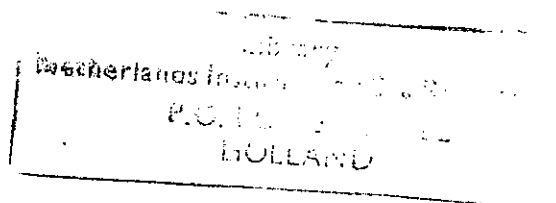


Verdeling en herkomst van het ijzer in de Noordzeezanden

voor de Thames mond

door

J.H.F. Jansen



Intern verslag

over

werkzaamheden verricht als doctoraal onderwerp

Fysische Geografie

aan

Instituut voor Aardwetenschappen

V.U., Amsterdam

en

het NIOZ te Den Helder

onder supervisie van

Dr. D. Eisma

december 1969

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1969-10

$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \delta(x-a) dx = f(a)$

1. *Chlorophyll a* and *Chlorophyll b* were determined by the method of Lichtenthal and Whistler (1973).

Verdeling en herkomst van het ijzer in de Noordzeezanden
voor de Thames mond
door
J.H.F. Jansen

<u>Inhoud</u>	Samenvatting-----p.	1
	Summary-----p.	1
	Inleiding-----p.	2
I	Methoden van onderzoek-----p.	2
	1. Monstername-----p.	3
	2. Bepaling van de korrelgrootteverdeling-p.	3
	3. Bepaling van het ijzergehalte-----p.	3
	4. Zware mineralenonderzoek-----p.	4
II	Analyseresultaten-----p.	4
	1. Korrelgrootteverdeling-----p.	4
	2. Ijzergehalte-----p.	4
	3. Zware mineralen-----p.	7
III	Discussie-----p.	7
	1. Secundaire ijzerafzetting-----p.	7
	2. Herkomst van de zanden-----p.	8
	3. Conclusies-----p.	11
IV	Aanbevelingen-----p.	12
	Literatuur-----p.	12

Samenvatting

Het ijzergehalte in de fractie 250-315 μ van het bodem-materiaal leidt tot een driedeling van het beschouwde gebied (fig. 2).

De hoge ijzergehaltes van het zuidelijk gedeelte moeten waarschijnlijk verklaard worden door oplossing van Fe^{2+} in het Thames-estuarium, gevolgd door oxydatie tot Fe^{3+} en vorming van ijzerhuidjes om de zanddeeltjes in zee.

In het centrale deel ten oosten van Harwich is het hoge ijzergehalte vermoedelijk aan een oost-west verlopende pliocene dagzoom te danken.

Het noordelijke stuk leverde te weinig waarnemingen op om een inzicht te kunnen geven in de herkomst van het ijzer aldaar.

Summary

The distribution of iron in the 250-315 μ fraction of bottom sands off Lowestoft - Thames shows three areas with comparatively high iron contents.

The high iron contents in the Thames estuary are probably explained by release of Fe^{2+} in the estuary, subsequent oxidation to Fe^{3+} and the formation of iron coatings on the sand grains.

The central area of high iron content, off Harwich, is probably caused by the admixture of reworked Pliocene deposits.

In the northern area the number of samples is too low to reach any conclusions about the origin of the high iron contents.

Inleiding

De zeezanden langs de Nederlandse kust vertonen een tong met een hoog ijzergehalte (EISMA, 1966, 1968). In de Noordzeezanden is dat normaal $\pm 0,30 \%$, maar Eisma vond plaatselijk aanmerkelijk hogere waarden tot maximaal $\pm 1 \%$. Deze bleken het gevolg te zijn van de overgang van zoet naar zout water in het Rijn-estuarium, waardoor ijzer recent in zee wordt afzet in de van huidjes om de sedimentkorrels.

Om na te gaan in hoeverre dit neerslaan van ijzer aan de buitenzijde van estuaria een algemeen verschijnsel is, verricht het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee momenteel een aantal onderzoeken, waarvan het onderhavige deel uitmaakt. Het draagt het karakter van een verkenning.

I. Methoden van onderzoek

In sedimenten komt ijzer behalve in huidjes om de korrels ook voor als bestanddeel van sommige zware mineralen en van limonietconcreties. Zowel zware mineralen als concreties zijn soortelijk zwaarder dan bromoform, zodat bij de afscheiding van de zware fractie alleen het ijzer van de huidjes achterblijft.

Eventueel aanwezige verschillen in herkomst van de zanden zouden het ijzergehalte beïnvloeden kunnen hebben. Hierom is de samenstelling van de zware mineralen geanalyseerd.

Voorlopig is alleen nog de korrelgroottefractie 250 - 315 μ beschouwd, deze fractie is bijna overal in de zuidelijke Noordzee vertegenwoordigd.

1. Monstername

In april 1967 zijn grijpmonsters van de zeebodem verzameld met de Helderse kotter HD 211. De bemonstering geschiedde met een grote 0.2m^2 Van Veen-happer op punten waarvan de ligging is aangegeven op figuur 1.

Het was in raai 2 op zeven van de tien punten niet mogelijk zand te verzamelen, er kwamen steeds stenen tussen de messen van de grijper terecht, waardoor ze niet goed sloten.

2. Bepaling van de korrelgrootteverdeling

De gedroogde monsters werden door middel van een zeef ontdaan van de fracties groter dan 1000μ . Van het fijnere materiaal werd 200 gram gedurende 20 minuten op een trilmachine gezeefd, nadat de fractie kleiner dan 16μ in Atterbergcylinders was afgeslibd.

