

Onderzoek naar de samenstelling van de klei
in de westelijke Waddenzee

door

H.A. Vermij

Intern verslag

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

VERSLAGEN

nummer 1977 -3

13168

Onderzoek naar de samenstelling van de klei
in de westelijke Waddenzee

door

H.A. Vermij

Intern verslag

over

werkzaamheden verricht als bijvak oceanografie
in het tijdvak juni tot oktober 1976

aan

het NIOZ te Texel

voor

Prof. Dr. P. Groen

Vrije Universiteit, Amsterdam

Instituut voor Aardwetenschappen

onder supervisie van

Dr. D. Eisma

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

VERSLAGEN

nummer 1977 - 3

[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]

Rechten voorbehouden

Van interne verslagen zijn nadruk of aanhalingen slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming van het NIOZ.

[Faint, illegible text at the bottom of the page]

Onderzoek naar de samenstelling van de klei
in de westelijke Waddenzee
door
H.A. Vermij

Intern verslag

Inhoud:

I. Summary - Samenvatting	1
II. Inleiding	2
III. Methode	4
1. Monstername.	4
2. Preparatie van de monsters.	4
3. De röntgendiffractie.	4
4. Wijze van interpretatie van de röntgendiffractie-diagrammen	5
IV. Resultaten en interpretatie	6
1. Resultaten	6
2. Interpretatie	6
2.0. Inleiding.	6
2.1. Marsdiepgebied	7
2.1.1. Balgzand (Den Helder)	7
2.1.2. Balgzand (Amsteldiep)	8
2.1.3. Afsluitdijk	8
2.2. Vliestroomgebied	9
2.3. Borndiepgebied	9
2.4. "De Zeegaten"	10
2.5. Rijnmonster	10
2.6. Gemiddelden per stroomgebied en per deelstroomgebied.	11
3. De kristaliniteit van de montmorilloniet	12
4. Mineralogische groepen	12
V. Discussie	12
1. Discussie van de resultaten	12
2. Discussie rond de procesgang	15
VI. Conclusies	16
VII. Literatuur	16
Tabellen en Figuren	

I. SUMMARY

In order to gain some information whether or whether not differential settling and or differential transport occurs in the Dutch Wadden Sea, a small research program was carried out. Samples were taken and identified with the help of X-ray diffraction. By a rather simple method the X-ray

diagrams were compared. No exact data were obtained.

The samples did not show any differential settling or transport as proposed by WHITEHOUSE, JEFFREYS & DEBBRECHT (1960). Some differences were found, for example, between the Balgzand area and the area along the Afsluitdijk, but these differences were contradictory to what WHITEHOUSE et al. supposed. The theories proposed by POSTMA (1954, 1962) VAN STRAATEN & KUENEN (1957) could explain to some degree the results found. Also some other possibilities are given to explain the results found.

SAMENVATTING

Een klein onderzoekprogramma werd gedaan om enige informatie te krijgen of er een gedifferentieerde afzetting of gedifferentieerd transport in de Nederlandse Waddenzee voorkomt. De genomen monsters werden geïdentificeerd m.b.v. röntgendiffractie. Op eenvoudige wijze werden de röntgendiffractie diagrammen met elkaar vergeleken. Er werden daardoor geen exacte cijfers verkregen. De monsters vertoonden geen gedifferentieerde afzetting of gedifferentieerd transport, zoals verondersteld werd door WHITEHOUSE, JEFFREYS & DEBBRECHT (1960).

Enig verschil werd gevonden tussen het Balgzandgebied en het gebied langs de Afsluitdijk, maar deze verschillen zijn in tegenstelling met wat WHITEHOUSE et al. veronderstelden.

De theorieën door POSTMA (1954, 1962), VAN STRAATEN & KUENEN (1957) voorgesteld konden enigszins de gevonden resultaten verklaren. Ook zijn nog enkele andere mogelijkheden gegeven om de gevonden resultaten te verklaren.

II. INLEIDING

In het Nederlandse waddegebied wordt, zoals bekend mag worden verondersteld, slib opgehoopt. Slib dat vanaf de Vlaamsche Banken - en vanuit de Rijn - met de Reststroom langs de Nederlandse kust wordt getransporteerd komt, voor een groot deel, de Waddenzee binnen. De Reststroom is de resultante van de eb en vloed stromen langs de Nederlandse kust en een slibdeeltje wordt door deze stroming in ongeveer $1\frac{1}{2}$ tot 2 maanden van de Vlaamsche Banken naar Den Helder getransporteerd.

De Vlaamsche Banken worden door de getijstromen geërodeerd en voornamelijk hieraan dankt de Reststroom haar vrij hoge slibgehalte (GOSSE, 1976), in de Rijnmond vindt aanrijking van het slibgehalte plaats.

Opvallend is dat de Waddenzee een nog hoger slibgehalte heeft. Daar dit niet afkomstig is van andere slibbronnen (POSTMA, 1954), moet er in de Waddenzee een opeenhopingsmechanisme zijn. Behalve dat, moet ook verklaard worden waarom de slibgehalten niet afnemen tgv. de uitwisseling van water, door eb en vloed, met de Noordzee (POSTMA, 1954: elk getij wisselt 8% van het water van de Waddenzee uit met de Noordzee).

Verwacht zou worden dat de 8% van het water uit de waddenzee een hoger slibgehalte zou hebben, als de 8% nieuw water dat binnenkomt. Dit zou dan net zolang gebeuren, totdat het Reststroomwater, het Waddenzee-water en het uitstromende Waddenzeewater gelijke slibgehalten zouden hebben.

Diverse theoriën, die dit proces verklaren zijn reeds geopperd, zoals (1) asymmetrische getijkrommen (POSTMA, 1954; GROEN, 1967); (2) settling lag en scour lag (VAN STRAATEN & KUENEN, 1960); (3) afnemende diepten Wadden inwards (POSTMA, 1961); (4) verschil in eb en vloedstromen (respectievelijk door de geulen en over de platen, POSTMA, 1961); (5) biologische oorzaken bijvoorbeeld filterfeeders als mossels en kokkels.

Deze processen gelden in principe voor elke korrelgrootte van het sediment. Er treedt bij deze processen geen sorteering op. Dat er voor de grovere fracties van het sediment echter wel sorteering optreedt zal niet betwist worden (WIJKELMOLEN & VEENSTRA, 1974), maar voor de fijnere fractie (het zwevende deel) geldt dit niet; althans volgens bovenstaande theoriën. Een nadeel is echter dat alle theoriën op waarnemingen van de zwevende stof berusten. Het had toch logisch geweest, dat er ook naar de sedimenten zelf gekeken was. Men heeft eigenlijk alleen met de waarnemingen van FAVEJEE (1951) gewerkt. FAVEJEE toonde aan dat het waddensediment niet afkomstig is uit rivieren (zoals Rijn, Elbe en Wezer), maar waarschijnlijk uit materiaal afkomstig uit zee. Hij komt hierop o.a. doordat hij in de rivieren lagere montmorillonietgehalten vindt dan in de Waddenzee.

FAVEJEE vond waarschijnlijk een vrij constante samenstelling in zijn monster. Hij vermeldt althans geen verschillen.

Behalve bovenstaande theoriën is er ook een theorie die juist wel een sorteering te weeg zou brengen. Volgens WHITEHOUSE et al. (1960) treedt er zowel differentieel transport als differentiele settling op. Zij benaderden het probleem anders, namelijk via laboratorium tests. Om deze theoriën te bekijken en misschien een uitspraak daarover te doen, aan de hand van wat analyses van kleimonsters uit de Waddenzee, is dit onderzoekje uitgevoerd.

Hartelijk dank aan dr. D. Eisma en Sj. van der Gaast voor hun advies en prettige samenwerking.

III. METHODE

1. Monsternamen

Op maandag 21 en dinsdag 22 juni 1976 werden met de "Eider" (onderzoeksvaartuig NIOZ) de volgende monsters opgehaald: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12. Deze eerste monsters werden op de laatste twee na met een van Veen-bodemhapper genomen. De laatste twee monsters, evenals bijna alle andere monsters, werden met behulp van een zakmes uit de drooggevaldelen van het wad gehaald.

Op woensdag 23 en donderdag 24 juni 1976 werden de volgende monsters met een auto gehaald: 13-14-15-16-17-18-19-20-21-22. Monster no 23 werd vrijdag 25 juni te voet genomen. Monster no 24 kwam uit de magazijnen van Duinker: het monster bestond uit bodemmateriaal van de Nieuwe Waterweg.

Voor de locatie van de monsterpunten zie fig. 1; voor de locale gegevens en bijzonderheden zie Tabel I.

2. Preparatie van de monsters

Alle monsters werden volgens één wijze behandeld. Deze behandeling hield in: ontkalking, ontijzering, afscheiden van de fractie $< 2 \mu$, tot Ca-klei maken, Ca-klei op poreuze plaatjes en glasplaatjes brengen.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de behandeling zie DE LANGE (1976).

Tijdens de voorbehandelingen werd met monster 11 gestopt. Dit monster bleek te veel organisch materiaal te bevatten, ze bleek onhandelbaar doordat ze na de ontijzering troebel bleef. Als zodanig werd een goede afscheiding van de kleine fractie onmogelijk. Na een behandeling met H_2O_2 bleek nog steeds organisch materiaal aanwezig. Vermoedelijk betreft het hier erg resistente organische stof.

3. De röntgendiffractie

De poreuze plaatjes werden, evenals de glasplaatjes, vervolgens met de röntgendiffractie-meter geanalyseerd ($Co_{15kV, 2}$). De poreuze plaatjes werden bij verschillende omstandigheden bekeken over het 3° tot $16^\circ-2\theta$ traject. Deze omstandigheden waren: luchtdroog, verzadigd met glycerol, verzadigd met water.

Aanvankelijk was het ook de bedoeling om de plaatjes onder vacuümcondities te bekijken. Het bleek echter dat deze waddenmonsters amper reageerden op deze omstandigheid. Dit bleef ook het geval toen diverse

andere onderdrukken geprobeerd werden (17 cm Hg, 12 cm Hg, 8 cm Hg en 7 mm Hg-druk). Zie ook fig. 16.

Het vermoeden, dat voor deze indifferentie tov. vacuumcondities, de organische stof wel eens verantwoordelijk kon zijn, werd versterkt door de volgende test. Het betreffende poreuze plaatje werd verhit tot respectievelijk 350° en 550° gedurende $\pm \frac{1}{2}$ uur. De organische stof werd nu als verbrand verondersteld. Het diagram gedraaid na verhitting tot 350° vertoonde al weer zwelling van de montmorilloniet, na de verhitting tot 550° zwol de montmorilloniet nog meer (zie ook fig. 16).

De glasplaatjes werden luchtdroog gedraaid. Met behulp van deze plaatjes kon de verhouding tussen kaoliniet en chloriet berekend worden. Deze plaatjes werden bekeken op het traject 2θ 28° tot 30° . De scheiding tussen kaoliniet en chloriet is niet mogelijk op de poreuze plaatjes, omdat deze zelf niet indifferent zijn tov. de röntgenstralen op het door ons hier te onderzoeken 2θ traject.

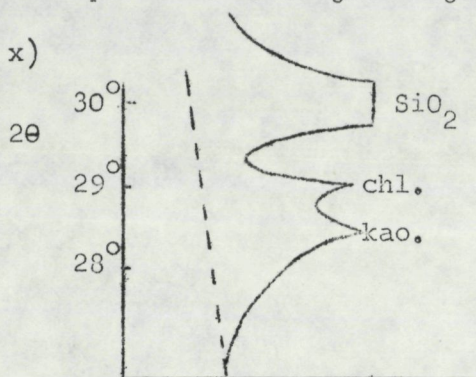
4. Wijze van interpretatie van de röntgendiffractie-diagrammen

De diagrammen werden op 2 wijzen geïnterpreteerd:

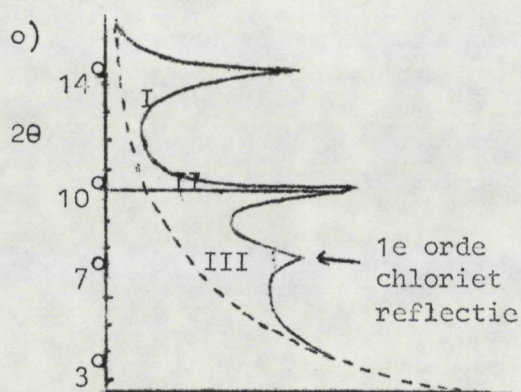
- (1) Onderlinge verhouding binnen 1 diagram
 - piekhoogte verhouding percentages^x
 - piekoppervlakte verhouding percentages^o

(2) Mate van kristaliniteit van de montmorilloniet, dit werd op het oog geschat in de glycerol-diagrammen (zie ook fig. 17).

Er moet echter op gewezen worden dat elk gegeven percentage alleen het percentage van de piekhoogte of piekoppervlakte van een kleimineraal binnen het diagram aangeeft. Dit is geen percentage dat overeenkomt met de werkelijke hoeveelheid van dat kleimineraal in het monster. Deze relatieve percentages zijn echter wel te gebruiken om relatieve verschillen tussen diverse diagrammen aan te geven. Een moeilijkheid die zich voor doet is dat de piekverhouding en de oppervlakte verhouding van een diagram soms aanzienlijk verschillen (zie Tabel II). Bij de interpretatie is zo goed mogelijk met beide gegevens rekening gehouden.



De glasplaatjes werden alleen via de piekhoogteverhouding berekend. Oppervlakteverhoudingen worden erg ingewikkeld door de kwartspiek ($\text{SiO}_2 = 3,33 \text{ \AA}$) die de kaoliniet en de chlorietpieken optilt.



Het berekenen van de oppervlakten is geen algemeen gebruik, vandaar enige uitleg: Opp. I = Opp. kaoliniet
 $2 \times \text{Opp. II} = \text{Opp. illiet}$
 $\text{Opp. III} - 1 \times \text{Opp. II} = \text{Opp. montmorilloniet}$
 Deze methode werd gebruikt om de overlappen tussen de opp. zoveel mogelijk te omzeilen.

Bij het opp. van de montmorilloniet is de eerste orde chloriet reflectie niet meegerekend. Verder zijn alle hoogten en oppervlakten gerekend tot een basaallijn (in beide tekeningen de gestippelde lijnen), welke veroorzaakt wordt door de verschuiving over de hoek.

IV. RESULTATEN EN INTERPRETATIE

1. Resultaten

Zie voor de resultaten Tabel II t/m VI.

2. Interpretatie

2.0. Inleiding

Bij het interpreteren wordt gebruik gemaakt van de piekhoogte percentages en de piekoppervlakte percentages bij de kaoliniet en de montmorilloniet. Deze twee mineralen zijn van bijzonder belang. Als er namelijk een selectiemechanisme is zal dat tot uiting komen in de verschillen tussen langzaam en snel uitzakkende kleivlokken. Uit laboratorium tests weten we dat montmorilloniet het langzaamst zakt gevolgd, op grote afstand, door illiet en kaoliniet (M:1,3 m/dag; I:15,8 m/dag; K:11,8 m/dag; dit bij een temperatuur van 26° en een saliniteit van 32,5‰; WHITEHOUSE, JEFFREY & DEBBRECHT, 1960).

Dat onderzoek naar de concentratie van montmorilloniet niet genoeg is blijkt uit een andere eigenschap van dit kleimineraal namelijk het hoge adsorptie vermogen. Montmorilloniet trekt erg gemakkelijk organisch stof aan, dit geeft veel grotere vlokken en een snellere bezinkings-snelheid. Kaoliniet heeft juist een lage adsorptiecapaciteit, ze trekt dus weinig organische stof aan (in elk geval vergeleken met montmorilloniet), hierdoor zou de kaoliniet weleens de minst snel bezinkende klei kunnen worden.

Illiet heeft een matige adsorptie capaciteit. Om het geheel af te ronden zijn ook hier kaartjes van toegevoegd. Bij de interpretatie zal de illiet amper gebruikt worden, omdat ze eigenlijk net tussen beide andere beschouwde mineralen invalt (wat betreft deze 2 eigenschappen).

Bij de interpretatie wordt het gebied opgesplitst in diverse delen (naar stromingsgebied):

Marsdiepgebied: Balgzand (Den Helder) punten 14-17; Balgzand (Amsteddiep) punten 1-2-15-16; Afsluitdijk I punt 3, II punten 4-5, III punten 6-7.

