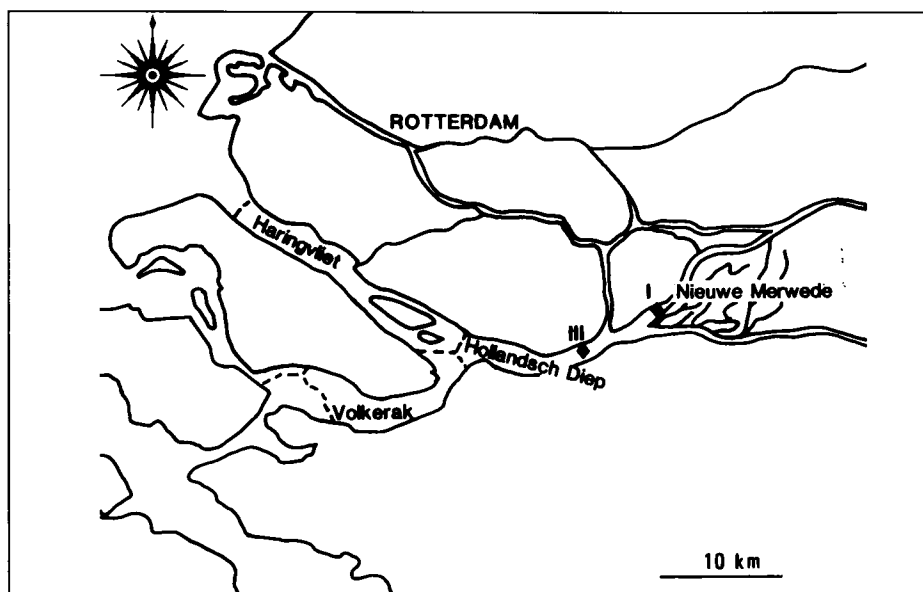


# Microscopische waarnemingen aan waterbodems van de zuidrand van het noordelijke deltabekken

J.J.M. van der Meer\*, J.W. van Berghem\*\* & P.F. van Dreumel\*\*

Sinds 1984 doet Rijkswaterstaat, directie Zuid-Holland, onderzoek aan recente sedimenten in de zuidrand van het noordelijke deltabekken. Deze sedimenten zijn in snel tempo afgezet sinds de afsluiting van het Volkerak in 1969 en het Haringvliet in 1970 en deels vervuild met zware metalen en organische microverontreinigingen. In verband met plannen om de vervuilde bodem in de zuidrand indien nodig te saneren, is het van belang om de opbouw en stabiliteit van het sedimentpakket te kennen. Hiertoe worden diverse onderzoeken gedaan aan speciaal daarvoor gestoken boorkernen (bijv. Berger & Van Dreumel, 1992). Teneinde de opbouw en doorlatendheid van het sedimentpakket in detail te kunnen bestuderen is gekozen voor een onderzoek met behulp van slijpplaten. Voor het onderzoek zijn een twintigtal slijpplaten, afkomstig uit twee verschillende boorkernen, gedetailleerd beschreven en geanalyseerd (Van der Meer, 1993).



figuur 1  
Ligging van de twee bemonsterde kernen in de zuidrand van het noordelijk deltabekken.

## Methode van onderzoek

De studie van slijpplaten, of dunne doorsneden van sedimenten of bodems (Murphy, 1986), staat bekend als micromorfologie. Het grote voordeel van de micromorfologie, ten opzichte van veel andere analyse technieken, is dat het - in ongestoorde monsters - de mogelijkheid biedt tot directe observatie van de relaties die bestaan tussen de samenstellende delen van sedimenten. Bij veel andere technieken worden eerst verschillende fracties afgescheiden, die vervolgens worden geanalyseerd, waarna uitspraken over het geheel worden gedaan. Bij slijpplaten vormt juist het geheel het object van studie. Voor deze studie is gebruik gemaakt van monsters uit een tweetal boorker-

nen uit de zuidrand van het noordelijk deltabekken, no. I uit de Nieuwe Merwede en no. III uit het Hollandsch Diep (Meetdienst Noordelijk Deltabekken, 1991). Voor de lokatie van de kernen zie figuur 1. De bodemdiepte op de lokatie van boring I bedraagt 3,75 m en bij boring III 6,22 m beneden NAP; de gemiddelde waterstand bedraagt ca. 0,50 m + NAP.

De slijpplaatmonsters zijn uitgezocht op grond van zichtbare structuren en van texturele overgangen, waarbij er op is gelet, dat de monsters een representatief beeld van de sedimenten in de kernen geven.

De in april 1991 gestoken kernen worden bewaard bij het NIOZ op Texel; de voor de slijpplaten benodigde de-