3. Bepaling van het ijzergehalte

De fractie $250-315\mu$ is met behulp van bromoform gescheiden in een licht en een zwaar gedeelte.

Van de lichte korrels werd indien aanwezig 10 gram, anders de hele hoeveelheid, gedurende precies 15 minuten gekookt met 350 ml 18% HCl. Door filtratie zijn vervolgens de korrels verwijderd. Het aldus verkregen extract werd met gedemineraliseerd water aangevuld tot 1000 ml, waarna een gedeelte van de zoutzure oplossing achtereenvolgens tienvoudig verdund, met NH_4OH geneutraliseerd, en tweemaal aan een ijzerbepaling in een colorimeter volgens de bypiridine-kleuring onderworpen werd.

4. Zware mineralenonderzoek

De zware fractie werd achtereenvolgens verwarmd met 10 ml HCl (1,0 n) en met 10 ml HNO_3 (50%) voor het verwijderen van respectievelijk carbonaten en sulfiden. De resterende korrels werden geprepareerd in canadabalsem, gedetermineerd en geteld.

II. Analyseresultaten

1. Korrelgrootteverdeling

De korrelgroottegegevens vormen een onderdeel van het onderzoek naar het sedimenttransport in de zuidelijke Noordzee, waarover binnenkort een publicatie van de hand van I.N. McCave and J. Eisma zal verschijnen. Enkele getallen worden in het volgende hoofdstuk gebruikt.

2. Ijzergehalte

De resultaten van de ijzergehaltebepaling zijn weergegeven in tabel I en in figuur 2.

Tabel I: Percentage ijzer oplosbaar in 18% HCl, in de luchtdroge fractie 250-315 μ

monster- punt	monster- nummer	ijzergehal- te in %	monster- punt	monster- nummer	ijzergehal- te in %
9	Z 903	0,55	40	Z 1150	0,80
10	Z 908	0,53	41	Z 1156	0,47
11	Z 912	0,53	42	Z 1157	2,1
12	Z 920	1,1	43	Z 1162	1,1
13	Z 923	0,55	44	Z 1167	1,8
14	Z 927	1,3	45	Z 1169	0,96
15	Z 933	0,96	46	Z 1172	2,0
16	Z 941	0,67	47	Z 1175	0,84
17	Z 948	0,48	48	Z 1179	2,2
18	Z 953	0,65	49	Z 1181	0,90
22	Z 968	0,83	50	Z 1186	1,3
27	Z 983	0,51	51	Z 1191	0,72
28	Z 988	0,40	52	Z 1205	0,79
29	Z 995	0,30	53	Z 1211	0,41
30	Z 1101	0,91	54	Z 1215	0,48
31	Z 1106	0,53	55	Z 1218	0,48
32	Z 1113	0,95	56	Z 1221	0,57
33	Z 1116	1,1	57	Z 1225	0,56
34	Z 1119	0,44	58	Z 1229	0,77
36	Z 1126	0,90	59	Z 1233	0,96
37	Z 1133	0,64	60	Z 1236	0,83
38	Z 1140	0,55	61	Z 1241	0,83
39	Z 1142	0,72	62	Z 1245	0,86

Tabel II: Zware mineralensamenstelling van de fractie 250-315 μ

monster- punt	monster- nummer	% opake korrels	aantal non- opake korrels	non-opake mineralen, in delen van 50					
				granaat	toermalijn	muskoviet	biotiet	chloriet	overige
9	Z 903	75	50	20	9	-	-	-	21
10	Z 908	69	50	23	5	2	-	-	20
11	Z 912	67	50	32	9	-	-	1	8
12	Z 920	92	18	33	8	-	-	-	8
13	Z 923	93	18	25	5	8	-	-	11
14	Z 927	89	10	20	10	-	-	-	20
15	Z 933	89	16	22	16	-	-	-	12
16	Z 941	91	16	34	6	6	-	-	3
17	Z 948	100	22	16	20	5	-	-	9
18	Z 953	88	22	23	11	2	-	-	14
22	Z 968	75	50	35	2	1	-	-	12
27	Z 983	78	50	36	6	1	-	-	7
28	Z 988	77	50	31	1	1	1	-	16
29	Z 995	85	50	9	6	-	-	-	35
30	Z 1101	84	50	15	4	-	-	-	31
31	Z 1106	83	50	26	7	-	-	-	17
32	Z 1113	88	50	30	1	-	1	-	18
33	Z 1116	77	39	-	1	13	6	24	5
34	Z 1119	90	50	9	12	5	2	3	19
36	Z 1126	100	21	5	5	7	10	10	14
37	Z 1133	100	3						
38	Z 1140	100	-						
39	Z 1142	100	27	-	4	30	9	7	-
40	Z 1150	100	4						
41	Z 1156	100	21	5	2	5	12	2	24
42	Z 1157	100	50	-	-	29	7	12	2
43	Z 1162	100	17	-	-	12	9	26	3
44	Z 1167	?	31	-	-	6	11	29	3
45	Z 1169	100	18	-	-	23	3	20	6
46	Z 1172	77	50	-	-	16	17	17	-
47	Z 1175	96	24	2	2	17	15	13	2
48	Z 1179	62	27	-	-	4	30	17	-
49	Z 1181	93	26	-	-	15	23	12	-
50	Z 1186	100	28	-	-	5	30	9	5
51	Z 1191	92	45	7	7	3	3	12	18
52	Z 1205	87	42	-	-	12	5	30	4
53	Z 1211	76	50	1	7	1	-	-	41
54	Z 1215	98	45	7	8	2	-	4	29
55	Z 1218	73	50	11	4	-	-	-	35
56	Z 1221	90	50	13	16	-	-	-	21
57	Z 1225	88	50	22	2	5	7	5	9
58	Z 1229	97	23	-	2	15	11	17	4
59	Z 1233	100	14	4	-	36	4	-	7
60	Z 1236	92	50	7	2	14	2	10	15
61	Z 1241	100	14	7	11	-	11	4	18
62	Z 1245	93	35	3	9	3	3	16	17