Vliestroomgebied: ten westen van Harlingen punt 8; ten oosten van Harlingen punten 9-10-22.

Borndiep-gebied: onder Terschelling punten 20-21; onder Ameland punten 18-19.

Zeevatmonsters: punten 12-13-23.

2.1. Marsdiepgebied (zie fig. 4, 5 en 6).

2.1.1. Balgzand (Den Helder)

Montmorilloniet (fig. 6)

De punten 14 en 17 zijn, qua montmorillonietgehalte bijna gelijk. Punt 14 zou zelfs iets hoger kunnen zijn. Dit is dus in tegenspraak met een eventueel te veronderstellen selectiemechanisme. Er is hier echter een bijkomstigheid. Punt 14 ligt bij de sluizen van het Balgzandkanaal. Een lagere saliniteit daar te veronderstellen lijkt logisch. Montmorilloniet zou daar dus minder uitgevlokt moeten zijn, daardoor kleiner oftewel meer langzaam bezinkend. Uit het laboratorium is bekend dat de bezinkingssnelheid van montmorilloniet sneller afneemt dan die van de andere kleimineralen, bij een lager wordend zoutgehalte (zie fig. 14). Dit te meer zou een reden zijn om er een lagere montmorillonietconcentratie te verwachten. De langzaamst bezinkende deeltjes zouden het verst getransporteerd kunnen worden. Punt 23, als zeevatmonster beschouwend, d.w.z. een monster minimaal beïnvloed door diverse mechanismen en processen, vergelijken we nu met punt 17. Bij selectie zou punt 17 zeker aangerijkt kunnen zijn ten op zichte van punt 23. De verschillen tussen beide zijn echter niet overtuigend. Zetten we de drie genoemde monsters op een rij, met aflopend montmorillonietgehalte, dan zien we geen reden tot aanname van een selectie proces binnen dit stroomgebiedje: 14-17-23.

Kaolinite (fig. 4)

Nu is er wel verschil te maken tussen punt 14 en 17. Punt 17 heeft een hoger gehalte. Toch zegt dit nog niet zoveel als we punt 23 hierbij betrekken, dit percentage valt tussen de beide monsters in. Een uitspraak op grond van deze gegevens, over selectie, is dus niet ten gunste van deze theorie.

2.1.2. Balgzand (Amsteldiep)

Montmorilloniet (fig. 6)

Als we punt 1 even buiten beschouwing laten, dan zien we een toename in montmorilloniet van punt 2 naar de punten 15 en 16. Punt 1 heeft echter hogere piekhoogte en piekoppervlakte percentages dan punt 2. Het is echter mogelijk dat punt 1 een oude klei is, welke nu geërodeerd wordt. De diepte waarop het monster is genomen (7,5 m), is daar een aanwijzing voor evenals de locatie van het punt (er wordt daar niet zo rustige stroming verwacht). Opvallend is verder het vrij grote verschil tussen punt 15 en 16. Punt 23 lijkt veel op de punten 1 en 15, je zou echter verwachten dat punt 23 meer op punt 1 zou lijken en niet op punt 15 (hierbij een selectiemechanisme in het achterhoofd). Als punt 1 inderdaad een oudere klei is dan vervalt elke aanname omtrent een selectie-proces, want punt 23 en punt 2 zouden dan het meest op elkaar moeten lijken.

Ook uit deze gegevens blijkt geen reden te vinden om WHITEHOUSE, JEFFREY & DEBBRECHT (1960) in zijn theorie bij te vallen, wat betreft de situatie in de Waddenzee.

Kaoliniet (fig. 4)

Hier kan men op grond van de piekhoogte percentages en ook wel op grond van de piekoppervlakte percentages (helemaal als punt 1 geen recent materiaal is) een duidelijke afname in de kaoliniet constateren van punt 1 naar de punten 15 en 16.

Als de kaoliniet erg weinig organische stof adsorbeert en daardoor langzamer bezinkt dan de andere kleimineralen (omdat deze meer organische stof adsorberen) is dit zeker een aanwijzing voor een selectie mechanisme. Men moet echter niet denken aan puur kaolinietvlokken met weinig organisch materiaal. In elke vlok zit een percentage van elk der 4 hoofdkleimineralen (montmorilloniet, kaoliniet, illiet en chloriet). Onder een kaolinietvlok moet daarom verstaan worden een monster met een hoger percentage kaoliniet en daardoor een lager percentage organische stof.

2.1.3. Afsluitdijk

Montmorilloniet (fig. 6)

Dit stroomgebied bestaat uit 3 deelstroomgebieden, zoals bij de hoofddeling al is aangegeven. Punt 3 is in de Waddenzee het minst getransporteerd, daarna volgen de punten 4 en 5, de langste weg is afgelegd door de punten 6 en 7. Langs de Afsluitdijk is een duidelijke

afname te constateren in de montmorilloniet percentages.

Dit zou kunnen komen doordat de montmorilloniet inderdaad veel organische stof adsorbeert en daardoor eerder zou kunnen bezinken dan de illiet en de kaoliniet. Dat hier een selectiemechanisme aanwezig is ligt voor de hand. De vraag is echter wat daar de oorzaak van is. Gaat het hier om een algemeen principe of om een lokaal mechanisme, te wijten aan saliniteit of organische stof of aan omvorming van de mineralen of iets anders.

Misschien is er ook alken iets aan de hand bij de punten 6 en 7. Tenslotte verschillen de andere 3 punten niet zoveel en lijken deze nog veel op punt 23 (het blijft trouwens de vraag of punt 23 wel een redelijke indicator is voor weinig gestoord materiaal).

Kaoliniet (fig. 4)

Voor de kaoliniet geldt een toename van west naar oost langs de Afsluitdijk (precies omgedraaid met de montmorilloniet).

Alleen punt 3 (piekhoogte percentage) valt buiten deze reeks. Desalniettemin blijft bovenstaande correct. Onder het hoofdje montmorilloniet zijn al enkele mogelijkheden gegeven, die een eventuele oorzaak zou kunnen zijn voor deze toename in kaoliniet en de afname in montmorilloniet.

2.2. Vliestroomgebied

Montmorilloniet (fig. 9)

Punt 8 en 9 (eigenlijk verschillende watermassa's) zijn vrijwel gelijk, dit waarschijnlijk omdat zij ongeveer een even lange weg hebben afgelegd. Hun concentratie montmorilloniet scheelt ook niet veel van het "zeegat" punt 12. Punt 10 heeft lagere percentages montmorilloniet dan punt 8 en 9. De percentages van punt 22 zijn echter weer hoger dan de twee laatst genoemde punten. Kortom over één of andere selectie valt hier niets te zeggen.

Kaoliniet (fig. 7)

Voor de kaoliniet geldt hetzelfde als voor de montmorilloniet. Punt 8 en 9 lijken veel op elkaar. Punt 10 heeft een hoger percentage als deze twee, punt 22 zit daaronder. Punt 12 verschilt nu meer van 8 en 9, ze lijkt er echter nog steeds meer op als op de andere twee punten.

2.3. Borndiepgebied

Montmorilloniet (fig. 9)

Ook hier worden 2 deelstroomgebiedjes (18-19/20-21) tegelijk behandeld

De percentages van 18 en 21 zijn lager dan de percentages bij 19 en 20 dit past keurig bij een te veronderstellen selectie mechanisme, dat de montmorilloniet-rijke vlokken het meest landinwaarts zouden afzetten. Het is echter niet in overeenstemming met de eerder gevonden selectie langs de Afsluitdijk.

Kaoliniet (fig. 7)

Punt 19 bevat een hoger percentage kaoliniet dan de andere punten. Een conclusie hierop baseren lijkt onzinnig.

2.4. "De Zeegaten"

Dit hoofdje staat tussen aanhalingstekens, omdat het de vraag is of de hieronder vallende punten inderdaad het materiaal dat de zeegaten binnenkomt weergeven.

Montmorilloniet

Monster	Piekhoogte	Piekopp.	De enige conclusie uit nevenstaande
12	24	66	getallen is dat de percentages van
13	25	67	binnenkomend water gelijk zijn, of
23	25	67	anders de percentages van kort bij de wadden getransporteerd sediment gelijk zijn.

Kaoliniet

Monster	Piekhoogte	Piekopp.	Deze percentages zijn duidelijk
12	16,1	7,1	minder gelijk dan bij de montmorilloniet. Ze vertellen ons echter weinig.
13	18,1	7,8	Als er selectief transport zou zijn (direct selectief transport of in-
23	16,6	6,0	

direct, doordat er in het Marsdiep veel van een bepaald kleimineraal achterblijft), dan zou het percentage bij 23 het hoogst moeten zijn. Dit is niet zo, voorlopig lijken conclusies daarover nog niet betrouwbaar genoeg.

2.5. Rijnmonster

Ter vergelijking werd ook een monster uit de Nieuwe Waterweg geanalyseerd. In vergelijking met de Waddenzeemonsters heeft dit monster een erg hoog montmorilloniet percentage. Zie ook fig. 15. Met kaoliniet ligt de vergelijking moeilijker. Het piekhoogte percentage geeft een vrij hoge waarde, wat echter ook wel voorkomt in de Waddenzee. Het piek oppervlakte percentage geeft echter een bijzonder laag gehalte, lager dan er in de Waddenzee voorkomt. Het monster is echter duidelijk anders dan de rest.

Monster	Piekhoogte	Piekopp.	
24	45	78	montmor.
	21	4,5	kaoliniet

2.6. Gemiddelden per stroomgebied en per deelstroomgebied

	Piekhoogte	Piekopp.
<u>Marsdiepgebied</u>		
kaoliniet	18	7
illiet	48	22
montmorilloniet	23	66
Vliestroomgebied		
kaoliniet	15	7
illiet	50	23
montmorilloniet	25	66
Borndiepgebied		
kaoliniet	15	6
illiet	46	21
montmorilloniet	29	69

De gemiddelden over de stroomgebieden schelen haast niets, ze lijken ook erg op de "zeegat" monsters. Mischien was de aanname dat deze monsters het binnenkomende materiaal weergaven niet zo gek.

Van west naar oost vindt volgens deze gegevens althans geen selectie plaats. Op deelstroomgebied zijn echter wel verschillen te vinden, zoals blijkt uit het volgende:

	piekhoogte	piekopp.
<u>Balgzand, Den Helder</u>		
kaoliniet	16	6
illiet	47	19
montmorilloniet	28	70
Balgzand, Amsteldiep		
kaoliniet	17	8
illiet	47	21
montmorilloniet	24	67
Afsluitdijk		
kaoliniet	19	8
illiet	50	24
montmorilloniet	20	64

De verschillen zijn hier wat sterker. Hoewel ze ook niet overschat moeten worden. Vergelijken met veel ander materiaal is dit alles vrij homogeen, dit kan ook voor een groot deel komen doordat we hier gemiddelden gebruiken.

3. De kristaliniteit van de montmorilloniet

Uit de diagrammen van de met glycerol behandelde poreuze plaatjes kan het één en ander over de kristaliniteit van de montmorilloniet gezegd worden (zie Tabel III en figs 13 en 17). Opvallend is het totaal ander beeld dat nu verkregen wordt.

Kristaliniteit per stroomgebied:

	goed	matig	slecht
Marsdiepgebied	33%	50%	17%
Vliestroomgebied	60%	20%	20%
Borndiepgebied	0%	0%	100%

Het is moeilijk om iets over een verloop van west naar oost te zeggen. Daarom doen we dat maar niet.

De gevonden verschillen in de montmorillonietpiek zouden misschien ook veroorzaakt kunnen worden door onregelmatige interlayering van bijvoorbeeld Fe en/of Al, al of niet met organische stof.

4. Mineralogische groepen

Tot nu toe werd er steeds gekeken naar 1 van de kleimineralen, hier volgen nu enige opmerkingen over kleigroepen.

De figs 10, 11 en 12 laten de groepen op respectievelijk hun piekhoogte, piekoppervlakte en de som van beide zien. In Tabel IV, V en VI staan de bijbehorende cijfers en indeling. Er zijn enkele uitgesproken groepen te bemerken, het maakt echter uit of je de piekhoogte of de piekoppervlakte neemt.

Over het geheel genomen valt er niet veel uit deze benaderingswijze te halen. Doordat alle percentages aan elkaar gekoppeld zijn (percentages!) is niet te zien welk mineraal nu afneemt en welke twee of welk daardoor nu stijgen. Het komt er op neer dat er toch gekeken gaat worden naar één van de drie mineralen. Bijvoorbeeld op fig. 11 is langs de Afsluitdijk een duidelijke opeenvolging van type I, via type III naar type II, ofwel: $ka\text{/}chlo\text{:}ill\text{:}mont = L:L:H - M:M:M - H:H:L$. De onderlinge afhankelijkheid komt hier duidelijk uit en geeft geen beter beeld dan al verkregen was.

V. DISCUSSIE

1. Discussie van de resultaten

Uit 4 is te concluderen, dat alleen met behulp van de gemiddelden wat te zeggen is over eventuele sortering. De drie grote stroomgebieden vertonen een ongeveer gelijke samenstelling (gelijke gemiddelden).

Op grond van dit gegeven is het niet vreemd om te veronderstellen

dat elk gebied materiaal van dezelfde samenstelling krijgt. Verder blijkt met name uit het Marsdiepgebied, dat er toch op meer gedetailleerd gebied wel verschillen zijn (op deelstroomgebiedjes). Ook dan moeten er gemiddelden genomen worden, er blijken namelijk flinke verschillen mogelijk. Dat die verschillen soms bijzonder extreem kunnen zijn blijkt uit een monster (vlakbij punt 18) genomen door DUURSMA & EISMA (1973) met samenstelling:

Illiet	Mica	Chloriet	Mont	Kao	Quartz	Cal.	Feldspar	mineraal-
-	10	9	-	15	45	12	9	percentage

Bij deze beschouwing moet dus zeker in het achterhoofd gehouden worden dat ook de gemiddelden (vooral voor de deelstroomgebieden) misschien niet representatief zijn.

Zoals al te lezen viel is er een afname van montmorilloniet naar het oosten toe (in het Marsdiep) en een toename in kaoliniet in die richting. Als we hierbij het gegeven voegen, dat de Waddenzee bijzonder rijk is aan organische stof, dan is de volgende veronderstelling niet onlogisch.

Met de Reststroom komt een kleiyolk de Waddenzee binnen. Twee duidelijke veranderingen treden op: de saliniteit neemt af en de organische stof neemt toe. Vooral ten aanzien van montmorilloniet kunnen nu verschillende dingen gebeuren zoals: montmorilloniet kan meer dispers worden. Montmorilloniet reageert anders op verschillen in zoutgehalte dan de andere kleimineralen (zie fig. 14). Het valt te verwachten dat alleen de montmorilloniet reageert op de verlaging in saliniteit. Dit zou tot gevolg hebben dat de bezinkingssnelheid van de montmorilloniet lager wordt, doordat de vlokken uiteenvallen in kleinere deeltjes. Naarmate de vlokken verder Waddenzee inwaarts worden gebracht, worden de vlokken kleiner (doordat het Marsdiepgebied steeds zoeter wordt waddeninwaarts). Misschien worden deze vlokken zo klein dat ze niet meer bezinken in de wadden.

Deze theorie zou aardig de gevonden resultaten kunnen beschrijven, de montmorilloniet neemt tenslotte af waddeninwaarts.

Er zou ook iets geheel anders kunnen gebeuren. Montmorilloniet heeft een veel grotere opnamecapaciteit ten aanzien van organische stof dan illiet en kaoliniet. Het is mogelijk dat de montmorilloniet, zodra ze de wadden binnenkomt, veel organische stof adsorbeert. Dit heeft tot gevolg dat vlokken met veel montmorilloniet veel organische stof zullen bevatten. Hoe meer montmorilloniet hoe groter de deeltjes, des te groter de bezinkingssnelheid. Dit zou dus ook onze waarneming, dat de montmorilloniet afneemt in het Marsdiep van west naar oost, kunnen verklaren. De zwaarste deeltjes zullen namelijk het eerst bezinken.

Een samenspel van de beide bovengenoemde theoriën is natuurlijk ook mogelijk. Hoe dit er echter uit moet gaan zien wordt wel erg wazig en lijkt alsnog niet verstandig nu te beschrijven.