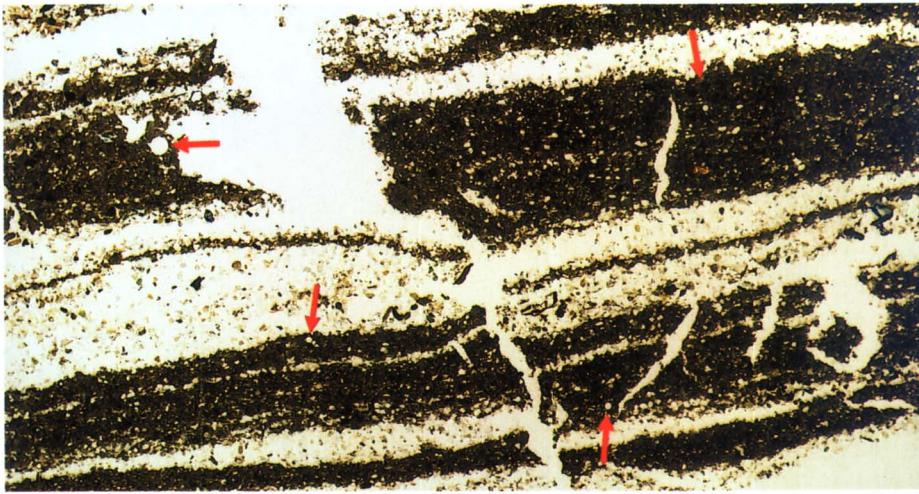
len zijn vandaar goed verpakt naar Amsterdam getransporteerd. Na uitpakken zijn de monsters in enkele weken aan de lucht gedroogd. Na het drogen zijn de monsters geïmpregneerd met een niet verzadigde polyester hars (Synolite, type 544-A-3), onder toevoeging van monostyreen als verdunner, cobaltoctaataat als versneller en cyclonox als catalisator; zie voor details Murphy (1986). De eigenlijke impregnatie vindt plaats onder vacuüm, waarbij de hars het gehele monster moet doordringen. Ondanks dit hulpmiddel zijn bij veel monsters impregnatieproblemen opgetreden. Het vermoeden bestaat, dat het sediment verbindingen bevat, die een reactie aangaan met de hars en dat deze daardoor niet normaal kan uitharden (zie hieronder). Het probleem van incomplete impregnatie is, dat bij het zagen, vlakken en polijsten materiaal wordt verwijderd zodat er gaten vallen in de slijpplaat.

Na het uitharden van de hars, worden de monsters gezaagd en op een glazen grondplaat gekit, waarna ze op dikte (ca. 20  $\mu$ m) worden gebracht en een dekglas wordt aangebracht. Omdat zich bij een aantal van de hier gepresenteerde monsters 'lucht'belletjes vormden, bleek het zeer moeilijk ze op glas te kitten. De vorming van luchtbelletjes kan eigenlijk alleen toegeschreven worden aan gasvorming in het monster zelf en dit wijst er op dat in het monster, ook na impregnatie, chemische reacties optreden.

## Beschrijving en terminologie

De slijpplaten zijn met een 'Wild' Makroskop petrografische microscoop bestudeerd bij een lage vergroting



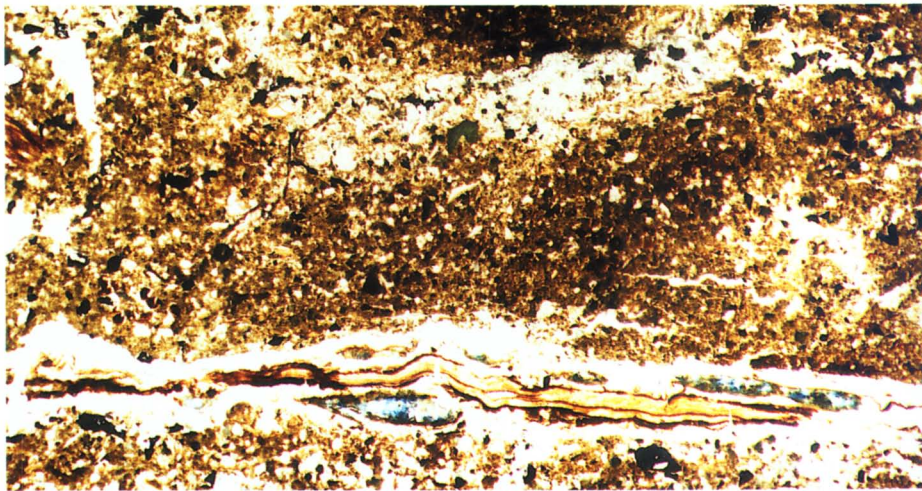
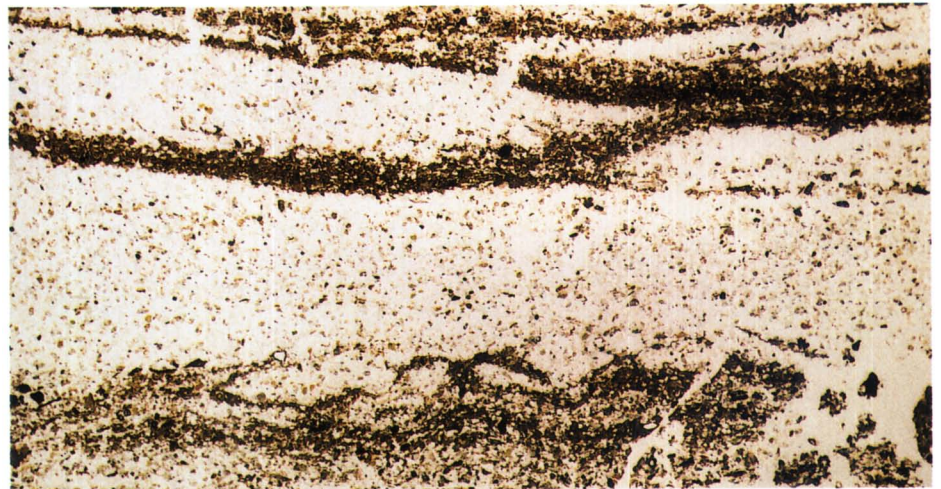


figuur 3

Algemeen beeld van de gelaagdheid; zowel de opbouw in grotere eenheden, als ook de interne gelaagdheid is duidelijk zichtbaar. Let ook op het karakter van de grensvlakken: een scherpe grens wijst op abrupte wisseling van de afzettingscondities, een diffuse grens op geleidelijke wisseling. De pijltjes wijzen op kunststof bolletjes. Doorvallend licht, beeldveld 18,0 mm. Slijpplaat Mi.874, kern III, diepte 405-420 cm.