3. Zware mineralen

Bij het tellen bleken de monsters zeer veel opake mineralen te bevatten (tabel II), waardoor het vaak zelfs niet mogelijk was om 50 doorzichtige korrels te determineren. Er zijn er per monster dan ook niet meer geteld. Deze lage aantallen betekenen tevens dat het om statistische redenen zinloos is om de in de table genoemde "overige" mineralen nog verder te onderscheiden.

III. Discussie

1. Secundaire ijzerafzetting

De tong van sedimenten met een hoog ijzergehalte, die EISMA (1966, 1968) langs de Nederlandse kust vond, is te danken aan recent neerslaan van ijzer. Gaan we van de grote rivieren, via het estuarium (Haringvliet) de kust langs in noordelijke richting, dan blijkt in de sedimenten het ijzergehalte het laagst in het Haringvliet, terwijl in het water het gehalte juist het hoogst is van het estuarium tot even op zee. De conclusie ligt voor de hand dat door het water in het estuarium ijzer wordt opgenomen, en in zee afgezet.

De oplossing geschiedt volgens DE GROOT (1967) in de vorm van organisch gebonden Fe^{2+} , dat daarna mobiel wordt door afbraak van het organisch materiaal. PRAVDIČ (zie Eisma, 1968) schrijft de oplossing van Fe^{2+} in het estuarium toe aan de elektrische dubbellaag van de zandkorrels, die van zoet naar zout water in teken omkeert van negatief naar positief.

Het zeewater heeft een hogere pH dan het Rijn- en Maaswater (± 8 tegen 7,0 tot 7,8), en is verzadigd met zuurstof (het rivierwater

is dat voor $\pm 50\%$). Daarvoor wordt in zout water het ijzer geoxydeerd tot Fe^{3+} , wat minder goed oplosbaar is dan Fe^{2+} , en vlokt het uit.

Het is bekend dat ijzer in zeewater ook in colloïdale vorm aanwezig kan zijn op sedimentdeeltjes groter dan $0,5 \mu$ (LISMA e.a., 1966). Wanneer ijzer in die vorm wordt afgezet zou te verwachten zijn dat er een verband bestond tussen de ijzergehaltes en de slibgehalten van de monsters. In figuur 3 blijkt dergelijk verband niet aanwezig.

De huidige ijzerverdeling is echter niet alleen het gevolg van secundaire afzetting, oorspronkelijk aanwezig ijzer speelt ook een rol. Het juiste aandeel van beiden is niet meer te bepalen. Wel kunnen we nagaan in hoeverre laterale verschillen in primair ijzergehalte te verwachten zijn, door de herkomst van de zanden vast te stellen.

2. Herkomst van de zanden

eigen zware mineralenonderzoek

Bij de interpretatie van een zware mineralentelling, moet met twee effecten rekening worden gehouden.

Ten eerste hebben sommige mineralen een voorkeur voor een bepaalde korrelgrootte. Deze moeilijkheid kan ondervangen worden door een gefractioneerde analyse uit te voeren, waarbij de monster in kleine korrelgrootte-intervallen verdeeld worden.

In de tweede plaats kan sortering door stroming optreden als gevolg van verschillen in dichtheid en vorm van de korrels. Zo

kunnen bijvoorbeeld de hydraulische eigenschappen van een relatief zware korrel lijken op die van een kwartskorrel van grotere afmetingen. Er kan dus een relatie bestaan tussen de samenstelling van een fractie en de granulaire eigenschappen van het hele monster. Dit verschijnsel treedt hier inderdaad op. Figuur 4 toont een duidelijk verband tussen de glimmergehalten in de fractie 250-315 μ enerzijds en de gewichtspercentages van de fractie 100-200 μ anderzijds. Door de platte vorm worden de glimmers later afgezet dan andere korrels van dezelfde grootte. De glimmers zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

De monsters vertonen verder grote variaties in granaatgehalte (tabel II). Het is waarschijnlijk dat deze duiden op herkomstverschillen van de zanden. BAAK (1936) verdeelde de zanden 50-0 in de zuidelijke Noordzee in vijf provincies, die onder andere gekenmerkt zijn door granaatgehaltenes van 30%, 31%, 40%, 18%, en 15%. Helaas zijn van verschillende waarnemingspunten geen percentages bekend, omdat als gevolg van sortering de zware fractie 250-315 μ alleen of bijna alleen glimmers bevat.