Ten nadele van het eerste pleiten twee dingen. Dit is ten eerste dat in de andere stroomgebieden, die onderzocht werden, geen correlatie te vinden is met de saliniteit (deze is daar vrij constant). Er worden daar ook redelijk grote verschillen gevonden. Daarnaast is het de vraag of de genoemde processen de verschillen wel dekken, want enige gegevens zelf over de grote orde zijn er niet. Behalve dit is het ook nog de vraag of de monsterpunten wel een representatief beeld weergeven.

Ten voordele van de tweede theorie pleit, dat bij het vacuüm onderzoek van de monsters bleek dat de organische stof waarschijnlijk verantwoordelijk is voor de optredende blokkatie. Dit duidt dan al op een actieve rol van de organische stof. Het blijft wel de vraag of deze blokkatie al niet opgetreden is voordat het materiaal de wadden binnentreedt. Hiertegen zijn pas twee resultaat(jes) te noemen: de Noordzee monsters onderzocht door DE LANGE (1976) en het in dit onderzoekje geanalyseerde Rijnmonster. Hierbij moet echter wel vermeld worden dat de Noordzeemonsters niet uit de kustzone komen, en het de vraag is of de hoeveelheid slib door de Rijn in zee gebracht wel een reëel deel is van het slib in de wadden.

Er is echter nog een andere benadering mogelijk. Stel, we zeggen dat de verschillen in het Balgzand (het Den Helder-gebied en het Amsteldiep-gebied) niet van die aard zijn dat ze werkelijk te onderscheiden zijn. We kunnen dan het Marsdiepgebied opsplitsen in twee delen: Balgzandgebied en Afsluitdijkgebied.

Er zijn nu veel meer veronderstellingen mogelijk, die de oorzaak van de gevonden verschillen, zouden kunnen verklaren zoals: omzetting van kleimineralen in andere kleimineralen (bijv. montmorilloniet in illiet) of verschillen in Fe-concentratie, verschillen in organische stof (d.w.z. de organische stof komend uit het IJsselmeer kan van andere samenstelling zijn als de organische stof die de Waddenzee binnenkomt via het Marsdiep).

Uit dit alles mag echter niet de conclusie getrokken worden dat selectief transport en/of sedimentatie nooit voor zouden komen. In de Waddenzee is het alleen niet waarschijnlijk, de verschillen die voorkomen worden waarschijnlijk niet veroorzaakt door mechanismen zoals door WHITEHOUSE, JEFFREY & DEBBERECHT (1960) werd verondersteld. Wel is dit het geval bij bijvoorbeeld de Guyaanse kust, waar duidelijk differentiële settling te vinden is. Vanaf de Amazone tot de Essequibo neemt de

hoeveelheid zwellende mineralen (montmorillonieten) toe, de kaoliniet neemt af (zie PORRENGA, vernoemd in EISMA & VAN DER MAREL, 1971).

2. Discussie rond de procesgang

Hoe moet nu een totaal beeld van de procesgang eruit zien. Uit de bestudeerde literatuur is onderstaand beeld te verkrijgen.

Met de rivieren mee en uit oude geërodeerde kleien komt fijn materiaal vrij. Dit materiaal komt in suspensie, voor beide gebeurt dit echter anders.

Riviermateriaal.-Als de saliniteit van het rivierwater eindelijk gaat stijgen bij menging van zout water, worden de fijne deeltjes onstabiel. De kleinste deeltjes (relatief het grootste oppervlak) zullen het eerste reageren en flocculeren, d.w.z. met andere onstabiele deeltjes een fysisch-chemische eenheid of eigenlijk aggregaat vormen. De grotere deeltjes (met lagere oppervlakte activiteit, althans relatief), zullen zich naderhand hechten aan de aggregaatjes van kleinere deeltjes. Dit proces stopt als de uitzaksnelheid van de grootste vlokken gelijk wordt aan de uitzaksnelheid van de kleinste niet uitgevlokte deeltjes (KRANCK, 1975).

Oude mariene kleien.-Het is de vraag of deze geërodeerde kleien ook zo reageren. Tenslotte kennen we klei-pebbles, misschien komen er dus geen vlokken van deze kleien maar fysische eenheden als pebbles of korrels. ANDERSON (1975) vindt bijvoorbeeld dat sediment opgewerkt door bootgolven in eenheden van 60 tot 200 μ weer sedimenteert.

Het is natuurlijk wel de vraag of een getijstroom dezelfde werking heeft als een bootgolf. Met name het werk van GOSSE (1976) wijst er op dat dit toch twee verschillende dingen zijn. Hoe zouden de kleikorrels zover getransporteerd kunnen worden en in suspensie blijven van de Zeewse Banken tot in de Waddenzee. POSTMA (1961) berekende de grootte van de deeltjes op gemiddeld 8 μ . In Engeland (Kanaalzone) wordt de diameter nu ook op gemiddeld 8 μ geschat (EISMA, 1976, personal communication).

Vooraf dit laatste is van belang, de Engelse kleine fractie wordt ook verondersteld van geërodeerd materiaal te komen (EISMA, 1976). Belangrijk is ook de gevonden piek in korrelgrootte tussen 6 en 11 μ in gesuspendeerd materiaal in de Nederlandse en Engelse kustzone. Dit alles wijst duidelijk niet op vervoer in de vorm van pellets of korrels, bovendien is door microscopische waarnemingen bevestigd dat het om aggregaatjes gaat (EISMA, 1976). De getijstroom weten dus de klei-sedimenten weer te flocculeren.

Aangenomen dat bovenstaande theoriën waar zijn, dan stroomt er langs de Nederlandse kust een stroming met aggregaten in suspensie. Deze aggregaten hebben een diameter tussen de 6 en 11 μ . Dit random verdeeld materiaal, qua mineralogische samenstelling althans, komt de wadden binnen en blijft daar voor een deel door de accumulatieprocessen. Dit gevangen materiaal wordt nu door de diverse meer locale processen meer of minder uitgeselecteerd. Deze mechanismen zijn dus gesuperponeerd op het accumulatieproces. Wat voor soort locale processen dit zouden kunnen zijn is al eerder ter sprake gekomen.

VI. CONCLUSIES

(1) De samenstelling van de kleimonsters genomen in de Waddenzee (uit het Marsdiepgebied, Vliestroomgebied en Borndiepgebied) verschillen niet wat betreft de gemiddelde samenstelling per stroomgebied. Dit betekent dat langs de waddeneilanden (van west naar oost) geen verschillen optreden van stroomgebied tot stroomgebied.

(2) Binnen de stroomgebieden treden wel verschillen op. Over de oorzaak hiervan is nog geen definitieve uitspraak te doen, enkele suggesties werden wel gegeven.

(3) De Waddenzee monsters vertonen, dit als verschil met Noordzeemonsters en een Rijnmonster, geen verandering als zij onder vacuum condities met röntgenstralen bestudeerd worden. Vermoedelijk is de oorzaak hiervan blokkatie door organische stof.

(4) De Waddenzee monsters vertonen aanzienlijke verschillen met het Rijnmonster. Het is overduidelijk dat het Waddenzeemateriaal geen puur Rijnmateriaal is.

VII. LITERATUUR

- ANDERSON, F.E., 1976. Rapid settling rates observed in sediments resuspended by boat waves over a tidal flat.--Neth. J. Sea Res. 10 (1): 44-58.
- DUURSMA, E.K. & D. EISMA, 1973. Theoretical, experimental and field studies concerning reactions of radioisotopes with sediments and suspended particles of the sea. Part C: Applications to field studies.--Neth. J. Sea Res. 6 (3): 265-324.
- ECK, B.van, 1974. Onderzoek naar het gedrag van koper, zink, mangaan en ijzer in de westelijke Waddenzee. Intern Verslag Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel 1974-12 (mimeo).
- EISMA, D., 1976. Deeltjesgrootte van dood gesuspenseerd materiaal in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee. Intern Verslag Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel 1976-19 (mimeo).

- EISMA, D. & H.W. VAN DER MAREL, 1971. Marine muds along the Guyana Coast and their origin from the Amazon basin.--Contr. Miner. Petrol. 31: 321-334.
- FAVEJEE, J.Ch.L., 1951. The origin of the Waddenmud.--Meded. LandbHoogesch. Wageningen 51 (5).
- , 1960. On the origin of the mud deposits in the Ems-estuary.--Verh. K. ned. geol.-mijnb. Genoot. 19.
- GOSSE, J.G., 1976. Concentratieverdeling van zwevend sediment, oktober 1974-januari 1975. Rijkswaterstaat, Directie Waterhuishouding en Waterbeweging 76-FA-102.
- GROEN, P., 1967. On the residual transport of suspended matter by an alternating tidal current.--Neth. J. Sea Res. 3 (4): 564-574.
- GROOT, A.J. de, 1963. Mangan toestand van Nederlandse en Duitse Holocene sedimenten in verband met het slibtransport en bodemgenese.--Versl. landbouwk. Onderz. 1963.
- KRANCK, K., 1975. Sediment deposition from flocculated suspensions.--Sedimentology 22 (1) febr.
- LANGE, G.J. de, 1976. Röntgendiffractie aan kleimineralen van enkele Noordzeemonsters. Intern Verslag Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel 1976-6 (mimeo).
- POSTMA, H., 1954. Hydrography of the dutch Wadden Sea.--Archs néerl. Zool. 10 (4): 405-511 (thesis).
- , 1957. Balans van het slibtransport in de Nederlandse rivieren en langs de kust; chemische samenstelling van het slib. Intern Verslag Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel 1957-1 (mimeo).
- , 1962a. Transport and accumulation of suspended matter in the Dutch Wadden Sea.--Neth. J. Sea Res. 1: 148-191.
- , 1962b. Suspended matter and Secchi disc visibility in coastal waters.--Neth. J. Sea Res. 1: 359-391.
- , 1967. Sediment transport and sedimentation in estuarine environment. In: G.H. LAUFF. Estuaries. American Ass. for the Advancement of Science, Washington 83: 158-180.
- , 1969. Hydrologische problemen in estuariumgebieden. Voordracht Kon. Maatsch. voor Natuurkunde "Diligentia", 24 maart 1969, 's Gravenhage.
- STRAATEN, L.M.J.U. van, 1963. Aspects of Holocene sedimentation in the Netherlands.--Verh. K. ned. geol.-mijnb. Genoot. 21 (1): 149-172.

- STRAATEN, L.M.J.U. van & Ph.H. KUENEN, 1957. Accumulation of fine grain sediments in the Dutch Wadden Sea.--Geologie Mijnb. (NS) 19: 329-3
- TERWINDT, J.H.J., 1967. Mud transport in the Dutch Delta Area and along the adjacent coastline.--Neth. J. Sea Res. 3 (4): 505-531.
- WHITEHOUSE, U.G., L.M. JEFFREY & J.D. DEBBRECHT, 1960. Differential settling tendencies of clayminerals in saline waters. Proc. 7th Conf. Clay and Clayminerals: 1-79.
- WINKELMOLEN, A.M. & H.J. VEENSTRA, 1974. Size and shape sorting in a Dutch tidal inlet.--Sedimentology 21 (1) febr.

Tabel I

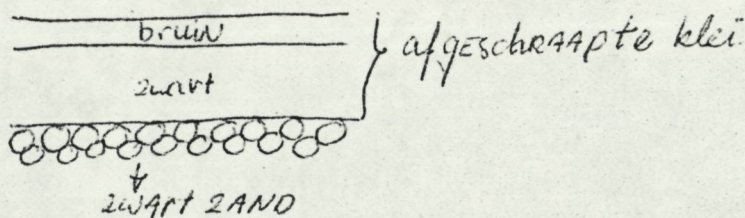
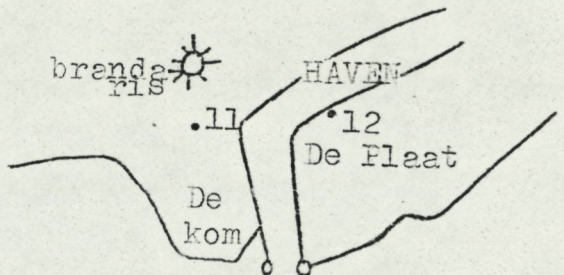
Monsterbeschrijving

- No 1, maandag 21 juni 1976. Begin Amsteldiep, kleur donker grijs, diepte 7-8 meter. Ook zand aanwezig, weinig schelpen. Tijd 9.00 uur.
- No 2, maandag 21 juni 1976. Amsteldiep, voorbij Breehoorn, kleur ~~zart~~ zwart, diepte 1,5 meter. Schelpen. Tijd 10.00 uur.
- No 3, maandag 21 juni 1976. Het zwin, boei 8, kleur grijs/zwart, diepte 2,5 meter. Weinig schelpen. Tijd 11.30.
- No 4, maandag 21 juni 1976. Het zwin, boei 12, kleur grijs/zwart, diepte 2,5 meter. Weinig schelpen. Tijd 12.00 uur.
- No 5, maandag 21 juni 1976. De Vlieter, bij boei 15, kleur grijs/zwart diepte 3,5 meter. Tijd 12.15.
- No 6, maandag 21 juni 1976. Breezanddijk, kleur grijs/zwart, diepte 4 meter. Tijd 12.45.
- No 7, maandag 21 juni 1976. Kornwerderzand, kleur grijs/zwart, diepte 2 meter. Wormen en schelpen. Tijd 13.30 uur.
- No 8, maandag 21 juni 1976. Kinswerd, kleur grijs/zwart, diepte 2,5 meter. Tijd 14.30 uur.
- No 9, maandag 21 juni 1976. Ropdazijsl, kleur grijs/zwart, diepte 3 meter. Schelpgruis. Tijd 15.15 uur.
- No 10, maandag 21 juni 1976. Vlakte van Oosterbierum, boei 9, kleur zwart/bruin, diepte 1,50 meter. Tijd ?
- Volgende monsters werden bovenwater genomen, met de hand.

No 11, dinsdag 22 juni 1976. Buitenhaven Westterschelling, kwelderrand, sterk doorworteld, kleur grijs/zwart.

No 12, dinsdag 22 juni 1976. Buitenhaven Westterschelling. Twee lagen een bruine laag 1 mm dik, daaronder grijs/zwarte klei.

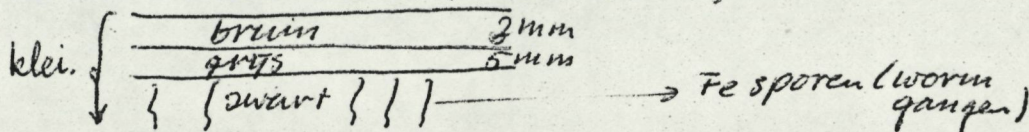
No 13, woensdag 23 juni 1976. Folder Bendorcht.



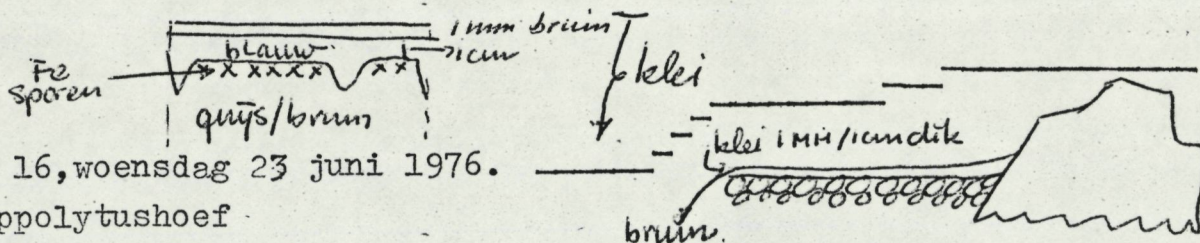
Tabel I (vervolg)

Monsterbeschrijving

No 14, woensdag 23 juni 1976. Sluizen Balgzandkanaal



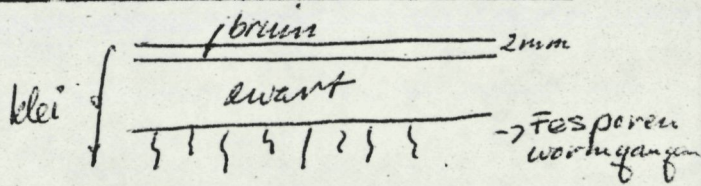
No 15, woensdag 23 juni 1976. Brug Balgzandkanaal-Amstelmeer.



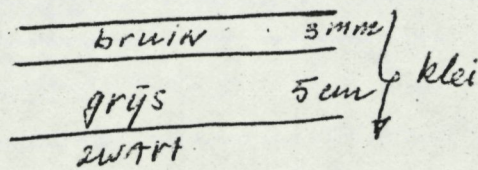
No 16, woensdag 23 juni 1976.

