de kolom genummerd van 1 tot 16. Deze nummers worden hieronder in de profielbeschrijving vermeld.

Bij een later bezoek aan de bouwput (eind april) bleek men aan de NW-hoek van de bouwput reeds een begin gemaakt te hebben met de bouw van de kademuur voor het aansluitende dok. De mate van ontsluiting is door de snelle uitgraving nogal verschillend, zodat steeds gezocht zal moeten worden naar een plaats waar rustig gewerkt kan worden.

Lagen waarop men zich gemakkelijk kan oriënteren zijn vooral de grens tussen de Zanden van Kattendijk en de Zanden van Kallo, verder ook de top van het kleiige deel van de Zanden van Kallo en uiteraard de dikke veenlaag, die als een donkere band door de gehele ontsluiting is te zien. Verder wordt er plaatselijk in de bouwput soms dieper gegraven op kleine schaal, zodat er af en toe van het diepere deel van de Zanden van Kattendijk wat meer te zien is. Dit is vooral van belang in het oostelijk deel van de put, omdat hier de Zanden van Kattendijk wat meer fossielhoudend zijn.

diepten:



Stratigrafie:

Laag

Laag 1 t/m 5 (0,00 - 4,45 m-mv): Holoceen.

Laag 6 t/m 7 (4,45 - 5,45 m-mv): Fleistoceen,
Merxemien, ?Zanden van Kruisschans.

Laag 8 (5,45 - 8,50 m-mv): Plioceen,
Zanden van Kallo, Horizon met *Telli-*
na benedini.

Laag 9 t/m 13 (8,50 - 9,65 m-mv): Plioceen,
Zanden van Kallo, Horizon met *Pinna.*

Laag 14 (9,65 - 10,45 m-mv): Plioceen,
Zanden van Kallo, basislaag.

Laag 15 t/m 16 (10,45 - 22,70 m-mv): Plioceen,
Zanden van Kattendijk.

Laag dikte in beschrijving
nr. m

1	0,30	bruine klei, brokkelig (bodem)
2	1,10	lichtgrijs zand met talrijke dunne kleilaagjes. Op 0,65 m, 1,20 m en 1,40 m laagjes lichtgrijs kwartszand van <u>+ 3</u> cm dik. Gehele laag doorworteld en bruinegekleekt.
3	1,25	Grijs kleilig zand met humus in dunne laagjes. Aan de top doorworteld.
4	1,70	Donkerbruin veen, onduidelijk gelaagd, plaatselijk iets duidelijker horizontaal gelaagd, soms met lenzen kleilig zand. Plaatselijk wortelstelsels in situ, aan de basis met grove wortels en stammen. In deze laag werd een geul aangetroffen (tot 3,40 m-mv), opgevuld met het sediment van laag 3. Aan de basis van de geul veenlenzen, schelpaagjes (<i>Mytilus</i> , <i>Cerastoderma</i> , <i>Hydrobia</i>), hout en een potscherf.
5	0,10	Donkergrijsbruine, sterk zandige klei, doorworteld. Plaatselijk zandiger.
6	0,65	Lichtgroen zand, bruin oxyderend, scheef gelaagd.
7	0,35	Grijsgroen zand, met bruine kleibrokjes in laagjes. Veel fijn schelpgruis. Duidelijke scheve gelaagdheid.
8	3,05	Donkergrijsbruin kleilig zand zonder duidelijke gelaagdheid. Aan de basis met een + 0,75 m dikke schelprijke laag, naar boven toe geleidelijk minder schelpen (<i>Natica</i> , <i>Angulus benedeni</i> , <i>Hinia reticosa</i> , <i>Arctica islandica</i>).
9	0,20	Lichtgroengrijs zand met weinig schelpen en schelpgruis. Het contact met laag 8 is zeer onregelmatig (zakken en kuilen), maar steeds scherp terug te vinden.
10	0,10	Schelpenbank met veel schelpgruis en grotere schelpen, o.a. talrijke <i>Atrina</i> (platliggend, dus samengespoeld), meestal doosjes; aan de basis ook in leefhouding.
11	0,20	Grijs zand, vrijwel zonder fossielen, hier en daar graafgangen. Plaatselijk scheve gelaagdheid.
12	0,20	Schelpenbank, veel fijn gruis en vele grote schelpen (<i>Laevicardium decorticatum</i> , <i>Pygocardia rustica</i> , <i>Atrina</i>). Deze bank is plaatselijk in twee dunnere bankjes opgesplitst, gescheiden door grijs zand met weinig fossielen.
13	0,45	Grijsbruin zand met horizontale gelaagdheid en plaatselijk scheve gelaagdheid. Weinig tot matig veel fijn schelpgruis, verspreide grotere bivalven (<i>Laevicardium decorticatum</i> , <i>Cyrtocardia angusta</i> , <i>Panopea faujasi</i>). In het zand verticale graafgangen tot 10 cm lang en 3 cm dik, verder onduidelijke horizontale graafsporen.
14	0,80	Schelpenbank van gedeeltelijk sterk gerolde schelpen (dikwijls blauw gekleurd), echter ook met gerolde witte schelpen en weinig doosjes van bivalven (<i>Pygocardia rustica</i> , <i>Ostrea edulis</i> , <i>Aequipecten opercularis</i>). Opvallend weinig gastropoden (<i>Scaphella lamberti</i> , <i>Natica</i> , <i>Turritella</i> , <i>Emarginula crassa</i>). Naar boven minder schelpen en meer schelpgruis, waartussen ver-