Figuur 5 geeft de ligging van de granaatgehalte in de zware fractie, waarbij de glimmers niet zijn meegerekend. De tong met hoge gehaltenes kan verklaard worden door de gemiddelde stroming in zuidelijke richting, die Noordzeezanden (Baaks H-, A-, en B-groep) met een hoog granaatgehalte meevoert naar het gebied met lage granaatgehaltenes (Baaks Noord Hindergroep en zijn Tertiair en ouder).

ander onderzoek

Op de zeebodem ten oosten van Harwich komen pliocene afzet

aan of dichtbij de oppervlakte. Hiervoor kunnen de volgende vier argumenten aangevoerd worden.

1. Tijdens de bemonstering werden bij Harwich diverse malen kleppelstenen gevonden, terwijl de monsters grijzer van kleur waren dan in de rest van het gebied.
2. TESCH en REINHOLD (1946) tekenden over de Noordzeebodem een strook waarin plioceen dagzoomt, die loopt van het gebied tussen Harwich en Aldeburgh naar de Westerschelde.
3. HOUBOLT (1968) onderzocht een aantal in de zuidelijke Noordzee gelegen banken, onder anderen de Inner Gabbard, de Outer Gabbard, de Galloper en de Falls (fig. 1). Zijn bodem-echoprofielen wijzen er op dat de banken geïsoleerde zandlichamen zijn die liggen op een glad, met grind bedekt oppervlak. Op grond van de gegevens van BAAK (1936) rekent Houbolt het materiaal waaruit de Falls zijn opgebouwd tot de omgewerkte pleistocene Rijnzanden (Noord Hinder-groep), de zware mineraleninhoud van de Outer Gabbard wijst op een tertiaire ouderdom.
4. LAGAARJ (in voorbereiding) vond in de Outer Gabbard bryozoën die karakteristiek zijn voor de Coralline Crag, de schelprijke zanden waarmee in Suffolk en Norfolk het plioceen begint.

De vermoedelijk oost-west verlopende pliocene dagzoom is niet terug te vinden in het verloop van het granaatgehalte (fig. 5), maar dat valt ook niet te verwachten. Volgens BAAK (1936) hebben zowel het in de Noordzee voorkomende tertiair als de Noord Hinder-groep een granaatgehalte van 15%.

3. Conclusies

Over de herkomst van het ijzer in het noordelijke deel van het beschouwde gebied kan weinig gezegd worden. Door het geringe aantal monsters in raai 2 is het onmogelijk de juiste relatie tot het resterende gedeelte vast te stellen. De ligging van de granaatgehalten wijst op invloed van zanden uit het noorden. Het gebied ten oosten van Harwich dankt zijn hoge ijzergehalte vermoedelijk aan de aanwezigheid van plioceen in de bodem. In de Outer Gabbard zijn door LAGAALIJ (in voorbereiding) bryozoën uit de Coralline Crag aangetroffen. Het onderste plioceen waartoe deze zanden behoren is in het aangrenzende Suffolk en Norfolk lokaal ijzerhoudend (GEOLOGICAL SURVEY, 1948).

In het zuidelijke gedeelte vindt in grote lijnen een afname van het ijzergehalte plaats van de Thamesmond naar buiten. Van dit stukje Noordzee zijn weliswaar geen nauwkeurige gegevens bekend omtrent de herkomst van het bodemmateriaal, maar door het verloop van het ijzergehalte is te verwachten dat de hoge waarden te danken zijn aan secundaire afzetting tengevolge van de overgang van zoet naar zout water in het Thames-estuarium.

Een uitzondering moet misschien gemaakt worden voor het gebied met een ijzergehalte groter dan 0,80% ten noordoosten van Kent. Bij de interpretatie van BAAKS (1936) gegevens tekent HOUBOLT (1968) hier op grond van één monster een uitloper met invloed van de H-groep (evenals de Noord Hinder-groep bestaande uit omgewekte pleistocene Rijnzanden). De hogere gehalten zouden hiervan het gevolg kunnen zijn.

IV Aanbevelingen

Een uitbreiding van het onderzoek is noodzakelijk om de hiervoor genoemde conclusie met zekerheid te kunnen uitspreken.

Allereerst zal de herkomst van de Zanden beter moeten worden vastgesteld. Hiertoe zou een onderzoek kunnen plaatsvinden naar de lichte mineralen, naar sporenelementen of naar de fossielinhoud, waarbij dan meer dan een korrelgroottefractie beschouwd moet worden.

In de tweede plaats verdient het aanbeveling een aanvullende bemonstering uit te voeren in het estuarium van de Thames, zowel van het sediment als van het water. Dit in verband met de oxydatie- en reductieverschijnselen die naar optreden. Dit zou eventueel gecombineerd kunnen worden met een verdichting van het waarnemingsnet in de rest van het gebied.

LITERATUUR

BAAK, J.A. (1936)-Regional petrology of the southern North Sea.

Thesis, Leiden. pp 1 - 127.

EISMA, D. (1968)-Composition, origin and distribution of Dutch coastal sands between Hoek van Holland and the island of Vlieland. Thesis, Groningen. Neth.Journ.Sea Res., pp 123 - 267.

EISMA, D., H.A. DAS, D.H. HOEDE, J.G. VAN RAAPHORST and J. ZONDERHUIS (1966)-Iron and trace elements in Dutch coastal sands. Neth.Journ.Sea Res., pp 68 - 94.