Hippolytushoef

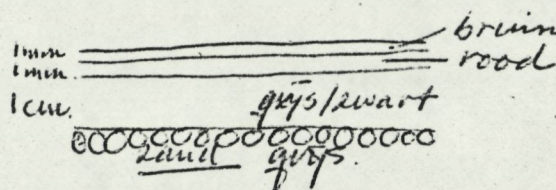
donderdag
No 17, ~~woensdag~~ 24 juni 1976.
Midden Balgzand kanaal.



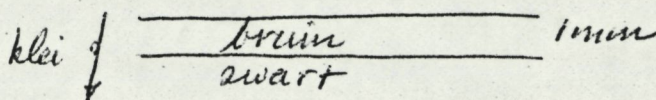
No 18, donderdag 24 juni 1976.
Steiger boot Ameland.



No 19, donderdag 24 juni 1976.
Kwelder Blija



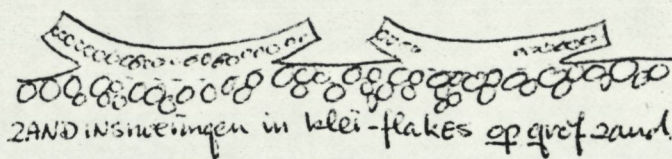
No 20, donderdag 24 juni 1976.
Kwelder Ferwerd.



No 21, ⁿdonderdag 24 juni 1976.
Kwelder Zwarte Haen.

profiel idem no 20.

No 22, donderdag 24 juni 1976.
St-Annaparochie strand.



No 23, vrijdag 25 juni 1976.

Kwelder Mokbaai. Sterke beworteling, kleur grijs/zwart.

Tabel II

Relatieve verhoudingen van de kleimineralen in de Waddenzee
uitgedrukt in piekhoogte en piekoppervlakte.

No	Piekhoogte %				Piekoppervlakte %			
	K	I	M	Cl	K	I	M	Cl
1	22	43	21	14	7	20	68	5
2	17	52	19	12	9	24	62	5
3	24	41	21	14	6	17	74	3
4	16	50	25	9	7	20	69	4
5	16	52	22	10	7	24	64	5
6	20	52	16	12	10	28	56	6
7	18	54	16	12	9	30	55	6
8	15	53	24	8	6	24	66	4
9	15	50	26	9	6	24	66	4
10	19	53	17	11	10	26	58	6
11								
12	16	51	24	9	7	23	66	4
13	18	47	25	10	8	21	67	4
14	16	47	28	9	6	17	73	4
15	16	49	25	10	7	24	64	5
16	14	44	34	8	6	17	73	4
17	16	46	28	10	7	21	68	4
18	14	48	29	9	6	25	65	4
19	16	47	27	10	7	20	68	5
20	14	43	35	8	5	18	74	3
21	15	49	28	8	6	21	70	3
22	13	44	34	9	5	16	75	4
23	17	50	25	8	6	24	67	3
24	21	22	45	12	4	15	78	3

Tabel III

Kristaliniteit van de met glycerol behandelde Montmorilloniet.

No	Slecht	Matig	Goed
1			x
2			x
3			x
4		x	
5		x	
6		x	
7			x
8			x
9			x
10			x
11			
12		x	
13		x	
14		x	
15		x	
16	x		
17		x	
18	x		
19	x		
20	x		
21	x		
22	x		
23	x		
24			x

Tabel IV

Indeling in mineralogische groepen naar piekhoogte (in %) volgens de laatste kolom in de tabellen.

No	M	I	K/Cl	
1	21	43	36	} mont: middel illiet: laag Ka/Cl: hoog
3	21	41	38	
2	19	52	29	} M: laag I: hoog K/Cl: middel
6	16	52	32	
7	16	54	30	
10	17	53	30	
4	25	50	25	} M: middel I: hoog K/Cl: laag
5	22	52	26	
8	24	53	23	
9	26	50	24	
12	24	51	25	
13	25	47	28	
15	25	49	26	
14	28	47	25	} M: middel I: middel K/Cl: laag
17	28	46	26	
18	29	48	23	
19	27	47	26	
21	28	49	23	
23	25	50	25	
16	34	44	22	} M: hoog I: laag K/Cl: laag
20	35	43	22	
22	34	44	22	
24	45	22	33	

Tabel V

Indeling in mineralogische groepen naar piekoppervlakte (in %) volgens de laatste kolom in de tabellen.

No	M	I	K/Cl			
1	68	20	12	}		
4	69	20	11			
5	64	24	12			M: middel
8	66	24	10			I: middel
9	66	24	10			K/Cl: middel
12	66	23	11			
13	67	21	12			
15	64	24	12			
17	68	21	11			
18	65	25	10			
19	68	20	12			
21	70	21	9			
23	67	24	9			
3	74	17	9	}		
14	73	17	10			M: hoog
16	73	17	10			I: laag
20	74	18	8			K/Cl: laag
22	75	16	9			
24	78	15	7			
2	62	24	14	}		
6	56	28	16			M: laag
7	55	30	15			I: hoog
10	58	26	16			K/Cl: hoog

Tabel VI

Indeling in mineralogische groepen naar piekoppervlakte en piekhoogte
(in %) volgens de laatste kolom in de tabellen.

No	M	I	K/Ci		
1	89	63	48	}	M: laag I: L/M/N K/Ci: hoog
2	81	76	43		
3	95	58	47		
6	72	80	48		
7	71	84	45		
10	75	89	46		
4	94	70	36	}	M: matig I: hoog K/Ci: L/M
5	86	76	38		
8	90	77	33		
9	92	74	34		
12	90	74	36		
15	89	73	38		
18	94	73	33		
23	92	74	34		
13	92	68	40	}	M: hoog I: middel K/Ci: L/M
14	101	64	35		
16	107	61	32		
17	96	67	37		
19	95	67	38		
20	109	61	30		
21	98	70	32		
22	109	60	31		
24	123	37	40		

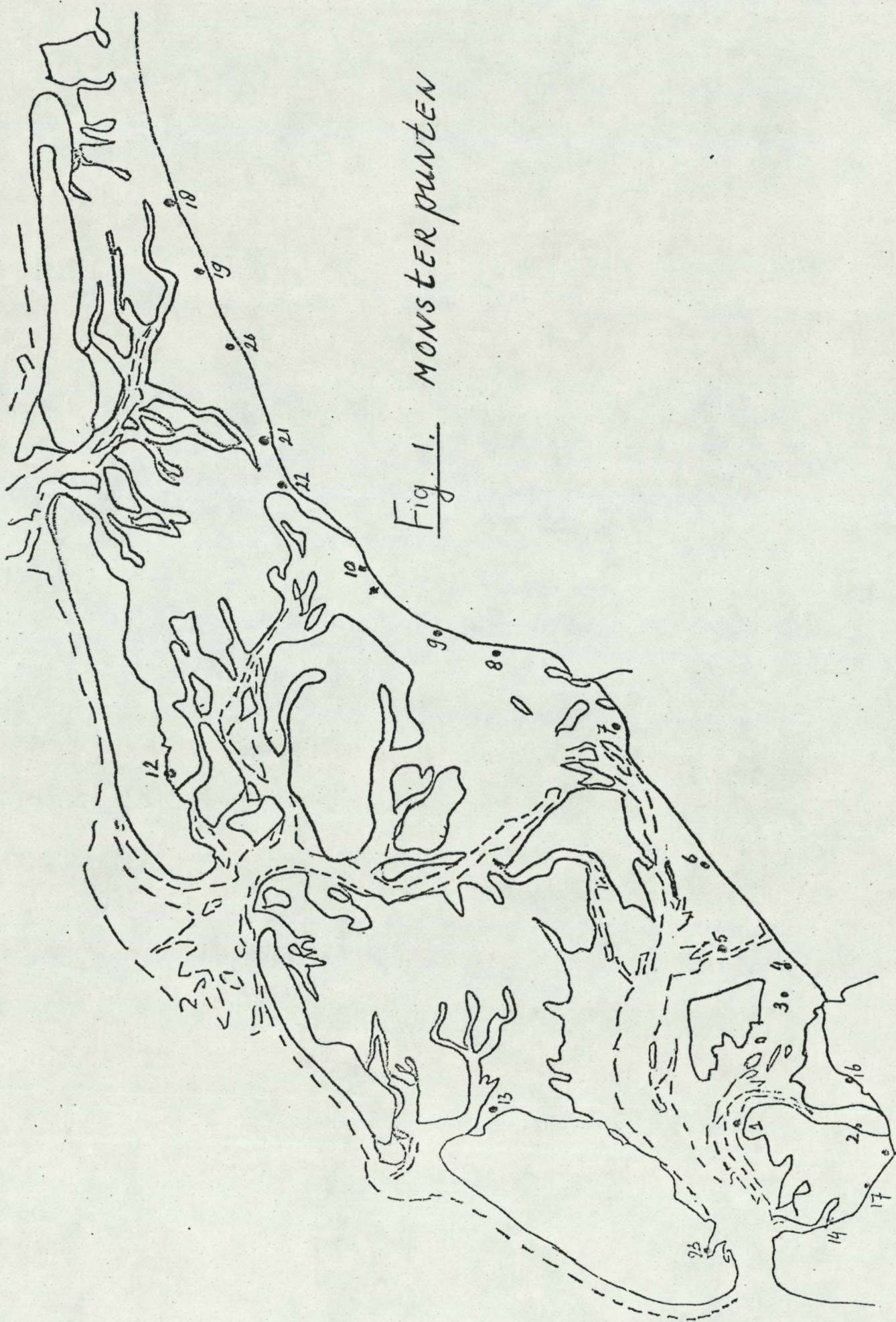


Fig. 1. MONSTER PUNTEN

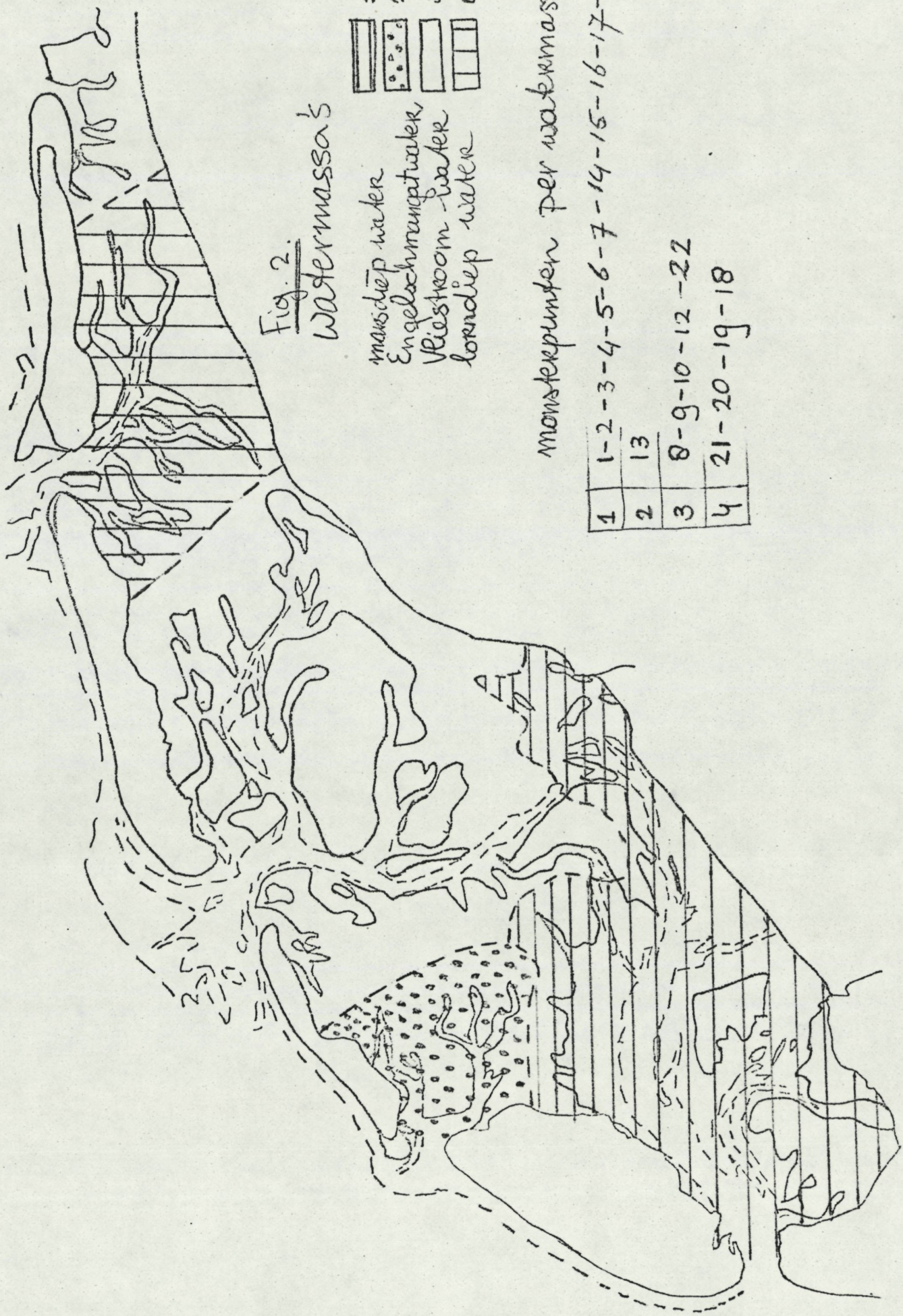


Fig. 2.
Watermassa's

- 1 mansdiep water
- 2 Engelochtingwater
- 3 Vliestroom-water
- 4 lorndiep water

monsterpunten per watermassa

1	1-2-3-4-5-6-7-14-15-16-17-23
2	13
3	8-9-10-12-22
4	21-20-19-18

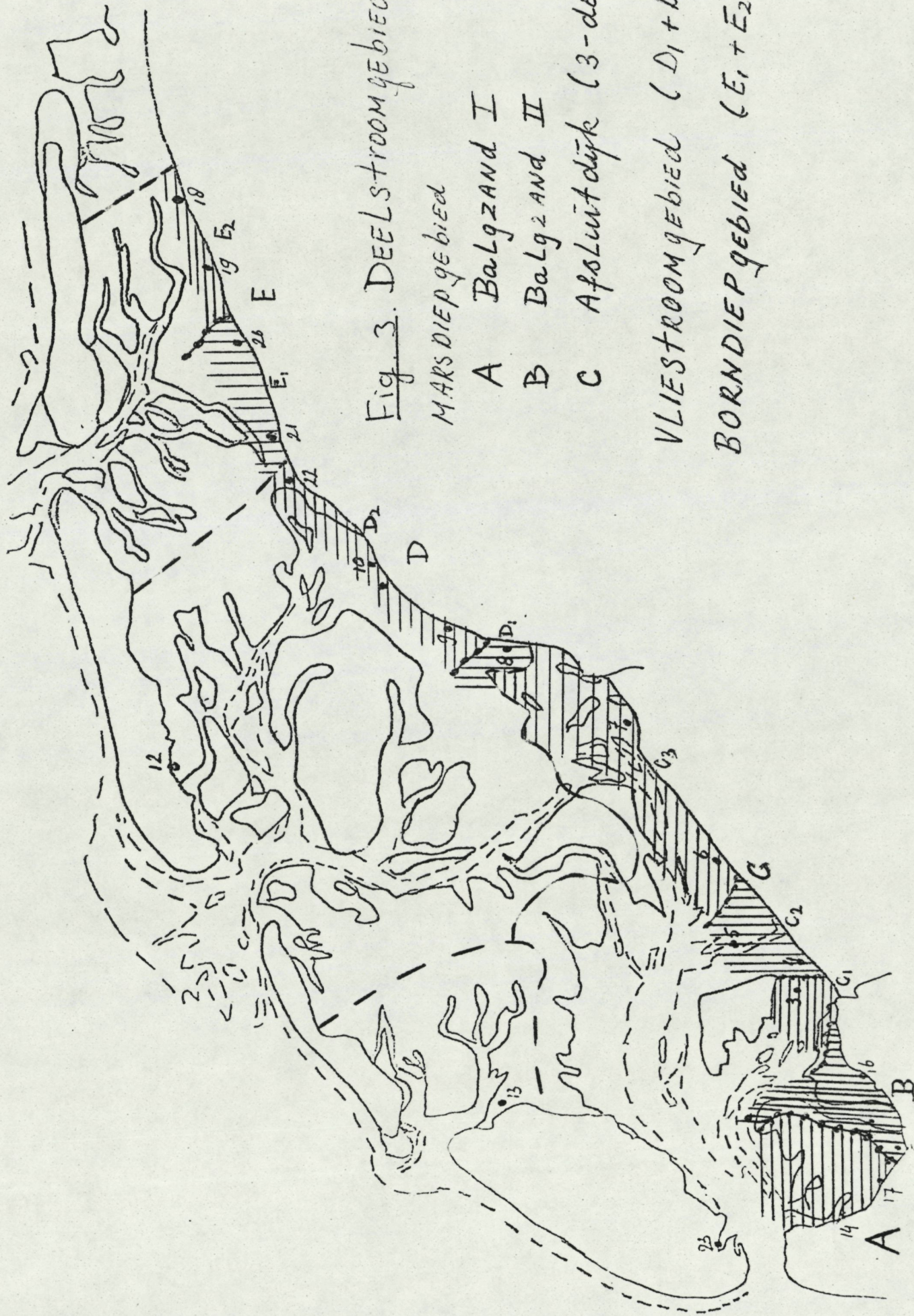


Fig. 3. DEELSTROOMGEBIEDEN

MARS DIEP gebied

A Balgzand I

B Balgzand II

C Afsluitdijk (3-delen)