figuur 4

De gelaagdheid is niet continu over de breedte van de slijpplaat, hetgeen wijst op samenhang tussen erosie en sedimentatie. Net onder het midden van de plaat komt een zone van kleinschalige belastingsverschijnselen voor. Beide verschijnselen beperken de verticale doorlatendheid van het sedimentpakket. Doorvallend licht, beeldveld 18,0 mm. Slijpplaat Mi.875, kern III, diepte 426-441 cm.

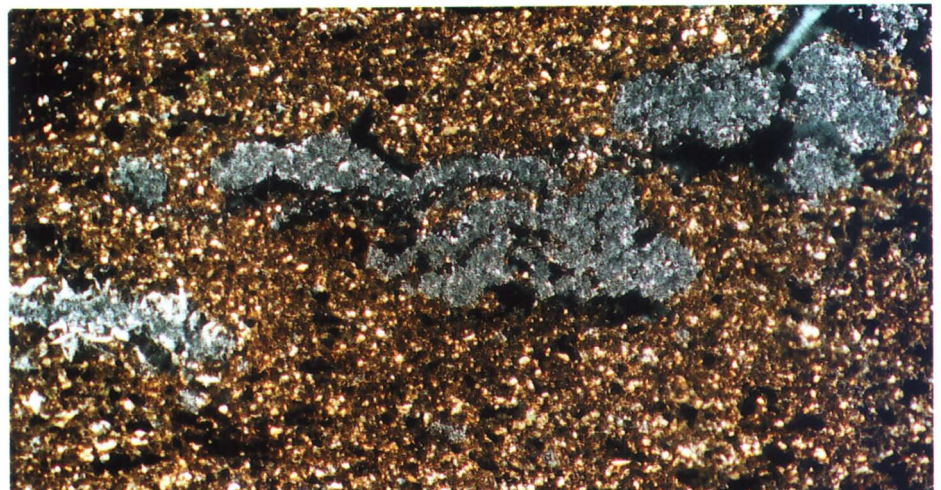


figuur 5

Nieuwvorming, in dit geval van vivianiet (helderblauw) in de holten van plantaardig materiaal (een takje) aan de onderkant van de plaat, en rechtsboven als vrij voorkomende concretie. Bij toenemende vergroting zijn meer vivianiet vlekken te zien. Doorvallend licht, beeldveld 9,0 mm. Slijpplaat Mi.861, kern I, diepte 255-270 cm.

figuur 6

Onbekende nieuwvorming, bestaande uit fijnkristallijne bolletjes van verschillende omvang (onder in foto) en van afgeplatte concreties. De concretie links van het midden bestaat gedeeltelijk uit grotere, witgekleurde gipskristallen. Gepolariseerd licht, beeldveld 7,0 mm. Slijpplaat Mi.858, kern I, diepte 135-150 cm.





(6.3 - 32 x). De microfoto's (figuren 3 t/m 6) zijn met hetzelfde instrument gemaakt. Voor de duidelijkheid is aan dit artikel een begrippenlijst toegevoegd (Appendix 1; naar Van der Meer, 1994).

De beschrijving van de slijpplaten volgt de bodemkundige terminologie (Brewer, 1976). Vanwege het beperkte gebruik van slijpplaten in sedimentologische studies, is er geen standaard nomenclatuur voor de beschrijving van dunne doorsneden van sedimenten ontwikkeld. De terminologie van Brewer kan zowel op bodems als op sedimenten toegepast worden, hetgeen in deze studie goed uitkomt.

### **Micromorfologische verschijnselen in sedimenten uit de zuidrand**

Volgens Sitler (1968) kunnen micromorfologische waarnemingen in verschillende groepen worden verdeeld: de korrelgrootte of textuur, de structuur, de plasmic fabric (zie appendix 1), diagenetische verschijnselen, karakteristieken van minerale en andere deeltjes, en uiteindelijk de fabric van silt en zanddeeltjes. Hier zal alleen worden ingegaan op enkele diagenetische verschijnselen en op karakteristieken van minerale en andere deeltjes; de andere groepen zullen alleen kort worden aangestipt.

### **Textuur**

Voor wat de afmeting van de (primaire, minerale) skeletkorrels betreft, lijkt het in eerste instantie of deze erg variabel is. Bij nadere beschouwing blijkt echter dat het merendeel van de monsters fijnkorrelig is. Het maakt daarbij niet veel uit dat de overheersende korrelgrootte in sommige monsters 50 µm (grof silt) is, terwijl deze in andere monsters 100 µm (fijn zand) is. In de meeste monsters zijn echter twee, soms drie, populaties aanwezig. De eerste is fijn (overwegend < 50 µm), de tweede iets grover (tot enkele honderden µm; nog altijd fijn zand). Als een derde populatie aanwezig is (1x in kern I en 3x in kern III) dan is deze altijd veel grover, van grof zand tot fijn grind.