GEOLOGICAL SURVEY (1948)-British Regional Geology: East Anglia and adjoining areas. London: His Maj.Stat.Off., pp 1 - 99.

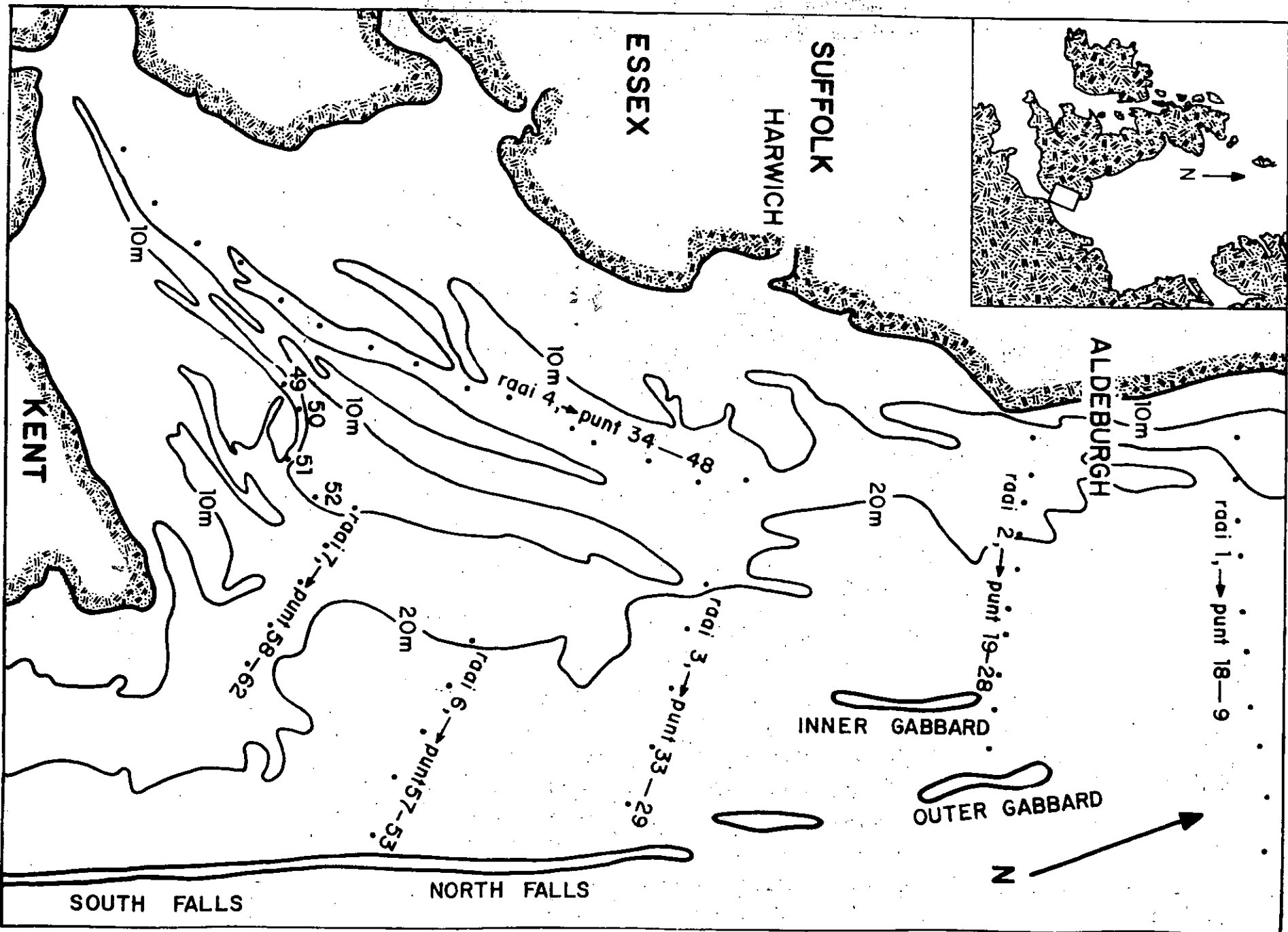
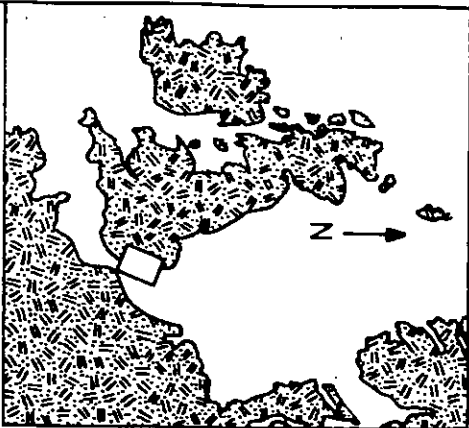
GROOT, A.J. de (1967)-Mobility of trace elements in deltas. Trans.Comm. II and IV, Int.Soc.Soil Sci., pp 267 - 279.

HOUBOLT, J.J.H.C. (1968)-Recent sediments in the southern bight of the North Sea. Geol.Mijnb., pp 245 - 273.