VLIESTROOMGEBIED ($D_1 + D_2$)

BORNDIEP GEBIED ($E_1 + E_2$)

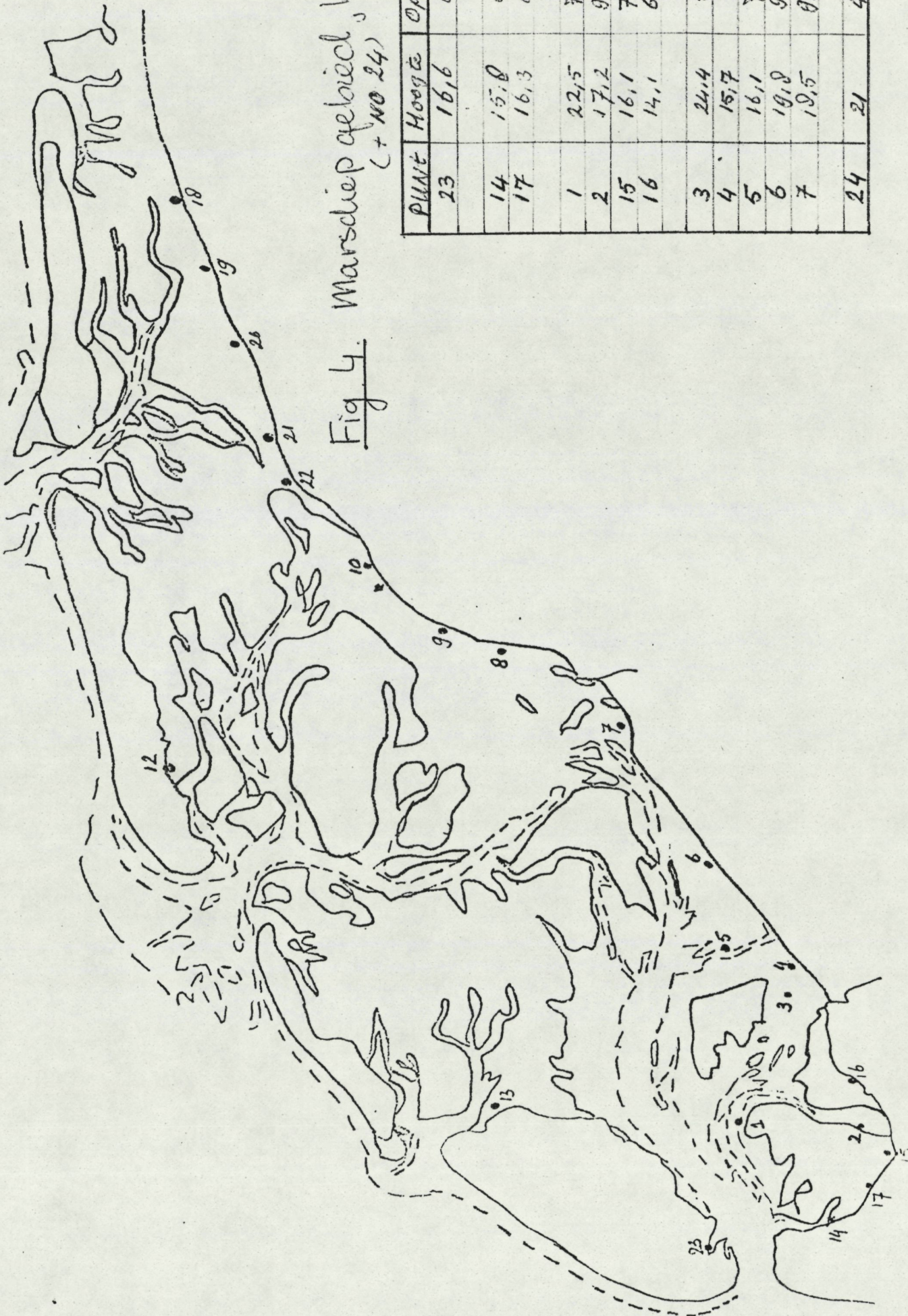


Fig 4. Marsdiep gebied, kaoliniet.
(+ NO 24)

PUNT	Hoogte	Opp
23	16,6	6,0
14	15,8	6,3
17	16,3	6,9
1	22,5	7,5
2	17,2	9,3
15	16,1	7,4
16	14,1	6,4
3	24,4	5,8
4	15,7	7,0
5	16,1	7,4
6	19,8	9,9
7	19,5	9,3
24	21	4,5

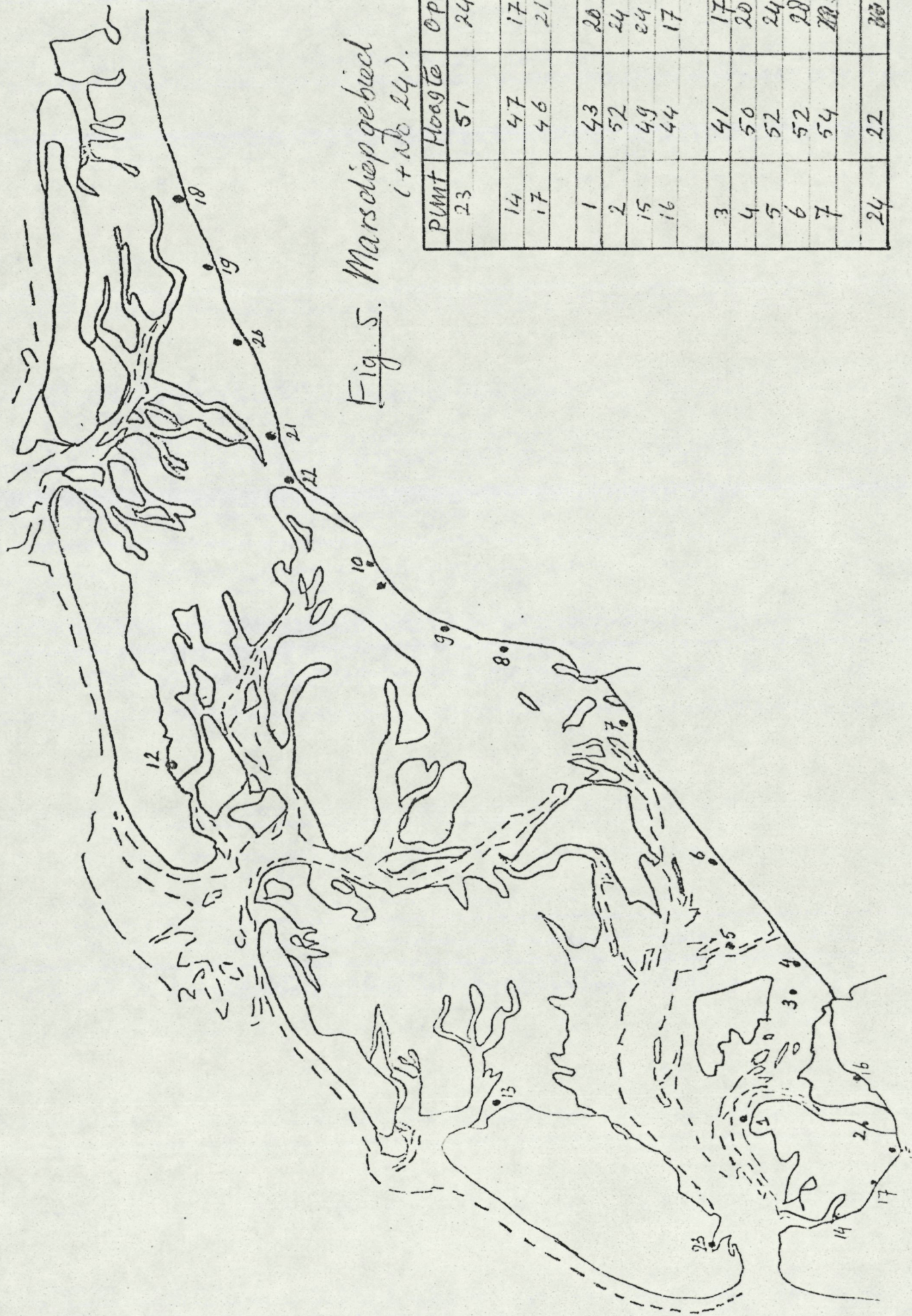


Fig. 5. Marsdiepgebied WUET
(+ no 24).

Punt	Hoogte	OPP
23	51	24
14	47	17
17	46	21
1	43	20
2	52	24
15	49	24
16	44	17
3	41	17
4	50	20
5	52	24
6	52	28
7	54	28 30
24	22	20 15

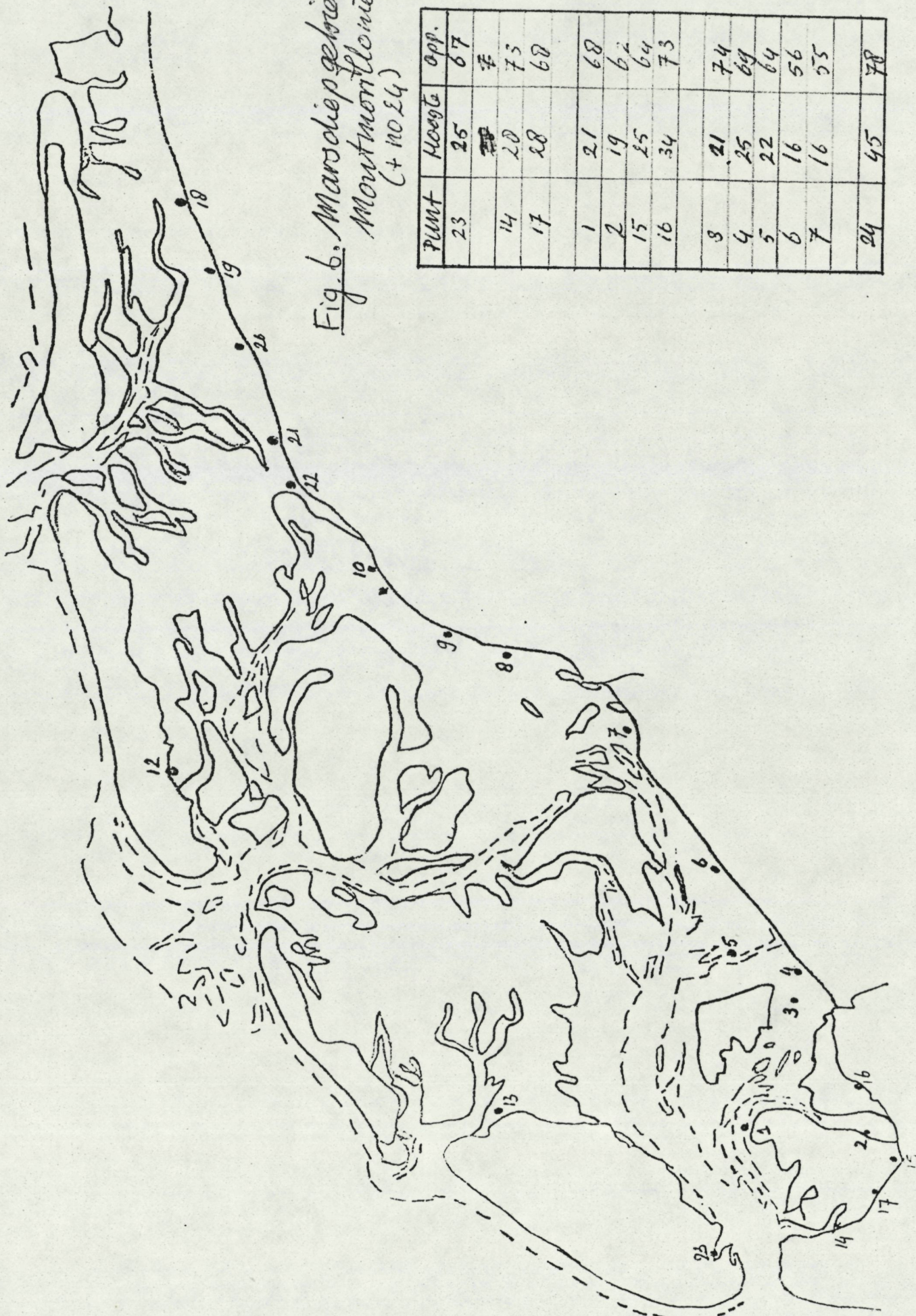


Fig. 6. Marsdiep gebied,
 Montmorillonet
 (+ 10.24)

Punt	Hoogte	opp.
23	25	67
14	20 20	7
17	28	73
1	21	68
2	19	62
15	25	64
16	34	73
3	21	74
4	25	69
5	22	64
6	16	56
7	16	55
24	45	78

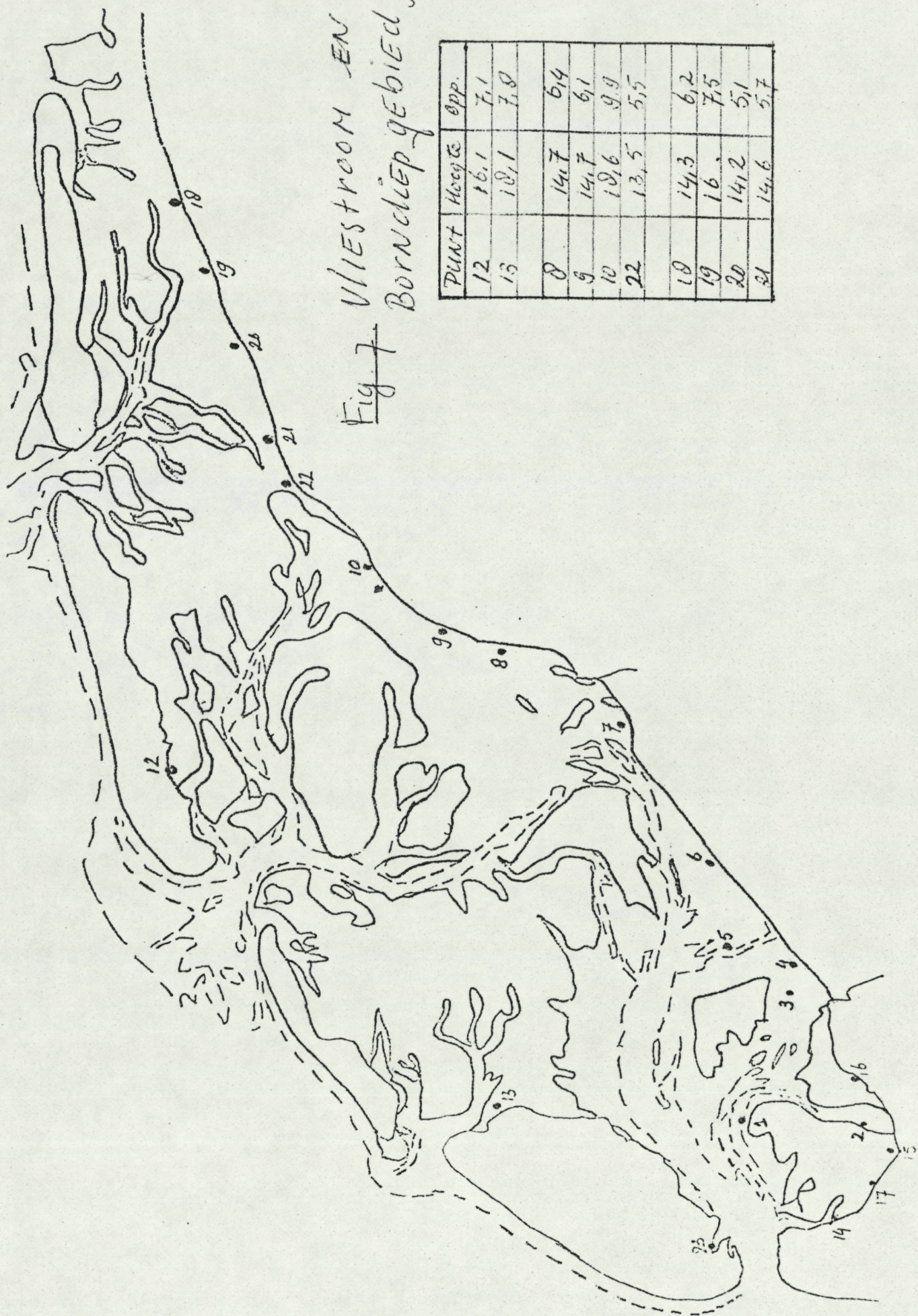


Fig. 7 Vliestroom EN " Born diep gebied, kaolinmet (+ NO 13)