Laag dikte in beschrijving
nr. m

15	12,05	spreide <i>Laevicardium</i> en <i>Pygocardia</i> . Het contact met laag 15 is zeer onregelmatig. Op de diepst ingesneden plaatsen is de schelplaag het dikst. Groengrijs glauconiethoudend zand, gevlekt, gehomogeniseerd. Plaatselijk verspreide kleiballen. Op ongeveer 11 m een duidelijke gelaagdheidsgrens, die in de ontsluiting over aanzienlijke afstand te vervolgen was, met een variatie in hoogte van omstreeks 1 m. Op ongeveer 14 m een zone met zeer veel dunne graafsporen, uitpreparerend in de wind. Op 13 m een schelpenbank van zeer slecht geconserveerde bivalven (<i>Glycymeris</i> , <i>Arctica islandica</i>), hierboven verspreide fossielen (<i>Lingula</i> , <i>Dittrupa</i>). Ook op 17 m een schelplaagje van zeer slecht geconserveerde bivalven.
16	0,20	Fossilhoudend laagje met voornamelijk gerolde <i>Terebratula</i> , in hetzelfde sediment als laag 15.

OPMERKINGEN BIJ DE PROFIELBESCHRIJVING

De potscherf, die werd aangetroffen aan de basis van de geul in laag 4, werd nader onderzocht door Prof. Dr. P. J. R. Modderman van het Instituut voor Prehistorie te Leiden. De scherf behoort tot het z.g. "Rijns steengoed" en stamt hoogstwaarschijnlijk uit de omgeving van Siegburg. De maximale ouderdom is eind 13e eeuw of (waarschijnlijker) begin 14e eeuw. De scherf vertoont geen spoor van afslijting en is dus niet langdurig getransporteerd, zodat hiermede de geul vrij nauwkeurig gedateerd is. Wij danken Prof. Modderman hier gaarne voor zijn vriendelijke medewerking en de heer W. J. Kuijper voor zijn bemiddeling in deze.