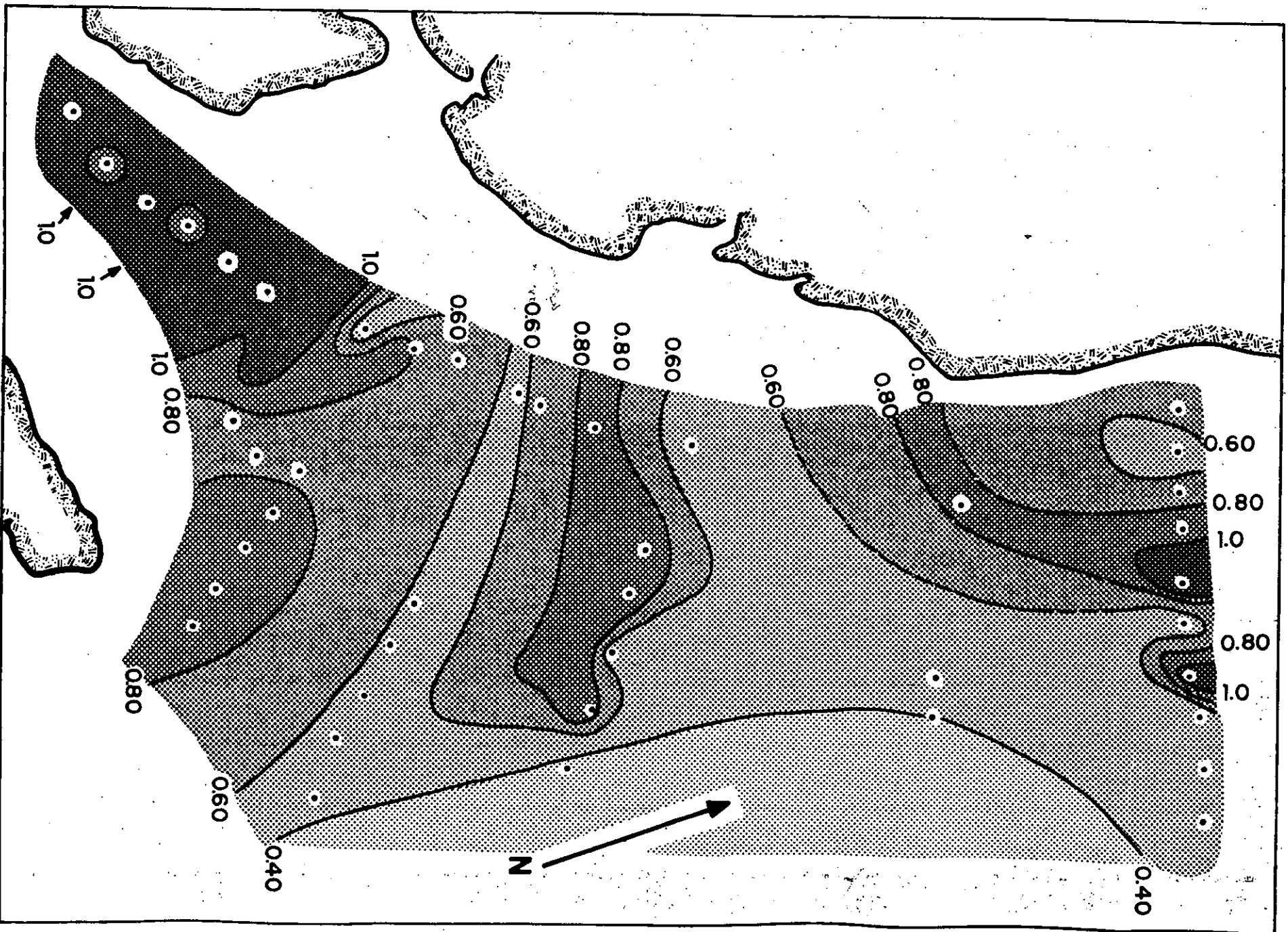
LAGAAILJ, R. (in voorbereiding)-Fossil Bryozoa reveal long-distance sand transport along Dutch coast. (zie in Houbolt, 1968).

PLAS, L. VAN DER and A.C. TOBI (1965)-A chart for judging the reliability of point counting results. Am.Journ.Sci., pp 87 - 90.