### **Structuur**

Om de structuur van sedimenten aan te duiden kan men zeer goed de definitie voor bodemstructuur gebruiken, zoals die wordt gehanteerd door de Soil Survey Staff (1954): "het aggregaten van primaire deeltjes tot samengestelde deeltjes, of clusters van primaire deeltjes, welke van andere aggregaten worden gescheiden door zwaktezones" (Van der Meer, 1987).

Macroscopisch toont structuur zich bijvoorbeeld als gelaagdheid, al dan niet benadrukt door de aanwezigheid

van ijzer- of mangaan-neerslag. Structuren die niet macroscopisch zichtbaar zijn betreffen kleinschalige aggregaten, zoals intraclasts, klompjes van elders aangevoerd sediment.

Andere macroscopisch zichtbare structuren kunnen bijvoorbeeld bestaan uit holten (grootte, oriëntatie, vorm), of uit een continue opvolging van één of meer lagen. Die opeenvolging kan overigens zowel op microschaal (binnen een slijpplaat) als op macroschaal (binnen een boring) plaatsvinden. Macroscopisch is het vaak moeilijk het karakter van een laagvlak vast te stellen, bijv. of het gaat om een belangrijk hiaat in de sedimentatie. Slijpplaten van dergelijke grensvlakken kunnen, omdat ze gedetailleerde informatie geven over vertering of over de continuïteit van structuren (m.a.w. de mate van erosie), helpen bij het beantwoorden van de vraag of het betreffende grensvlak een echt hiaat, of alleen een verandering in richting of herkomst, aangeeft. Samenvattend kan gesteld worden, dat de structuren aantonen dat de beschreven sedimenten oorspronkelijk (sub)horizontaal zijn afgezet. Daarbij is een duidelijk gelaagd pakket ontstaan. In dit pakket zijn door gasvorming holtes ontstaan, die bij voortgaande sedimentatie gedeeltelijk zijn dicht geknepen. De oorspronkelijke gelaagdheid is in veel gevallen meer of minder intens verstoord door normale synsedimentaire processen, zoals bijv. belasting. Bioturbatie heeft hierbij geen rol gespeeld. Gezien het ontbreken van grootschalige verstoring door afglijdingen, mag aangenomen worden dat de huidige ligging van de sedimenten relatief stabiel is.

### **Plasmic fabric**

De plasmic fabric is de beschrijving van de rangschikking van het plasma (zie appendix). De individuele plasma-deeltjes zijn weliswaar te klein om met de gebruikte microscoop waar te nemen, maar indien de (meestal plaatvormige) deeltjes parallel aan elkaar liggen, gaan ze zich optisch als één, grotere eenheid of korrel gedragen. We spreken dan van georiënteerde domeinen.

Omdat dergelijke georiënteerde domeinen gekenmerkt worden door een hoge dubbelbreking, kan het verschijnsel microscopisch waargenomen worden met behulp van gepolariseerd licht. Vervolgens kan het worden geclassificeerd naar het patroon waarin de domeinen zijn gerangschikt. Hierbij speelt de relatie van het plasma tot de skeletkorrels meestal een rol. Samenvattend kan gesteld worden, dat de hele serie slijpplaten gekenmerkt wordt door het in grote mate ontbreken van plasmic fabrics die

door van buiten af inwerkende krachten zijn veroorzaakt. De voorkomende plasmic fabric typen wijzen groten-deels op ongestoorde sedimentatie en de daaruit voortvloeiende belasting.

### **Diagenetische veranderingen**

Alle sedimenten zijn ná afzetting onderhevig aan veranderingen. Hieronder kan bijvoorbeeld verstaan worden de verplaatsing van klei, silt, (hydr-)oxiden van Fe en Mn, en van carbonaten, alsook de nieuwvorming van mineralen. Neerslag van bijv. kalk kan lokaal tot verkittung leiden, terwijl nieuwvorming tot het vastleggen van allerhande stoffen kan leiden. De grens tussen beide vormen is niet altijd duidelijk, kalk dat eerst opgelost wordt en vervolgens - al dan niet op een andere plaats - weer neerslaat, wordt meestal niet als nieuwvorming omschreven. Weliswaar ontstaan nieuwe kristallen, maar de kalk was als zodanig al aanwezig. Bij nieuwvorming moet gedacht worden aan de vorming van nieuwe mineralen (meestal als kristallen) vanuit de bodemoplossing. Het kan hierbij gaan om nieuwvorming uit ter plaatse aanwezige 'bouwstenen', maar ook om nieuwvorming uit van elders aangevoerde elementen. Van elders aangevoerd kan slaan op zowel vertikaal (van hoger of lager in het profiel), als ook op horizontaal (uit de ruimere omgeving), transport.

Tot de meest algemene vormen van getransporteerd materiaal hoort ijzer; alle slijpplaten uit deze serie vertonen er de sporen van. In de eerste plaats vertonen veel slijpplaten kleurverschillen ten gevolge van verschillen in het ijzergehalte (of in het type verbinding) van de matrix. Daarnaast komen duidelijke concreties voor: plekken waar het sediment door ijzerprecipitatie aan elkaar is gekit. Omdat deze plekken bijna zonder uitzondering diffuse grenzen hebben, moet er van uit worden gegaan, dat ze ter plekke zijn ontstaan uit van elders aangevoerd materiaal. In het algemeen hebben de waargenomen ijzerconcreties allemaal dezelfde donkere kleur.