PUNT	Hoogte	opp.
12	16,1	7,1
13	18,1	7,8
8	14,7	6,4
9	14,7	6,1
10	18,6	9,9
22	13,5	5,5
18	14,3	6,2
19	16	7,5
20	14,2	5,1
21	14,6	5,7

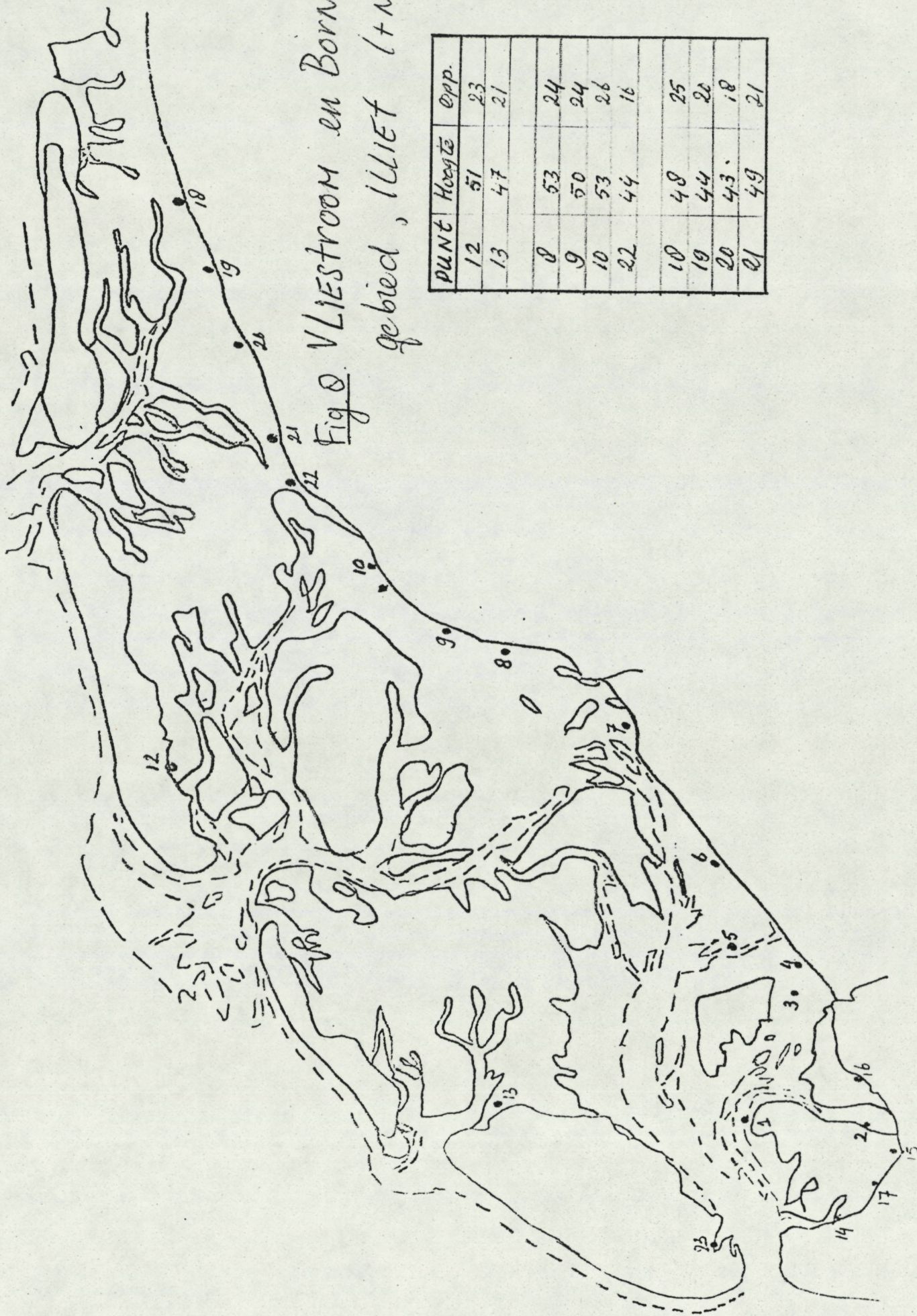


Fig. 8. VLIESTROOM en Borsdiep-
gebied, VLIET (+ no 13)

PUNT	Hoogte	Opp.
12	51	23
13	47	21
8	53	24
9	50	24
10	53	26
22	44	16
10	48	25
19	44	20
20	43	18
21	49	21

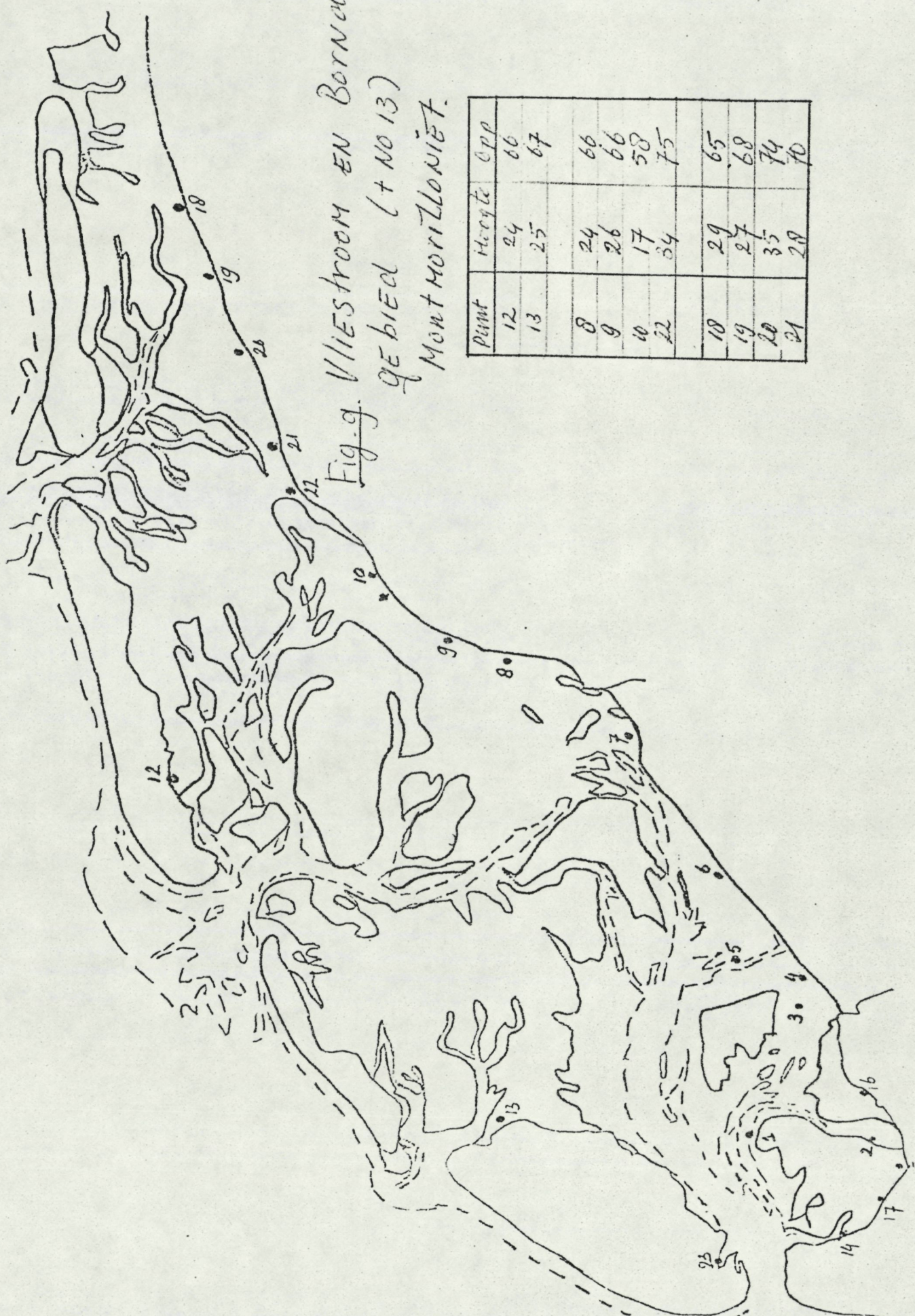


Fig. 9. Vliestroom en Borndiep -
gebied (+ No 13)
Mont Horizoniët.

Point	Hoogte	Opp
12	24	66
13	25	67
8	24	66
9	26	66
10	17	58
22	34	75
18	29	65
19	27	68
20	35	74
21	28	70

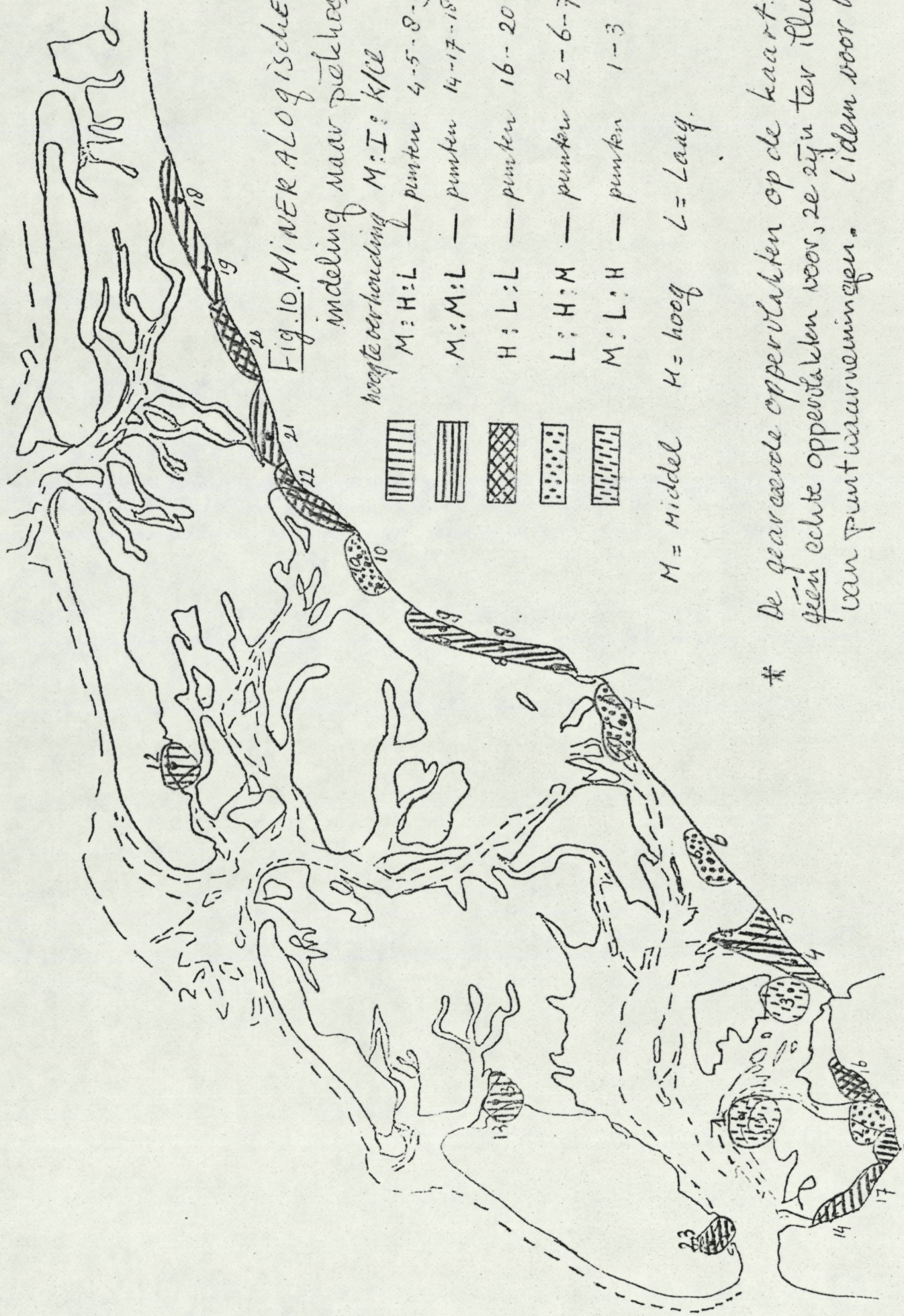


Fig. 10. MINERALOGISCHE GROEPEN.

indeling naar piekhoogte

hoogteverhouding M:I:K/L

- M: H: L — punten 4-5-8-9-12-13-15
- M: M: L — punten 14-17-18-19-21-23
- H: L: L — punten 16-20-22
- L: H: M — punten 2-6-7-10
- M: L: H — punten 1-3

M = Middel H = hoog L = Laag.

* De gearceerde oppervlakten op de kaart stellen geen echte oppervlakten voor, ze zijn ter illustratie van puntwaarnemingen. (idem voor bijlage 11-12)

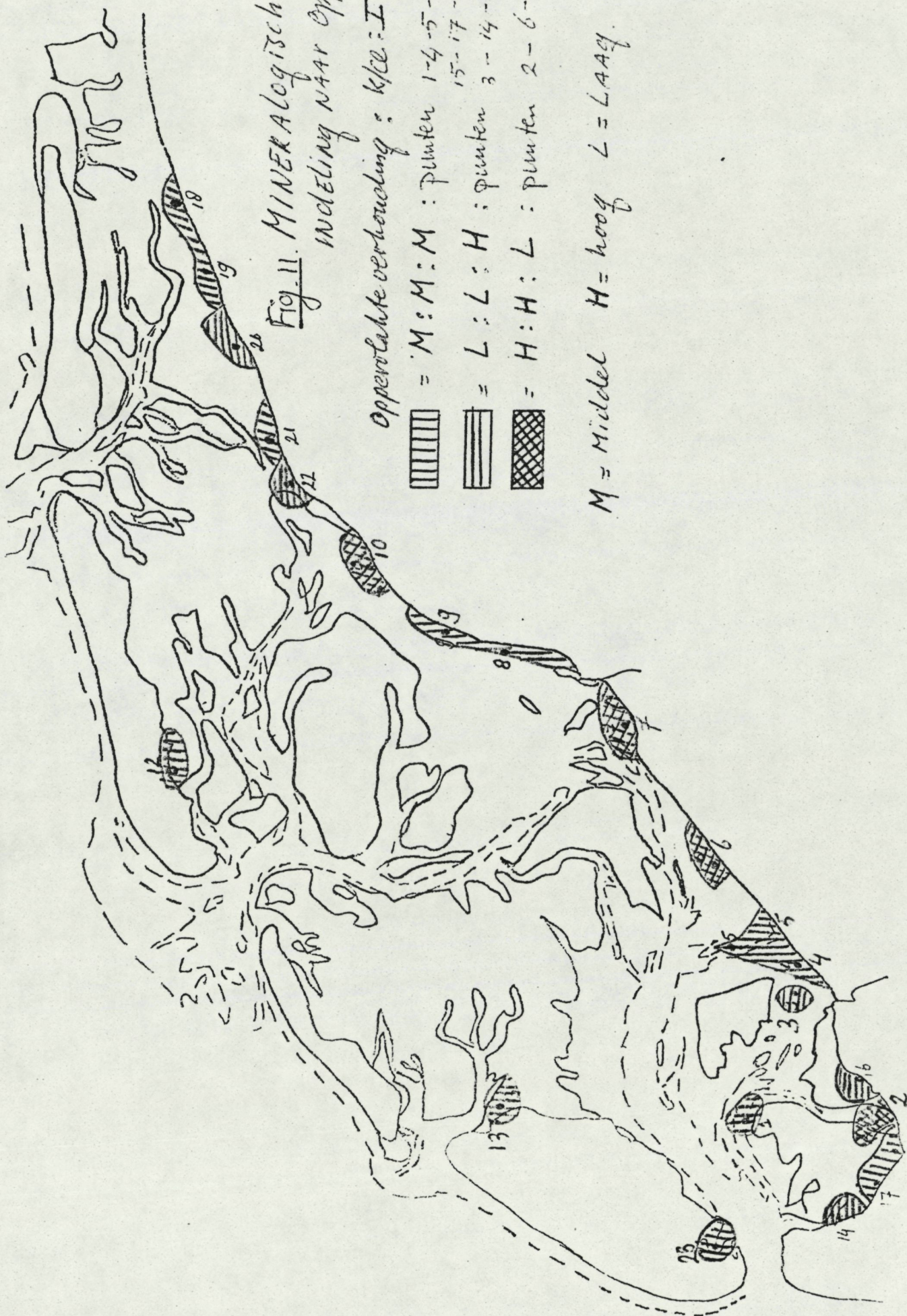


Fig. 11. MINERALOGISCHE GROEPEN
 INDELING NAAR OPPERVLAKTE.