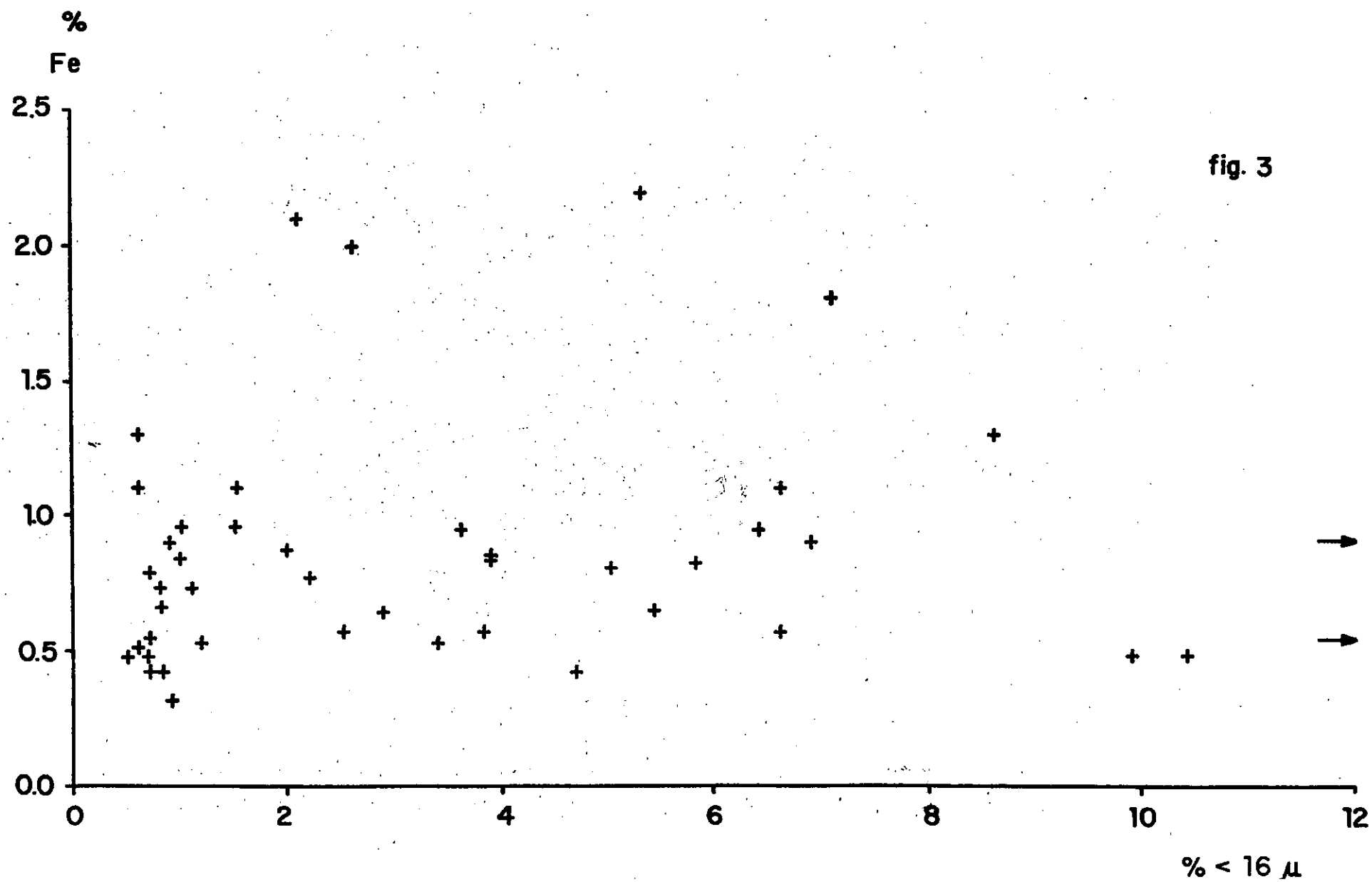
TESCH, P. en Th. REINHOLD (1946)- De bodem van het zuidelijk uiteinde der Noordzee. Tijdschr.Kon.Ned.Aardr.Gen., pp 72 - 84.