De juiste ouderdom van de lagen 6 en 7 kon nog niet met zekerheid worden vastgesteld, doordat de fossielinhoud van deze niveau's nog niet nader werd onderzocht. Gezien de ligging op de horizon met *Angulus benedeni* van de Zanden van Kallo is het echter waarschijnlijk, dat ze reeds tot de Zanden van Kruisschans behoren. Vermoedelijk zullen de zanden van het Merxemien in ontsluitingen verder naar het noorden wel beter ontwikkeld zijn. Voor de Zanden van Kruisschans is de bivalve *Laevicardium parkinsoni* een kenmerkende soort.

Laag 8 bevat een interessante fauna, die al van vele andere ontsluitingen bekend is. Helaas is het fijnere materiaal hier, vooral aan de basis, sterk afgerold, zodat veel sediment geslibd moet worden voor een goede collectie van de kleinere soorten. De grotere soorten zijn er veelal in goede staat uit te verzamelen. De verscheidenheid aan soorten is niet zeer groot.

Het complex laagjes, hier genummerd van 9 - 14, bestaat uit afwisselend schelpbankjes en zandlaagjes, waarin de fauna onderling niet sterk wisselt. Zeer algemeen zijn doosjes van *Atrina* sp., die echter alleen met zeer veel zorg en geduld kunnen worden uitgeprepareerd. Opvallend in deze laagjes is het relatief lage aantal gastropoden. In het bovenste schelplaagje komt nog het meest

gevarieerde kleine materiaal voor. Een groot deel van de fossielen heeft een gerold uiterlijk. Vrijwel zeker bestaat een hoog percentage ervan uit verspoeld materiaal uit de Zanden van Luchtbal, die in deze sectie geheel ontbreken, en in mindere mate wellicht ook uit de Zanden van Kattendijk. De basislaag van de Zanden van Kallo (hier laag 14) bestaat vrijwel geheel uit verspoeld Luchtbal materiaal, soms zelfs zodanig, dat de gelijkenis met de Zanden van Luchtbal treffend is. Tot in de onderste niveau's van laag 14 komen echter kleppen voor van *Angulus benedeni*, een soort die steeds is opgevat als typisch voor de Zanden van Kallo. Merkwaardig genoeg is de soort *Amussium gerardi* in de basis van de Zanden van Kallo nog niet aangetroffen, althans niet bij voorlopig onderzoek. Waarschijnlijk heeft deze pectinide, die uiterst breekbaar is, het transport niet kunnen doorstaan.

Het lijkt weinig zinvol om alle afzonderlijke laagjes apart te bemonsteren voor collectiedoeleinden. Het is wellicht raadzaam het materiaal van laag 14 gescheiden te houden, van dat uit de lagen 9 t/m 13.

De Zanden van Kattendijk zijn in deze bouwput goed ontsloten, maar helaas bevatten ze weinig goed bewaarde fossielen. Op de plaats waar wij de sectie hebben opgenomen, werden fossielen alleen in het hoogste deel waargenomen. De handboring, die ondanks sterke watervoering van de zandlagen onder de bodem van de bouwput tot 2,25 m kon worden doorgevoerd, liep uiteindelijk vast in de schelplaag op 22,70 m. Hierin werd het toevloeien van het zand zo sterk, dat niet dieper kon worden geboord. Het is, ook al door het vele grondwater, aanmerkelijk, dat de basis van de Zanden van Kattendijk hier zeer dicht werd benaderd. Vermoedelijk ontbreekt op deze plaats het Mioceen, zodat onder het zand direct de Klei van Boom (Oligoceen) zal volgen. Dit is een zeer ondoorlaatbare laag, waarop het grondwater blijft staan. Deze theorie zal echter nog bewezen moeten worden. Bij een volgende gelegenheid zal nog een poging worden ondernomen om de basis van de Zanden van Kattendijk met de boor te bereiken. Mogelijk ook zal de bouwput plaatselijk wat dieper worden uitgegraven. Regelmatig wordt er met damwanden gewerkt voor kleine uitgravingen beneden het niveau van de bodem van de bouwput.