In bijna alle slijpplaten komt kalk als primaire korrel (als deel van het sediment) voor. Daarnaast is in een aantal slijpplaten uit deze serie echter een bekleding van fijnkristallijne kalk tegen de wand van holten waargenomen, zgn. kalkhuiden. Kalkhuiden ontstaan doordat kalk in oplossing gaat, vervolgens over enige afstand wordt getransporteerd, om uiteindelijk - als de omstandigheden veranderen - weer neer te slaan. Het is een proces dat goed bekend is van (subaërische) bo-

dems, maar niet van waterbodems. Aangenomen wordt dat kalkhuiden ontstaan onder afwisselend natte en droge omstandigheden, maar dat is onder water zeker niet het geval. Opvallend is dat de huiden vooral boven in beide kernen voorkomen, maar dat er in de dikte van de huiden (van > 10 tot 200 µm) geen enkele trend zit. Dat laatste betekent dat er geen uitspraak gedaan kan worden over de richting waarin de kalk wordt verplaatst. Uit een gelijkmatige afname van de dikte met de diepte zou men bijvoorbeeld transport van boven naar beneden kunnen afleiden; dat is hier dus niet het geval.

In een groot aantal slijpplaten zijn 'echte' nieuwvormingen waargenomen. In de eerste plaats betreft het de vorming van fosfaten, die hier kortheidshalve als vivianiet ( $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) worden aangeduid. In werkelijkheid zal het hier gaan om een complex van fosfaatmineralen, waartoe tenminste vivianiet (een van de meest voorkomende gehydrateerde ijzer-fosfaat mineralen) en metavivianiet behoren. Volgens Riezebos en Rappol (1987) komt het mineraal in Nederland hoofdzakelijk voor in Holocene afzettingen en de daarmee geassocieerde fossielen.

Deze groep mineralen valt in de slijpplaten onmiddellijk op door de (meestal) helderblauwe kleur. In de meeste gevallen komt het voor in vlekken van variabele grootte. Het komt verspreid door de hele plaat voor, zonder voorkeur voor een bepaalde korrelgrootte van het sediment. Bij toenemende vergroting neemt ook het aantal vlekken toe. De kristalliniteit van het vivianiet lijkt te variëren. Soms zijn alleen diffuse vlekken te zien, terwijl een andere keer duidelijke kristallen te herkennen zijn. In een aantal gevallen komt vivianiet in associatie met organische stof voor, bijvoorbeeld als opvulling van plantaardig materiaal.

Naast vivianiet komen in een aantal platen nieuwvormingen van onbekende samenstelling voor. In alle gevallen gaat het om fijnkristallijne concreties met optisch gelijke eigenschappen. In eerste instantie is gedacht aan sideriet, een groep van ijzercarbonaten die in het hier beschreven gezelschap niet uit de toon zou vallen.

In deze serie slijpplaten gaat het om kleurloze, meestal bolvormige concreties van variabele grootte, die door de hele plaat kunnen voorkomen. Een enkele maal komen tot 3,5 mm lange, meer afgeplatte concreties voor, die doen denken aan vraatsporen. Aangezien de overige concreties van dit mineraal daar geen enkele aanwijzing voor geven, wordt voorlopig van een

niet-biologische oorsprong uitgegaan. Opvallend is, dat deze mineralen in beide kernen alleen bovenin voorkomen. Alleen onderin kern III komt het nogmaals in geringe mate voor. Een enkele keer komt dit mineraal voor in directe samenhang met gips.

Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ontbreekt bovenin beide kernen, maar verder komt het in beide in min of meer gelijke mate voor. Dat laatste kan niet gezegd worden van de maximale kristallengte, daar deze varieert van 300 tot 800 µm. De gipskristallen komen soms voor als kleine rozetjes, maar meestal als min of meer samenhangende, vaak bolvormige of ovale opeenhopingen. Maar ook komen ze geïsoleerd voor in fijnkorrelige zones. Het merkwaardige is dat in een aantal gevallen het gips alleen voorkomt op de rand van een slijpplaat of in de randzone van een plaat. Ook lijkt er een voorkeur voor grof sediment te bestaan. In deze gevallen ligt de gedachte voor de hand, dat de kristallen zijn ontstaan bij het drogen van het monster: terwijl de poriënvloeistof verdampt, vormen zich de kristallen als een soort 'zoutuitbloei'. Daar staat tegenover dat gips een aantal malen verspreid door de hele plaat voorkomt, dat het tevens voorkomt als geïsoleerde kristallen in matrixrijke lagen, en dat het is waargenomen tezamen met het onbekende mineraal en met ijzer. Al deze waarnemingen lijken te wijzen op een ontstaan in het sediment, vóór het trekken van de kern. Voorlopig moet er van uitgegaan worden dat de vorming van gipskristallen zowel in situ, als tijdens het drogen lijkt te gebeuren.

Samenvattend kan gesteld worden, dat binnen de twee kernen een verbazend aantal verschijnselen van transport, neerslag en nieuwvorming van mineralen optreedt. Opvallend is hierbij ook het aantal nieuwgevormde mineralen; voorlopig zijn hier in elk geval carbonaten, sulfaten en fosfaten, al dan niet in combinatie met ijzer, te noemen. Hieruit blijkt dat de sedimenten in chemisch opzicht als zeer instabiel gezien moeten worden.

### **Karakteristieken van minerale en andere deeltjes**

Een vast onderdeel van de texturele beschrijving betreft de samenstelling van de skeletkorrels. In de eerste plaats komt daarbij naar voren, dat kwarts en opake korrels in alle platen voorkomen. Kwarts is uiteraard het meest voorkomende mineraal. Opvallend in deze serie slijpplaten is het grote aantal opake (niet doorzichtige) mineralen en korrels. In veel gevallen gaat het hier waarschijnlijk om houtskool, of ander door mensen veroorzaakt materiaal.