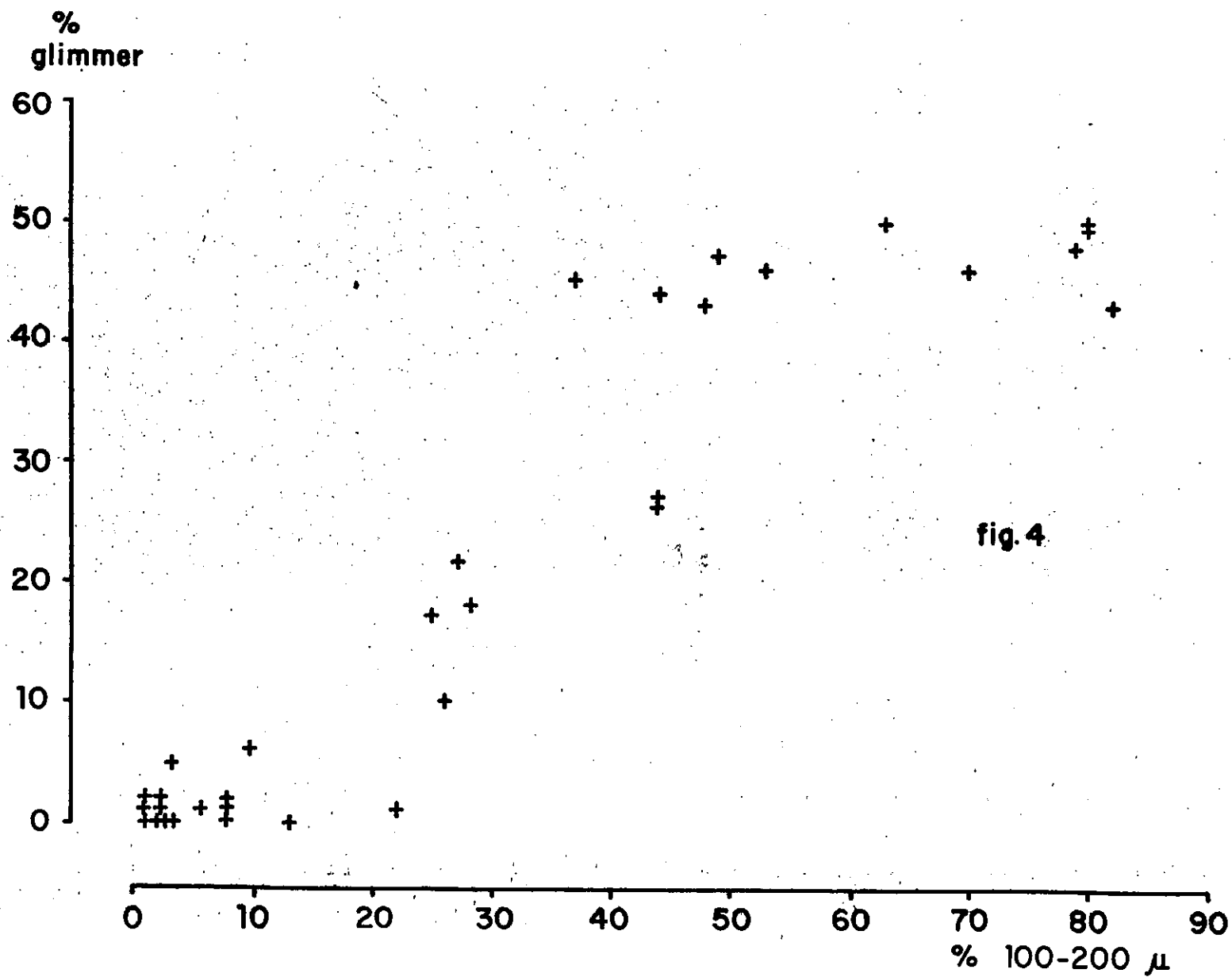


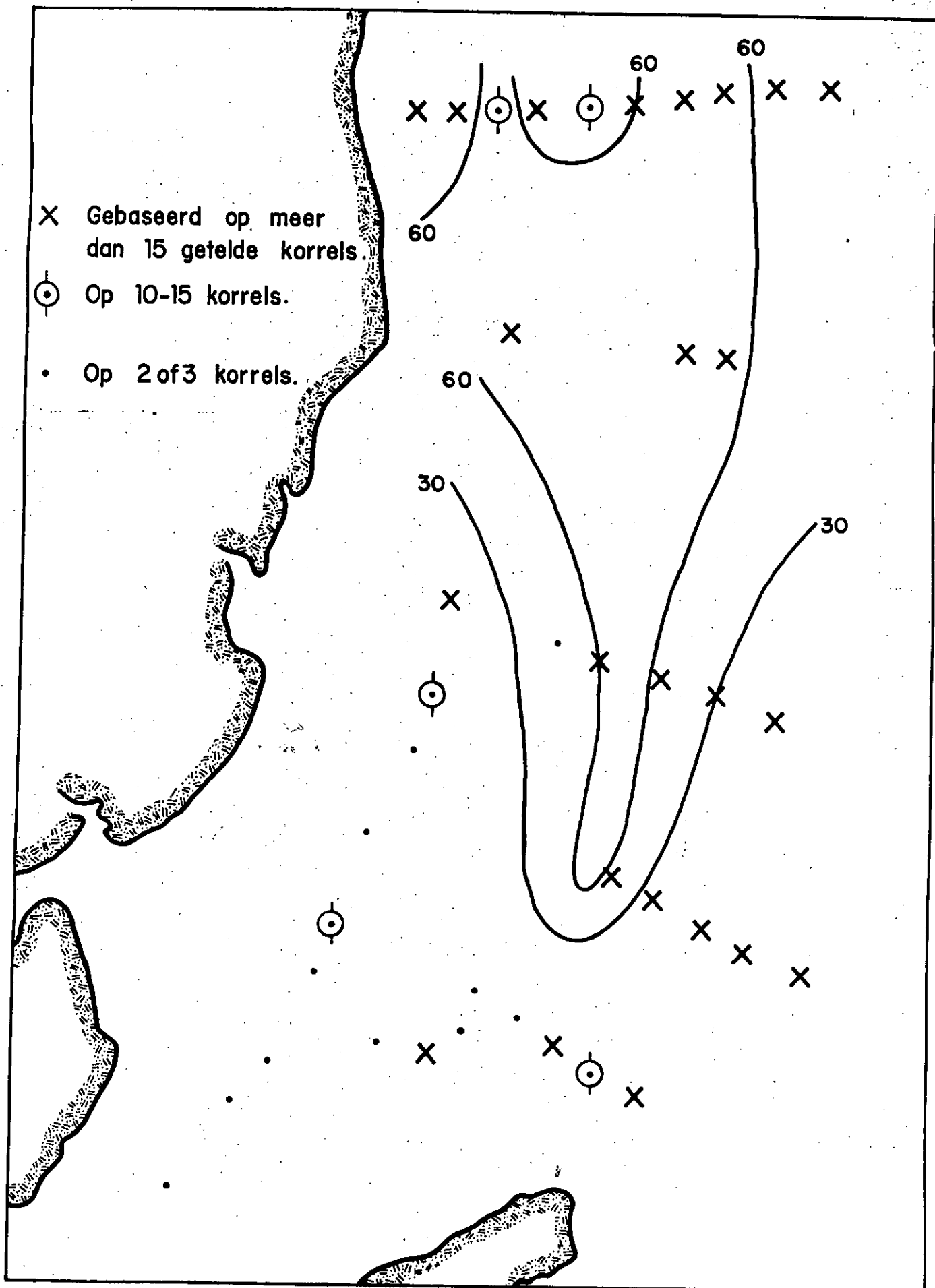
Figuur 1. Algemeen overzicht schaal 1:375.000



Figuur 2. Ijzergehalte in % in de lichte fractie 250-315 μ







Figuur 5. % granaat in de zware fractie 250-315 μ