Oppervlakteverhouding : k:l:c:e : I : M.

- ▨ = M : M : M : punten 1-4-5-8-9-12-13
- ▨ = L : L : H : punten 15-17-18-19-21-22
- ▨ = H : H : L : punten 3-14-16-20-22

M = Middel H = hoog L = laag

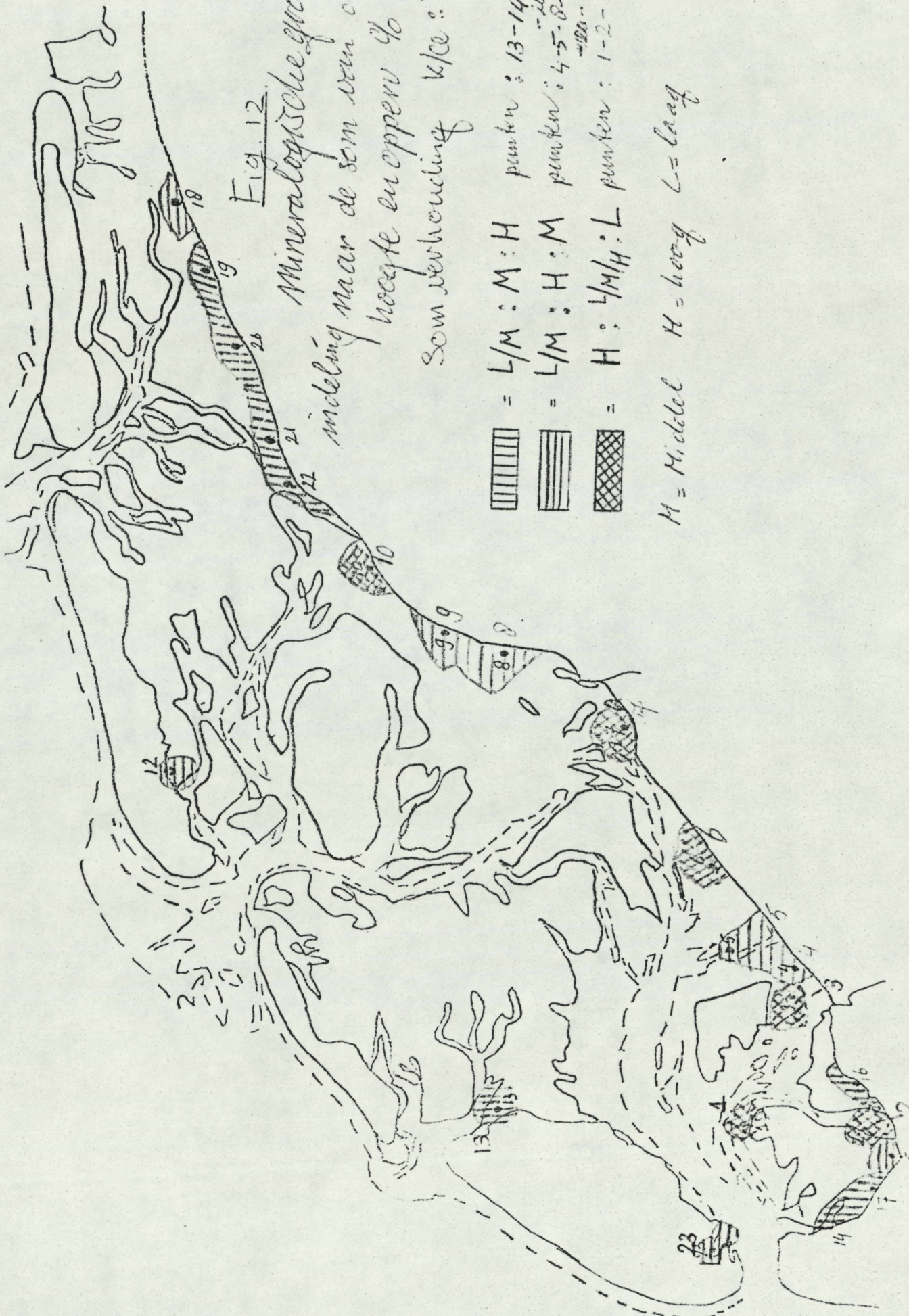


Fig. 12.

Mineralogische groepen

indeling naar de som van clo. prek-
hoogte en opperv. %.

Som verhouding k/c : I : M.

- ▨ = L/M : M : H punten : 13-14-16-17-19
- ▨ = L/M : H : M punten : 4-5-8-9-12-15-18-
20-21-22
- ▨ = H : L/M/H : L punten : 1-2-3-6-7-10

M = Middel H = hoog L = laag

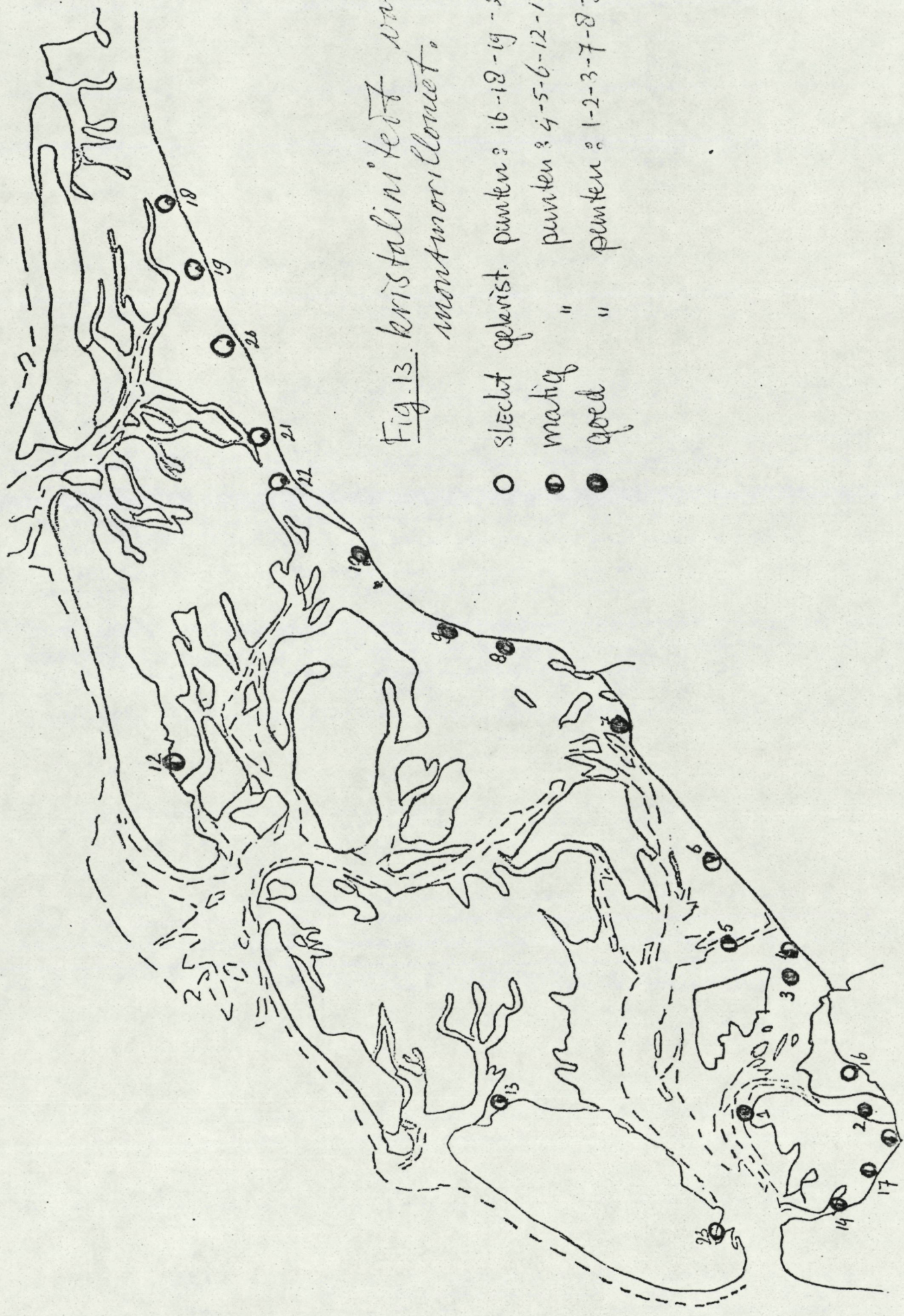


Fig. 13. kristaliniteit van de
montmorilloniet.

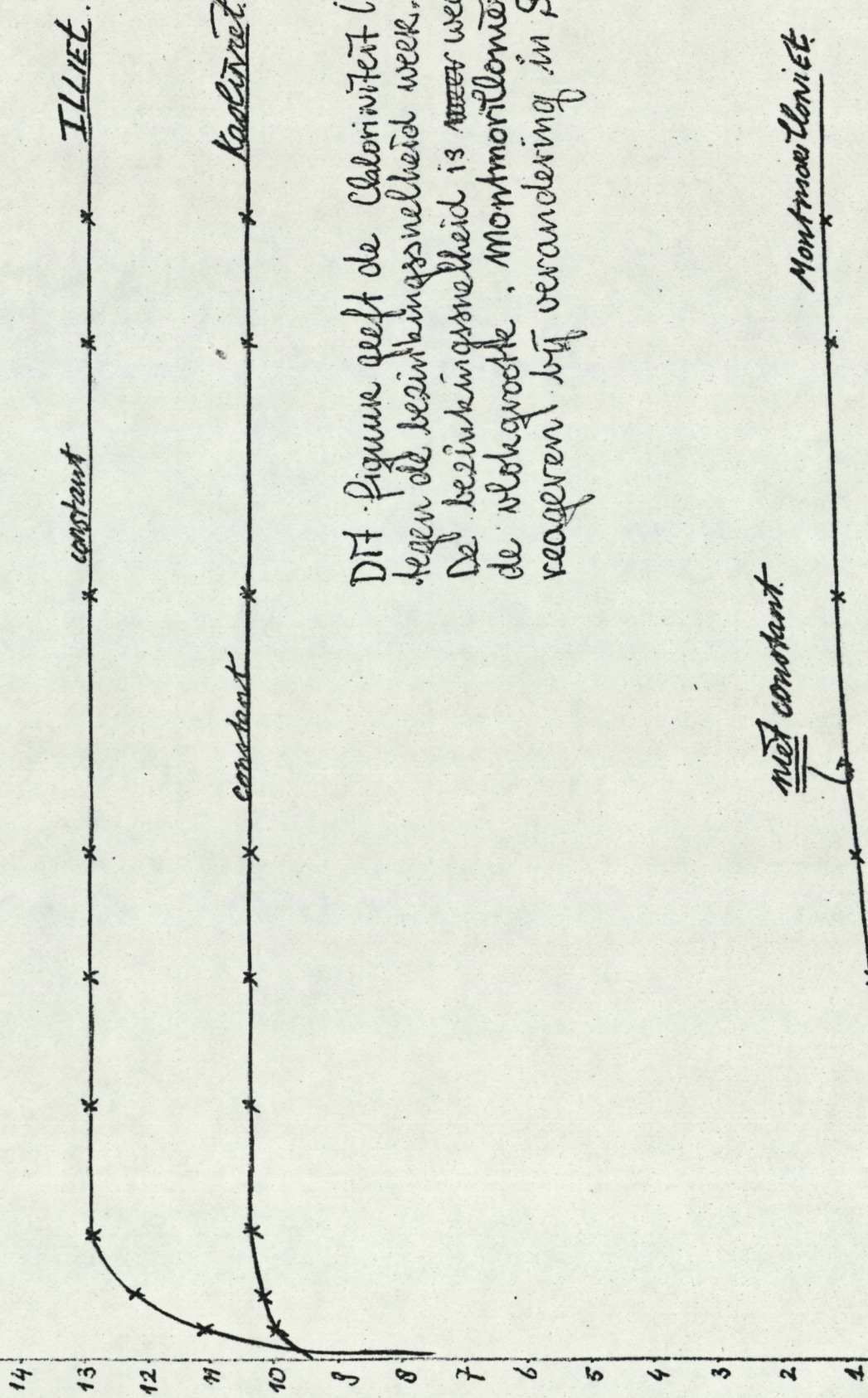
- slecht gekrist. punten: 16-18-19-20-21-23
- ◐ matig " punten: 4-5-6-12-13-14-15-17
- goed " punten: 1-2-3-7-8-9-10-11

FIG. 14.

(Naar Whittehouse e.a., zie literatuurlijst)

bij 18°C, pH 7.5-8.5
fractie < 2μ

→ bezinkingsnelheid in m/dg.



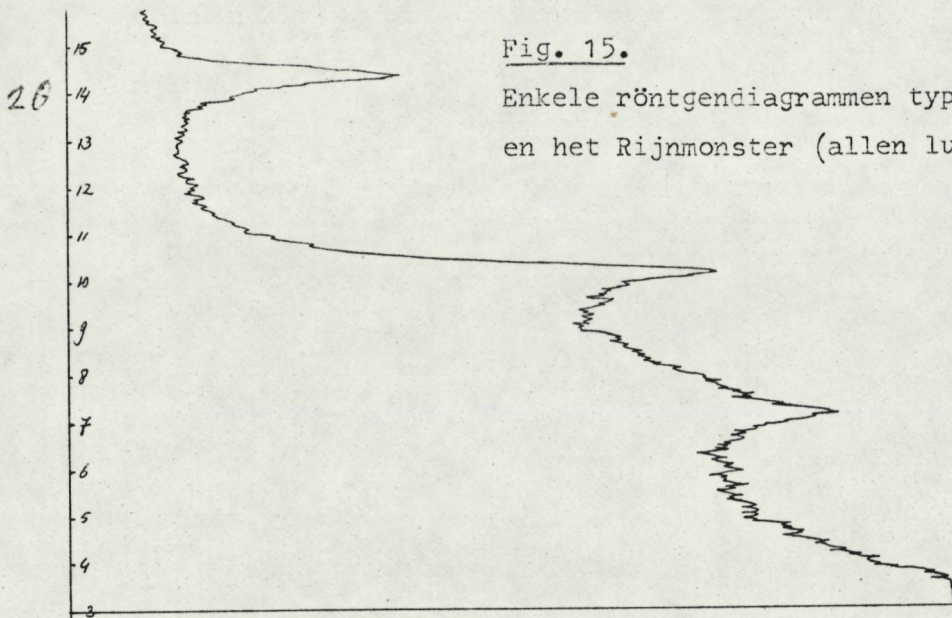
De Figuur geeft de Chloriniteit (mate van Saliniteit) tegen de bezinkingsnelheid weer.
De bezinkingsnelheid is ~~meer~~ weer evenredig met de vloegrootte. Montmorilloniet zal eerder of langer reageren bij verandering in S.

met constant.