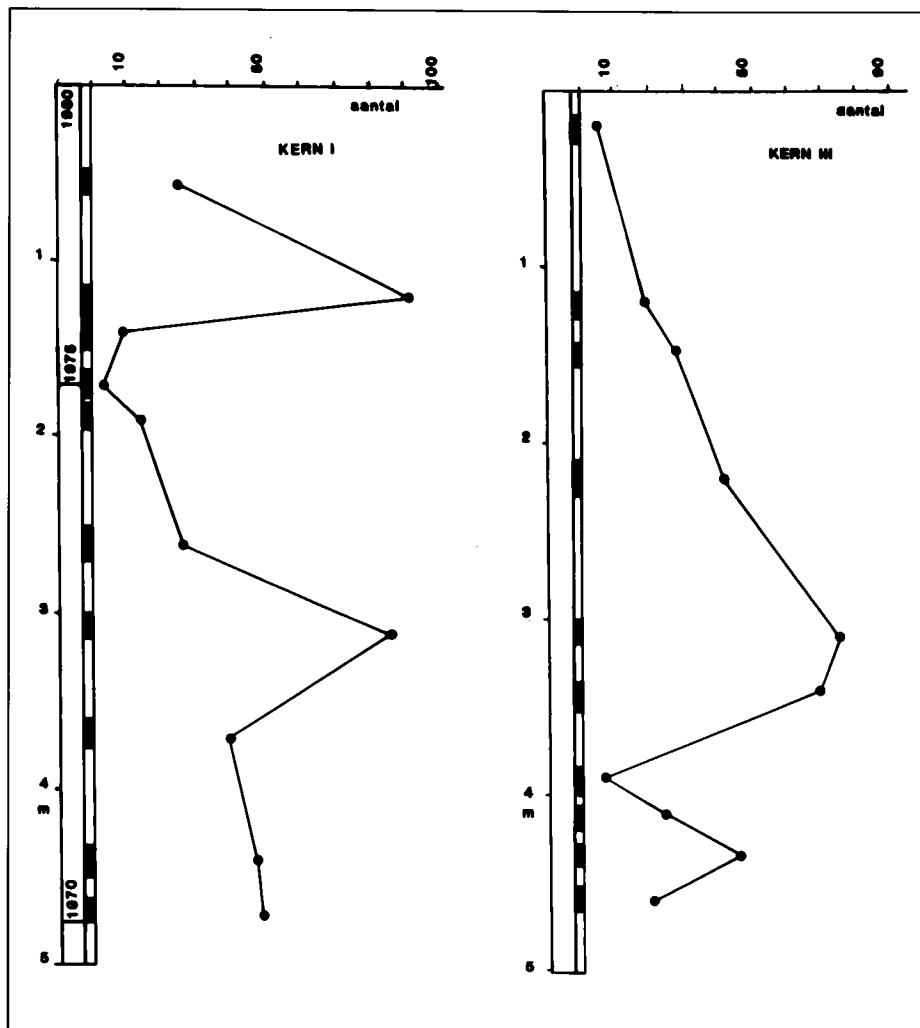
kool, of ander door mensen veroorzaakt materiaal.

In alle platen komt organisch materiaal en houtskool voor. Met organisch materiaal wordt overwegend plantaardig materiaal aangeduid: (stukjes van) takjes, wortels en blaadjes; vormeloos materiaal, etc. Houtskool is weliswaar opaak, maar is vaak als zodanig herkenbaar aan de bewaard gebleven celstructuur. De afmeting van het organisch materiaal is evenals de vorm zeer variabel. In het algemeen gaat het om materiaal dat groter is dan de minerale korrels, waarbij houtskool veelal kleiner is dan het verse plantaardige materiaal. Bovendien is de houtskool vaak hoekig van vorm, hetgeen kan wijzen op een geringe transportweg, maar ook op het regelmatig breken van het relatief zachte materiaal.

Naast deze twee vormen van organisch materiaal, komen nog twee andere vormen voor. In de eerste plaats diatomeën, zeer kleine kiezelwieren, die in alle platen, maar overwegend in de fijnkorrelige lagen, voorkomen. In sommige platen kan zelfs over een grote rijkdom aan diatomeën gesproken worden. De skeletjes zijn alleen zichtbaar bij zeer sterke vergroting, omdat ze in het algemeen kleiner dan enkele tientallen micron zijn. Met de microscoop die voor de standaard beschrijving en de foto's is gebruikt, zijn ze niet te zien en ze worden dan ook niet getoond in de foto's. Zonder daar verder op in te gaan moet alleen vermeld worden dat het aantal typen niet erg groot lijkt te zijn.

In de tweede plaats gaat het om de kalkskeletjes van dieren, zoals foraminiferen en mollusken. Over de soorten-samenstelling valt hier niets te zeggen, omdat ze alleen in doorsnede gezien worden en dezelfde soort er totaal anders uit kan zien als de oriëntatie van de snede verandert. Wel is duidelijk dat ze vaker voorkomen in grof materiaal, dan in fijn materiaal. De afmeting van de fossieltjes bedraagt meestal niet meer dan enkele honderden micron. In kern I komen de microfossielen maar één maal voor, in kern III daarentegen komen ze in alle slijpplaten voor, en kan in één geval zelfs over een rijkdom aan microfossielen gesproken worden. Bij het bekijken van de fossieltjes valt op, dat regelmatig gebroken exemplaren voorkomen, terwijl ook regelmatig de kamertjes met kalk opgevuld zijn. Het laatste zou er op kunnen wijzen dat het om oudere, van elders aangevoerde, exemplaren gaat.