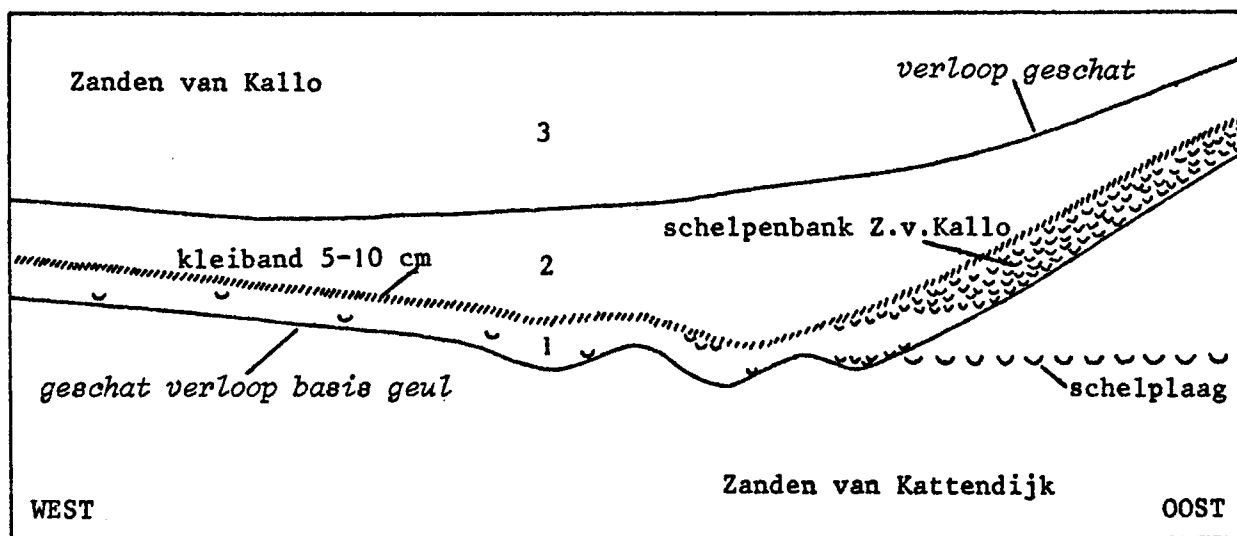
Aan de oostzijde van bouwput werden in de Zanden van Kattendijk ook enkele schelplagen vastgesteld. Het is niet bekend in hoeverre deze overeenkomen met de niveau's van onze profielopname. Op deze plaats werd ongeveer 6 m onder de top van de Zanden van Kattendijk een schelpenbank gemonsterd, hoofdzakelijk bestaande uit *Glycymeris*, *Arctica islandica* en wat kleinere soorten. In dit niveau komt ook *Venericardia aculeata globulina* voor. Het is interessant hierop wat nader in te gaan.

In het profiel van de bouwput voor de verbinding van het 5e havendok met het Amerikadok, nabij het z.g. Noordkasteel op de rechterschelde-oever werd in de Zanden van Kattendijk, ongeveer een meter onder de top, een schelpenbank aangetroffen, die zeer veel goed geconserveerd materiaal bevat. O.a. de soort *Pygocardia rustica* (de kleine, bolle, dikschalige vorm hiervan) werd daarin zeer algemeen aangetroffen, naast een groot aantal andere soorten. Onder deze bank ligt een tweede schelpenlaag, die slechts zeer kort ontsloten is geweest en die wij zelf helaas niet gezien hebben. Wij beschikken echter over een monster uit deze laag, dat destijds werd verzameld door de heer A. Haandrikman, Goes. De fauna uit deze onderste schelplaag komt in grote lijnen overeen met die uit de