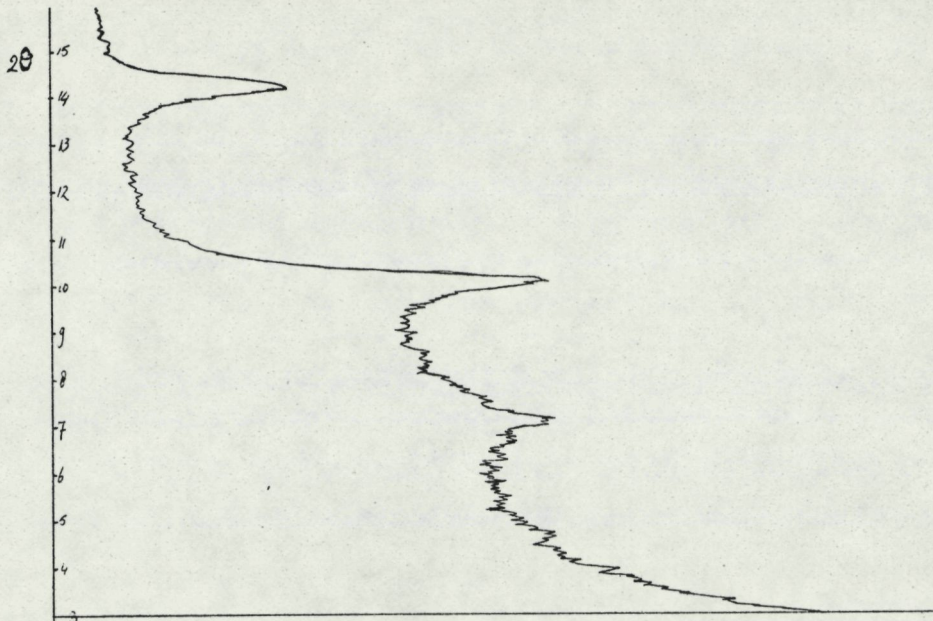
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 Chloriniteit (1/100)

Fig. 15.

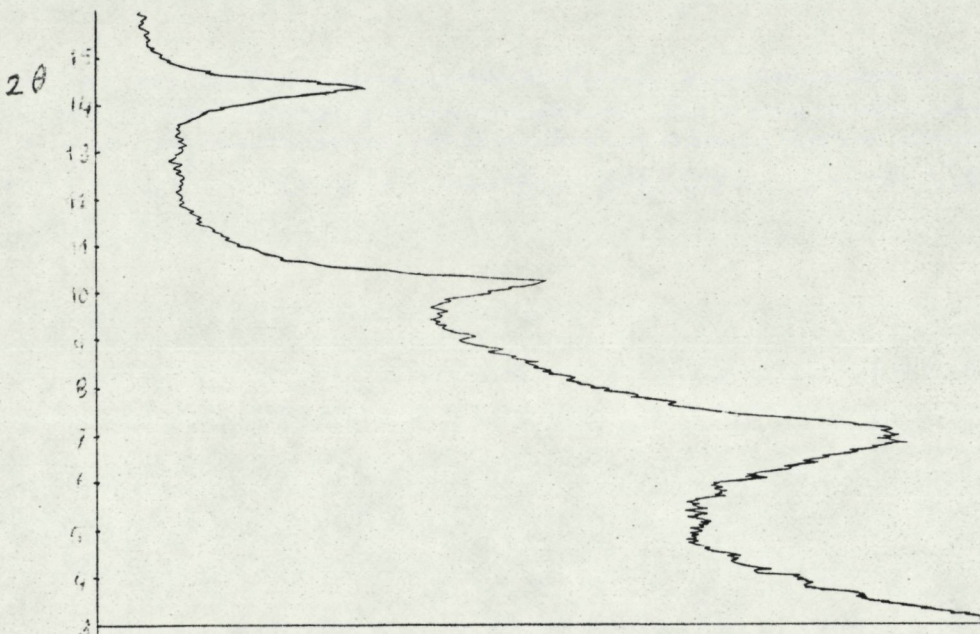
Enkele röntgendiagrammen typisch voor de wadden en het Rijnmonster (allen luchtdroog).



H16 range 4×10^2 ; E 40/30; t=8 luchtdroog.



H18 range 4×10^2 ; E 40/30; t=8 luchtdroog

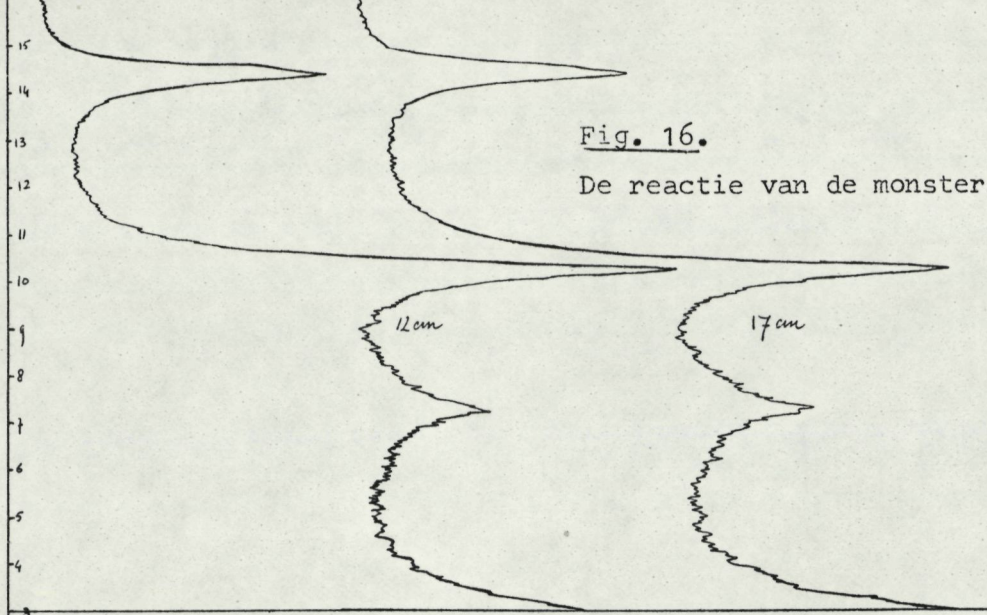


H24 range 4×10^2 ; E 32/22; t=8 luchtdroog (Rijnmonster)

Fig. 16.

De reactie van de monsters op vacuumcondities.

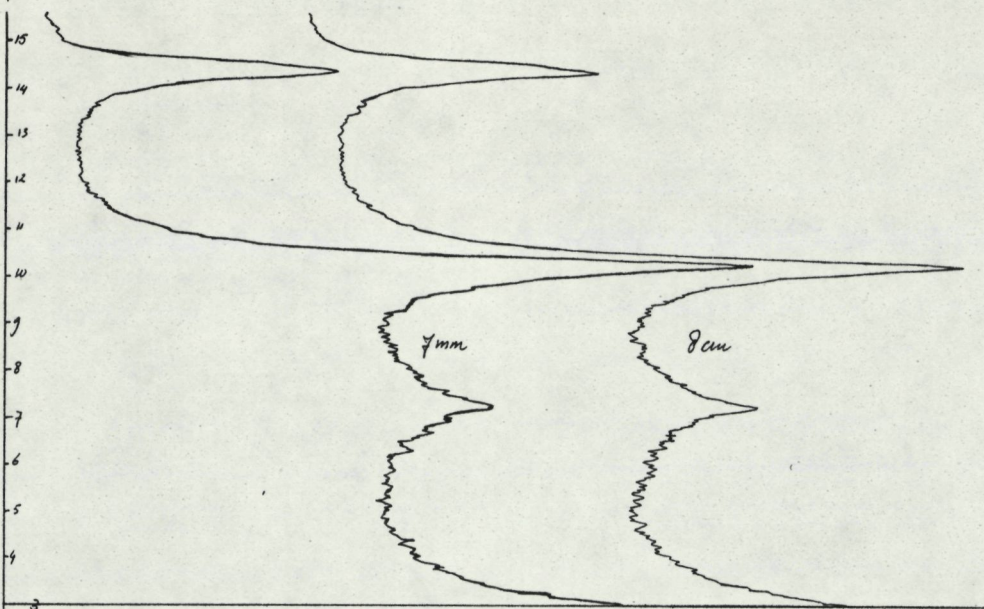
20



H₄, bij 12 cm Hg en 17 cm Hg druk

$R = 1 \times 10^3$
 $E = 40/30$
 $t = 8$

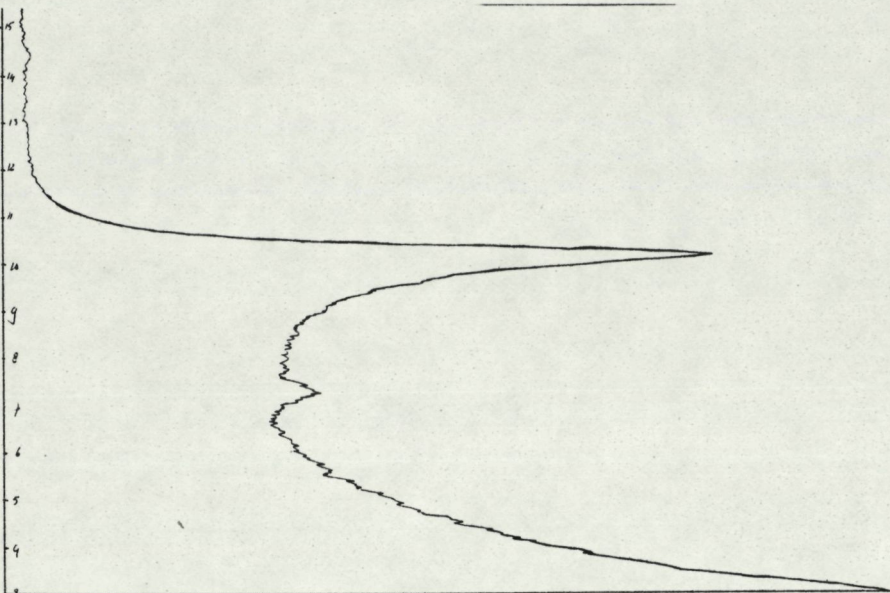
20



H₄, bij 7 mm Hg en 8 cm Hg druk

$R = 1 \times 10^3$
 $E = 40/30$
 $t = 8$

20



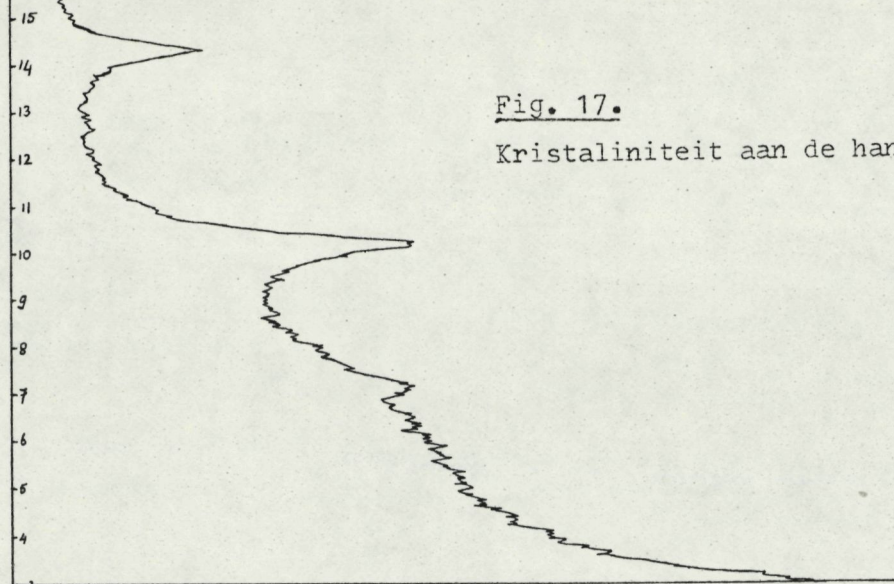
H₄ 7 mm Hg druk na 550°

Rang 1 x 10³
 $E = 30/26$
 $t = 8$

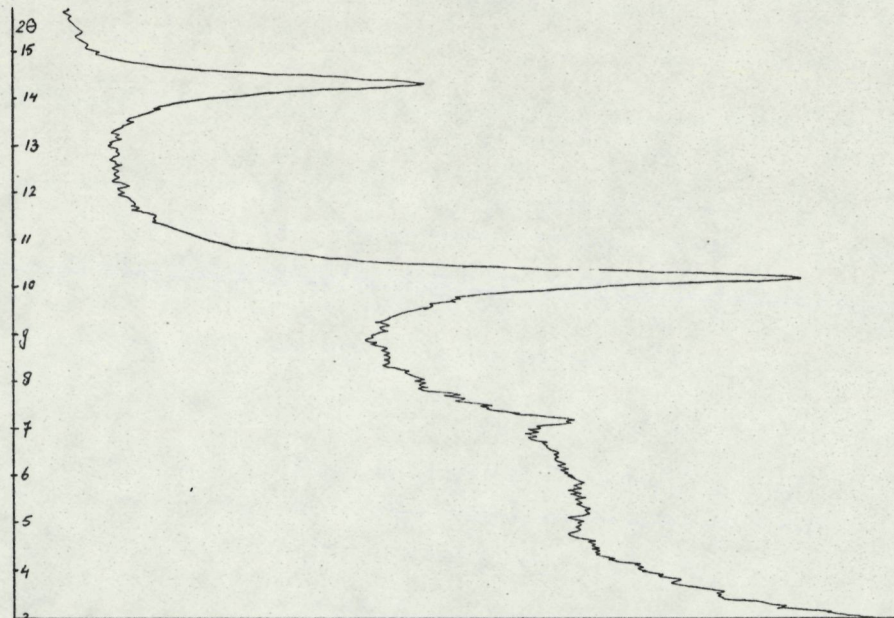
20

Fig. 17.

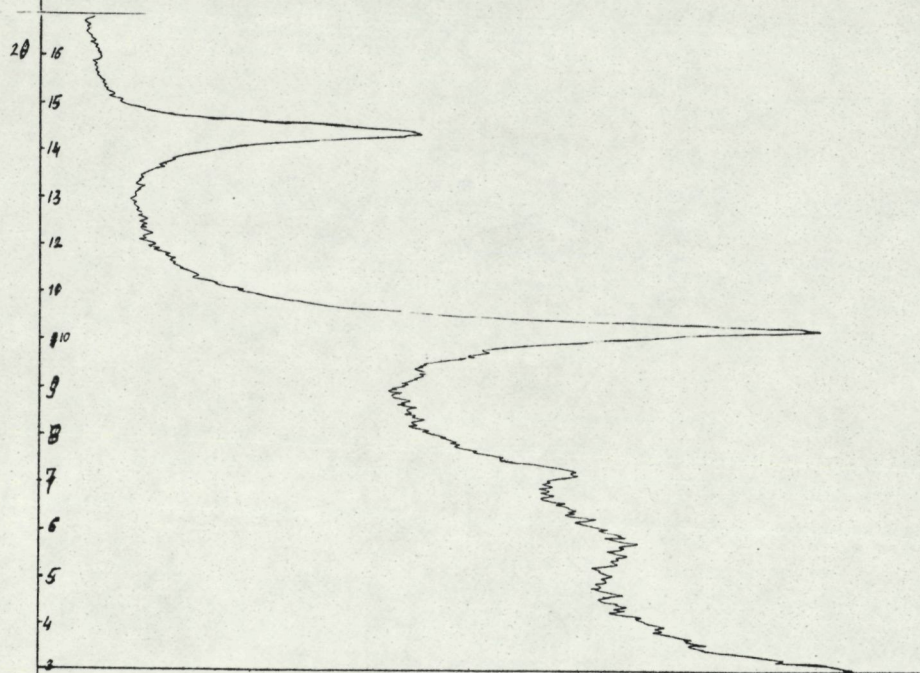
Kristaliniteit aan de hand van de diagrammen.



H23, glycerol Range 4×10^2 ; E 32/24, t=8 slecht gekrist. MONTMOR.



H6, glycerol Range 4×10^2 ; E: 32/20; t=8. MATIG GEKRISTALISEERDE MONTMOR.



H7, glycerol Range 4×10^2 ; E 30/20, t=8 goed gekristaliseerde MONTMOR.