Als laatste moet het voorkomen van kunststof bolletjes worden genoemd.



figuur 2  
Verspreiding van kunststof bolletjes in de twee kernen.

Al bij een eerste beschouwing van de slijpplaten viel een groot aantal kleurloze of (een enkele maal) lichtbruine, perfecte cirkels op. In driedimensionale vorm gaat het dan zo goed als zeker om bolletjes. Zonder daar verder een uitvoerige studie van te maken kan hier alleen aangegeven worden dat de optische eigenschappen van de bolletjes op kunststof wijzen. De bolletjes worden waarschijnlijk gevormd bij industriële processen en komen door hun kleine afmeting waarschijnlijk makkelijk in het milieu terecht. De meeste bolletjes zijn slechts enkele tientallen micron in diameter, de grootste waargenomen exemplaren hebben een diameter van iets meer dan 1  $\mu\text{m}$ . Kleinere bolletjes hebben soms een donker huidje. De bolletjes vallen het meest op door hun vorm en indien ze in matrixrijke banden voorkomen. In grove lagen zijn geen grote bolletjes waargenomen wel slechts enkele kleine. Daar staat tegenover dat kleurloze, kleine bolletjes slecht zichtbaar zijn tussen eveneens kleurloze, kleine kwartskorrels. Uit het feit dat grote exemplaren alleen in matrixrijk materiaal zijn waar-

genomen wordt afgeleid, dat ze dus een laag soortelijk gewicht hebben. Het laatste wijst eveneens in de richting van kunststof.

Hoewel niet zeker is dat alle bolletjes waargenomen zijn, met name kleine exemplaren kunnen makkelijk over het hoofd zijn gezien, is in figuur 2 een indicatie gegeven van het aantal bolletjes per plaat. Men dient zich hierbij te realiseren dat de platen niet gelijk van oppervlak zijn, en dat eigenlijk een dichtheid per  $\text{cm}^2$  bepaald zou moeten worden. Toch is het opvallend dat er duidelijke trends aanwezig zijn in het aantal bolletjes per plaat. In kern I komt tweemaal een aantal van meer dan 80 voor. Daarboven loopt het aantal steeds geleidelijk af. Hetzelfde doet zich voor in kern III, alleen is de maximale waarde hier  $> 70$ .

### Conclusie

In het algemeen kan men stellen, dat slijpplaten de mogelijkheid bieden om gedetailleerde waarnemingen te doen in losse sedimenten. Deze waarnemingen zijn van belang voor de interpretatie van de processen die samenhangen met sedimentatie, zowel voor

wat betreft het ontstaan, als voor wat betreft eigenschappen zoals veranderingen in situ.

Uit de beschrijvingen en de analyse van de slijpplaten uit de kernen I en III blijkt, dat de sedimentpakketten zijn ontstaan door min of meer continue sedimentatie; belangrijke hiaten zijn niet waargenomen. Verder is geconstateerd, dat verstoring van het sediment door loading en slumping alleen synsedimentair en op kleine schaal is opgetreden, terwijl bioturbatie ontbreekt. Hieruit blijkt, dat de beschreven pakketten in sedimentologisch opzicht stabiel zijn.

Uit de analyse blijkt, ten aanzien van de samenstelling, dat uit de aanwezige stoffen veelvuldig nieuwe mineralen ontstaan, tenminste behorende tot de sulfaten, fosfaten en carbonaten, zodat als vaststaand aangenomen mag worden, dat de sedimenten in chemisch opzicht zeer instabiel zijn.

### Nawoord

Bij deze willen wij Cees Zeegers, Albert Bolt en Maarten van Ginkel bedanken voor het bemonsteren en beschrijven van de kernen. Cees Zeegers wordt speciaal bedankt voor de zorgvuldige wijze waarop hij de slijpplaten heeft gemaakt, het moeilijk te impregneren materiaal heeft hem hierbij zeker voor problemen geplaatst. Collega's van het Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium worden bedankt voor hun commentaar en opmerkingen ten aanzien van enkele van de gesignaleerde verschijnselen.

### Adressen auteurs

\* Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium  
Universiteit van Amsterdam  
Nieuwe Prinsengracht 130  
1018 VZ Amsterdam

\*\* Directoraat Generaal - Rijkswaterstaat, Dir. Zuid Holland,  
hoofdafd. A  
Postbus 556  
3000 AN Rotterdam

### Literatuur

Berger, G.W. & Dreumel, P.F. van 1992 210Pb, 134Cs en 137Cs analyses in sedimenten uit de zuidrand van het Noordelijke Deltabekken. NIOZ, Texel/RWS, dir. Zuid-Holland, Rotterdam, 32 pp.

Brewer, R. 1976 Fabric and mineral analyses of soils. Krieger, Huntington NY.

Meer, J.J.M. van der 1987. Micromorphology of glacial sediments as a tool in distinguishing genetic varieties of till. Geological Survey of Finland, Special Paper 3, 77-89.

Meetdienst noordelijk deltabecken 1991 Project nr. 142.12.03.1

Waterbodembemonstering. Morfologisch-dateringsonderzoek Amer-Nw. Merwede-Holl. Diep; 15+15 april 1991. Dordrecht, 10 pp.