bovenste, echter met dit verschil, dat in de onderste laag algemeen kleppen en doosjes voorkomen van *Venericardia aculeata globulina*, welke in de bovenste laag, die toch zeer goed bemonsterd werd, in het geheel niet werd aangetroffen. Het zou dus heel goed mogelijk zijn, dat de onderste schelplaag van het 5e havendok overeenkomt met de laag in Kallo, waarin deze bivalve werd aangetroffen. Een en ander is een goede reden, om het profiel van de Zanden van Kattendijk in het oostelijke deel van de bouwput Kallo nog eens aan een inspectie te onderwerpen. Dit is temeer interessant, omdat in hetzelfde deel van de bouwput Kallo in uitgegraven Kattendijkzand een slecht bewaarde, maar interessante fauna werd gevonden, zonder dat deze tot op heden precies in de sectie geplaatst kon worden. Het gaat hier zonder enige twijfel om zuiver materiaal uit de Zanden van Kattendijk, omdat de grond is vrijgekomen bij het graven van kleine gaten op de bodem van de bouwput. Algemeen in deze zanden zijn de brachiopode *Terebratula* sp., meestal als doosjes aangetroffen (dus in situ) en de volgende tweekleppigen: *Lucinoma borealis*, *Pseudamussium clavatum*, *Aequipecten radians*, *Pecten* sp. en verder als zeldzaamheden *Poromya granulata* en *Verticordia cardiiformis*, resp. twee en één klep. Het diepere deel van de Zanden van Kattendijk bevat aldaar, onder de bewuste schelplaag, vrij veel verspoelde fosforietjes en enkele tanden van vissen.

EEN GEUL IN DE TOP VAN DE ZANDEN VAN KATTENDIJK

In hetzelfde deel van de bouwput te Kallo en wel in de noordelijke wand van de groeve, werd een interessante geul waargenomen in de top van de Zanden van Kattendijk (zie fig. 2). De basis van deze geul verloopt asymmetrisch, zodat deze vermoedelijk juist in een bocht is aangesneden. In het tegenoverliggende profiel (zuidwand) werd de geul niet waargenomen. De ondergrens ervan kon



Figuur 2. Geul in de top van de Zanden van Kattendijk. Bouwput zeesluis Kallo. oostelijk deel, noordwand. Opname 15 maart 1972.

slechts worden vastgesteld door nauwkeurig onderzoek van het sediment, dat geheel overeenkomt met dat van de Zanden van Kattendijk. Dat het echter is omgewerkt, blijkt uit het voorkomen van veel blauwachtig schelpgruis, dat in de Zanden van Kattendijk niet voorkomt. De basis van de geul verloopt niet regelmatig. Op het diepste gedeelte vertoont het profiel een golving, zodat drie kleinere geultjes worden gevormd. Op een hoogte van 0,40 tot 1,25 m boven de basis van de geul ligt een opvallende, zowel boven als onder zeer scherp begrensde kleilaag, met een dikte van 5 à 10 cm. Deze kleiband bestaat uit zeer vette, op het oog steriele, bruingrijze klei. Aan de oostzijde van de geul ligt onder de klei een sterk schelphoudend sediment, dat geheel overeenkomt met de basis van de Zanden van Kallo (laag 14), elders in de ontsluiting. Aan de andere zijde is deze schelplaag minder duidelijk, soms zelfs ontbreken grotere fossielen geheel. Boven de kleiband is de geul tot ongeveer 1,10 m hoogte opgevuld met een sediment, bestaande uit afwisselend dunne laagjes zand en klei, die in kleur verschillen van lichtbruin tot donkergrijsbruin. Het sediment dat hierop ligt komt geheel overeen met laag 8 van de rest van de ontsluiting, de horizon met *Angulus benedenti* van de Zanden van Kallo. De dikte hiervan is minstens 1,75 m, maar de laag kon naar boven niet verder worden vervolgd. De oostzijde van de geul ligt onder een hoek van 40° in het onderliggende zandpakket, de westzijde onder een hoek van 10 à 15°; de hoek van aansnijding is echter niet bekend.

PALAEO-OECOLOGIE AAN DE HAND VAN SEDIMENTOLOGISCHE EN PALAEONTOLOGISCHE GEGEVENS

Zanden van Kattendijk

De onderste en oudste formatie, die ontsloten is in de bouwput van de zeesluis te Kallo, wordt gevormd door de Zanden van Kattendijk, die het grootste deel van de sectie uitmaken. Deze glauconietzanden zijn te splitsen in drie typen afzettingen. Van de onderste lagen, die alleen uit de handboring bekend zijn, is natuurlijk niets van de structuur van het sediment te zeggen. Het is opvallend, dat het schelpenbankje van 22,50 - 22,70 m, dat niet ver boven de basis van de formatie kan liggen, bestaat uit zeer sterk afgerolde fossielen; het zijn voornamelijk fragmenten van de brachiopode *Terebratula* sp. We hebben hier te doen met een erosiehorizon, wat aan de basis van een formatie dikwijls voorkomt. De oorspronkelijke fossieldichtheid in het sediment is veel geringer geweest. Pas door het uitspoelen van het zand zijn de fossielen geconcentreerd tot een schelpenlaagje, dat daarom een veel groter tijdsbestek beslaat, dan b. v. even dikke laagjes van de fossielarme gedeelten hoger in de formatie. Het uitgespoelde zand is zeewaarts weer afgezet, hoogstwaarschijnlijk ook in de Zanden van Kattendijk (z.g. intraformationele erosie en sedimentatie).

Het tweede sedimentatietype omvat het merendeel van de formatie (13 - 20,45 m, waarschijnlijk tot 22,50 m). Het belangrijkste kenmerk van deze zanden is de zeer sterke graafwerking van verschillende organismen, waardoor het sediment grotendeels gehomogeniseerd is. Alleen de laatstgevormde graafgangen (in de sedimentologie meestal "burruws" genoemd), zijn in de sterk glauconiethoudende zanden meer of minder duidelijk te zien. Andere sedimentaire structuren, zoals b.v. scheve gelaagdheden, die oorspronkelijk ongetwijfeld aanwezig geweest zijn, zijn door de homogenisatie geheel verloren gegaan. Er zijn grote burrows met een ronde doorsnede van ongeveer 1 cm, die voornamelijk horizontaal zijn, maar ook wel verticaal voorkomen. Op 14 m - mv komt een zeer duidelijk

niveau voor met heel dunne graafgangen (1 à 2 mm), die bijna alle verticaal verlopen. De zeer vele graafstructuren wijzen op een doorsnee sedimentatiesnelheid die niet al te groot kan zijn geweest. Veel fossielen worden er in dit traject niet gevonden. De meest alegemen soort is een *Terebratula*-soort, die vrijwel altijd in doosjes voorkomt. Dit bewijst dat deze brachiopode hier in situ is. In de huidige Noordzee komen brachiopoden in flinke aantallen alleen voor in het diepere deel van de shelf. Daarom zal de zee tijdens de afzetting van deze sedimenten zeker enkele tientallen meters diep zijn geweest. De kustlijn zal bovendien niet zeer dichtbij hebben gelegen.

Het laatste sedimentatie-type is te vinden in het bovenste gedeelte van de formatie (13 - 10,45 m - mv). Dit gedeelte begint met een schelpenbankje en ook hogerop, tot aan de grens met de Zanden van Kallo, zijn fossielen algemener dan in het vorige laagpakket. *Glycymeris* en *Arctica islandica* komen in het schelpenbankje algemeen voor. De eerstgenoemde komt voor tot diepten van meer dan 1000 m, de tweede leeft veel ondieper, tot ongeveer 150 m. De zeediepte is vermoedelijk wel geringer geweest, dan tijdens de afzetting van de zanden met de graafgangen en *Terebratula*. Als brachiopode komt nu *Lingula* voor, die ongetwijfeld ondieper en dichterbij de kust voorkomt dan *Terebratula*.