Murphy, C. P. 1986 Thin section preparations of soils and sediments. AB Academic, Berkhamsted.

Riezebos, P.A. & M. Rappol 1987. Gravel- to sand-sized vivianite components in a Saalian till layer near Borne (The Netherlands). *Geologie en Mijnbouw* 66, 21-34.

Soil Survey Staff 1951. Soil Survey Manual. U.S. Department of Agriculture, Washington.

## APPENDIX 1: VERKLARENDE WOORDENLIJST

### *domeinen*

vlakjes waarbinnen kleideeltjes parallel aan elkaar zijn georiënteerd, waardoor ze - optisch gezien - als één kristal functioneren

### *dubbelbreking*

optische eigenschap waarbij interferentiekleuren zichtbaar worden door

de microscoop tafel te draaien; wordt veroorzaakt door dubbele refractie van licht door gekruiste polarisatoren en de daardoor veroorzaakte polarisatie van de lichtbundel

### *intraclast*

geërodeerd en verplaatst fragment van los sediment

### *micromorfologie*

de studie, in dunne doorsneden, van de onderlinge relaties van bodem- en sedimentdeeltjes

### *plasma*

deeltjes van colloïdale grootte (< 2mm); deze kunnen bestaan uit kleimineralen, oxiden en hydroxiden van Fe, Al and Mn, oplosbare zouten, etc.

### *plasmic fabric (p.f.)*

dubbelbrekingsmodel van het plasma, gebaseerd op de optische eigenschappen van de deeltjes en van de optische eigenschappen die veroorzaakt worden door de positie van deeltjes ten opzichte van elkaar

### *skeletkorrels*

losse korrels, die groter zijn dan de dikte van de slijpplaat en daardoor als individu zichtbaar.

## Abstract

Recent sediments in some of the major waterways in the SW Netherlands are highly contaminated by heavy metals and organic microcompounds. As part of an assessment study, twenty samples from two boreholes have been examined micromorphologically.

The description recorded in this paper deals with texture, structure, plasmic fabric, diagenetic changes (widespread neoformations) and the composition of the particles, i.e. synthetic spherules.

Analyses of all data revealed that the sediments can be considered to be sedimentologically stable and chemically unstable.



# ORDOVICISCHE ROSTROCONCHEN

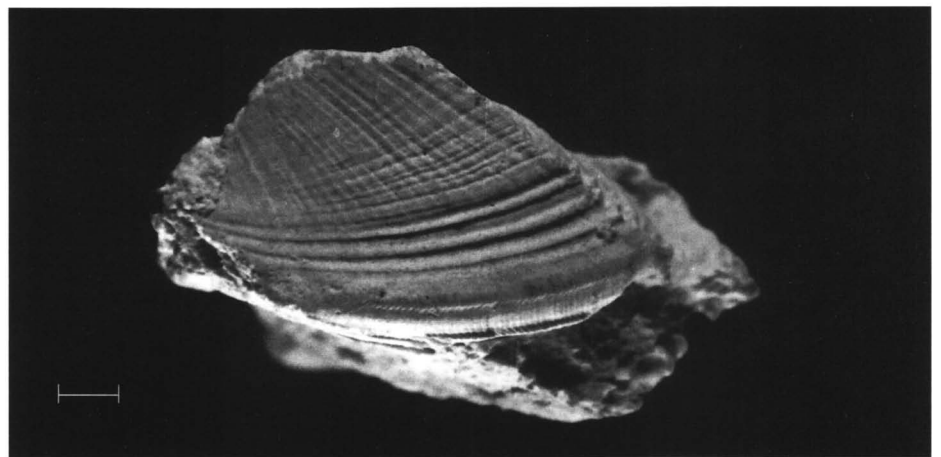
Freek Rhebergen

**In de Ordovicische verkieselde kalkstenen van Noord-Twente en de Wilsmer Bergen (Nedersaksen) komen af en toe kleine mollusken voor die even fraai als problematisch zijn. Jarenlang zijn ze in mijn collectie ondergebracht in de afdeling Vraagtekens. Enkele gelukkige vondsten in het veld, in combinatie met "vondsten" in de literatuur, hebben geleid tot herkenning: deze fossielen behoren tot een uitgestorven klasse van de Mollusca: de Rostroconchia.**

## Het materiaal

Fossiele organismen met twee kleppen of schaaltes komen in de Ordovicische verkieselde kalkstenen veelvuldig voor. Meestal gaat het daarbij om de klepjes van mosselkreeftjes (Ostracoda), behorend tot de geledpotigen (Arthropoda). Vaak treffen we ook de schalen van brachiopoden (Brachiopoda) aan. Veel zeldzamer zijn evenwel de schelpen van de tweekleppige mollusken (Bivalvia, ook wel Lamelli-branchiata, een klasse van de Mollusca). De Ordovicische vertegenwoordigers daarvan bezitten doorgaans een getande slotrand en behoren tot de orde van de Paleotaxodonta.

In de loop van de jaren heb ik ruim 40 fossielen gevonden, soms als afdruk, soms als afgietsel, die echter niet tot



Alle maatstreepjes stellen 1 mm voor.

Fig. 1. *Hippocardia?* sp. (x10). Zijaanzicht van steenkern. Vindplaats Sibculo. Coll. B. Heeringa, Baarn. Foto B. Rhebergen, Woerden.