Zanden van Kallo

De Zanden van Luchtbal zijn geheel geërodeerd. Bovendien is de top van de Zanden van Kattendijk eveneens aangetast. Het lijkt er veel op, dat de erosie hier dieper heeft ingesneden, dan in de ontsluiting nabij het Noordkasteel, op de rechterschelde-oever. Laag 14, de basis van de Zanden van Kallo, is op te vatten als een basisconglomeraat, voornamelijk bestaande uit schelpen, die soms sterk gerold zijn en meestal afkomstig uit de Zanden van Luchtbal, en in mindere mate uit grind. Naar boven treedt een verfijning van het schelpmateriaal op. De exemplaren zijn dan kleiner, er komen meer kleine soorten voor en meer fragmenten van mollusken. Dit verschijnsel wordt "fining upwards" genoemd en is het gevolg van een afnemende stroomsnelheid. De tweekleppigen komen zelden als doosje voor en liggen meestal met de bolle zijde omhoog. Bovenin komt duidelijke parallelle laminatie voor, samen met zeer flauw hellende scheve gelaagdheden. Dit pleit voor een stroomsterkte, die zich rond de overgang van het hoge en lage stroomregime bevindt. De stroomsterkte is hierbij afhankelijk van de diepte van het water. In een volgende publicatie zal dit principe uitgebreider aan de orde komen. De laminaties en scheve gelaagdheden worden dikwijls doorsneden door ongeveer 1½ cm dikke, rechte en meer dan 10 cm lange burrows. Welke dieren deze graafgangen gemaakt hebben is moeilijk te achterhalen, omdat nergens resten gevonden werden van de makers ervan. Plausibel is de verklaring dat dit kleine kreeftachtigen geweest zijn. Dat stroomsterkte en erosie zeer sterk zijn geweest, wordt bewezen door de talloze kleinere en enkele grotere geulen, die zich insnijden in de Zanden van Kattendijk. In de grootste geul die waargenomen werd (zie fig. 2) bestaat de opvulling van de basis geheel uit materiaal, dat vrijwel geheel identiek is aan het sediment van de Zanden van Kattendijk. Dit maakte het erg moeilijk om deze geul te vervolgen. Aanvankelijk leek de vette kleilaag, die iets hoger in de geul ligt de basis van de geul te zijn. Deze kleilaag kan alleen gevormd zijn in uiterst rustig water. Kennelijk is de geul een tijdje afgesloten geweest, waardoor op de bodem de stroomsnelheid vrijwel nul zal zijn geweest. Er werd daardoor weinig voedsel aangevoerd, zodat er geen organismen leven konden (de klei is, afgaande op veldwaarnemingen

steriel); alleen de klei sedimenteerde. Boven de kleilaag volgt een pakket van 1,10 m kleiige zanden en zandige kleien, waarin veel "flaser" en "linsen" voorkomen. "Flaser" zijn kleilensjes in zand, en "linsen" zijn zandlensjes in klei. Dit verschijnsel treedt in het mariene milieu het meest op in getijdenafzettingen.

Laag 12 is weer een schelpenbank, waarin de schelpen meestal met de bolle zijde naar boven liggen. Stromingen zijn tijdens de afzetting van deze zanden nog sterk. Laag 11 bevat kleine scheve gelaagdheden, die wijzen op een afnemende stroomsterkte, die echter nog niet onaanzienlijk is. Naast bijna 1 cm dikke graafgangen, die zowel verticaal als scheef kunnen verlopen, komen ook kleinere en dunnere voor, die steeds verticaal zijn. Laag 10 bevat vrij veel *Atrina* (= *Pinna*) in leefhouding. De stroomsterkte is waarschijnlijk niet veel kleiner geworden, maar in ieder geval is de omwerking indeze laag veel geringer geweest, hier en daar zelfs nul. Laag 9 heeft flauwhellende scheve gelaagdheden als sedimentaire structuur. Dit wijst op snelle sedimentatie met grotere stroom-snelheden dan in de twee vorige laagjes. Resumerend zijn de lagen 9 t/m 14 over het algemeen gevormd onder sterke stromingscondities, met meer en minder erosieve fasen, die afwisselden met flinke sedimentatie, voornamelijk van zand. Een getijdenmilieu is zeer waarschijnlijk.

Laag 8, behorende tot de horizon met *Angulus benedeni* is duidelijk anders van structuur en korrelgrootte. De slib- en fijnzandfractie neemt hier een belangrijke plaats in, terwijl "flaser en linsen" structuren overvloedig voorkomen. Ook scheve gelaagdheid treedt op. Deze structuren, samen met de macrofauna bewijzen, dat deze afzetting in een getijdenmilieu gevormd is. Wel zijn de omstandigheden rustiger dan in het onderliggende gedeelte van de Zanden van Kallo. Waarschijnlijk was de zee weer ondieper geworden en was het gebied meer beschermd.

Pleistoceen

Glauconiethoudende en dus groenige zanden van laag 7 en laag 6 liggen direct op de top van de Zanden van Kallo. Beide lagen bevatten mega-scheve gelaagdheid. Laag 7 bevat bovendien veel rolstenen, bestaande uit klei (ook wel "kleipebbles" genoemd) en kleibandjes, die de scheve gelaagdheid volgen. Dit betekent een stroomregime, dat intermitterend was, met andere woorden: grote stroomsnelheden wisselden af met stilstand van het water. In het mariene milieu is dit in voortdurende snelle afwisseling slechts mogelijk in het getijdenmilieu. Plantenresten wijzen op de directe nabijheid van de kust. Veel schelpgruis is voorhanden in laag 7, in tegenstelling tot laag 6, die geen mollusken bevat. Beide lagen behoren tot het Pleistoceen, waarschijnlijk tot de Zanden van Kruisschans. Er is dus een flink hiaat tussen laag 7 en 8, al is dit in het veld niet direct te zien, daar erosie nauwelijks een rol heeft gespeeld.

Holoceen

Het Holoceen begint met een doorwortelde zandige kleilaag, die in rustige omstandigheden is gevormd. De doorworteling wordt veroorzaakt door plantengroei, die ook verantwoordelijk is voor de dikke veenlaag, die erboven ligt. Dit veen ligt gedeeltelijk in situ, daar verschillende plantenwortels nog verticaal verlopen, voornamelijk echter getransporteerd, omdat de meeste stam-

men, takken en wortels horizontaal liggen. Plaatselijk wordt dit veen ingesne-
den door mariene geulen, maximaal 0,75 m diep. De resten van *Mytilus edulis*,
Cerastoderma en vele *Hydrobia*'s bewijzen, dat dit een waddengeul moet zijn. Aan
de basis bevat deze geul veel plantenresten, waaronder een stamfragment van
meer dan 1 m lengte, en humusbandjes, waardoor een fijne laminatie zeer duide-
lijk zichtbaar is. Laag 3 bestaat uit dezelfde afzettingen als de geulopvulling
en is dus ook in een waddenmilieu ontstaan. Laag 2 bestaat geheel uit onregel-
matige laminaties van dunne kleiige en zandige laagjes. Dit is een typische
structuur, die alleen in kwelders en oeverwallen gevonden kan worden. Ook de
doorworteling, die trouwens deze structuur voor een groot deel veroorzaakt,
pleit voor een verlanding. Gezien de hele laagopeenvolging is een kwelderafzet-
ting het meest waarschijnlijk. Het hoogste gedeelte van de sectie, laag 1, is
een recente bodem, waarin de vroegere sedimentaire structuren verdwenen zijn.

(Het hoofdstuk over de palaeo-oecologie werd geheel geschreven door P.A.M.
Gaemers)

Adressen van de schrijvers: Drs. P. A. M. Gaemers,
Plantscen 29,
Leiden

A. W. Janssen,
Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie,
Hooglandse Kerkgracht 17,
Leiden

