

Enkele geochemische kenmerken van recent slib  
afkomstig uit het zuidelijk Noordzee bekken

door

R. Misdorp

Intern verslag

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1975 - 7

13233

Enkele geochemische kenmerken van recent slib  
afkomstig uit het zuidelijk Noordzee bekken

door

R. Misdorp

Intern verslag

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1975 - 7

Rechten voorbehouden.

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

Enkele geochemische kenmerken van recent slib  
afkomstig uit het zuidelijk Noordzee bekken

door

R. Misdorp

Intern verslag

over

werkzaamheden verricht als doctorale studie  
in het tijdvak 1970 - 1971

aan

het NIOZ te Texel

onder supervisie van

Dr. D. Eisma

NEDE~~R~~LANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN

nummer 1975 - 7

Enkele geochemische kenmerken van recent silt  
afkomstig uit het zuidelijk Noordzee bekken

door

R. Misdorp

Intern verslag

Inhoud:

I. Summary . . . . .	3
Samenvatting . . . . .	3
II. Inleiding . . . . .	4
III. Resultaten van analytisch -- en geo-chemische onderzoek . . . . .	8
1. Resultaten van het emissiespectrografisch onderzoek . . . . .	8
2. Resultaten van de Non-destructieve Neutronen Activerings Analyse (NNA) . . . . .	12
2.1. Resultaten van de NNA van vijftig totaal (=lichte+zware) mineralen monsterfracties (37-63 $\mu$ ) . . . . .	19
2.2. Resultaten van de NNA van een 70-tal lichte mineralen monsters (37-63 $\mu$ ) . . . . .	22
3. Resultaten van kwantitatieve Gallium bepalingen . . . . .	25
4. Samenvatting . . . . .	27
IV. Enkele additionele kenmerken van enkele sediment-monsters . . . . .	29
1. Resultaten van granulair analyse . . . . .	29
2. Kalkgehalte . . . . .	32
3. Kleur van de monsters . . . . .	32
4. Enkele correlatie tussen eigenschappen van de 33 sedimentmonsters . . . . .	33
4.1. Inleiding . . . . .	33
4.2. De correlaties tussen het percentage zware mineralen van de fractie 37-63 $\mu$ en de (gewichts) percentages van enkele korrelgroottefracties. . . . .	33
4.3. Samenhang tussen de fractie kleiner dan 2 $\mu$ en de silt fracties 25-63 $\mu$ en 25-37 $\mu$ . . . . .	38
4.4. Samenhang tussen het humus- en kleigehalte van de 33 zeebodem monsters . . . . .	39
5. Resultaten van zware mineralen determinatie en NNA van enige Noordzee bodemonsters . . . . .	40
6. Resultaten van de morfoscopische analyse . . . . .	44
7. Enkele slot opmerkingen . . . . .	50

Appendix I: Voorbewerking

Appendix II: Geochemie

Appendix III: Korrelgrootte analyses

Appendix IV: Morfoscopie Monster nummers: 3313, 3306, 1075,  
1307, 1085, 1072, 1041, 1014, 1185, 1180, 1130, 6911 en 6978

Tabellen

Figuren

SUMMARY

In a number of bottom samples collected in the Southern North Sea and in the larger rivers flowing into it (Thames, Rhine, Meuse, Ems, Weser, Elbe) have been determined a) The concentration of trace metals with emission spectrography and neutron activation analysis, b) grainsize, c) calcium carbonate content, d) the percentage of heavy minerals, and e) grain characteristics such as roundness, lustre etc. Although statistically not enough samples have been analysed (this study was only a general orientation), the trace element concentration, either in relation to the amounts of heavy minerals or not, offers possibilities for distinguishing mud (silt) of different origin. It is therefore very likely that feldspar analysis and correlation of sediment characteristics of a large number of samples will give useful results.

SAMENVATTING

Van een aantal bodemonsters, afkomstig van de Zuidelijke Noordzee en de grote rivieren die daarin uitmonden (Thames, Rijn, Maas, Ems, Weser, Elbe) zijn bepaald a) het gehalte aan sporenelementen d.m.v. emissie spectrografie en neutronactiveringanalyse, b) korrelgrootte, c) kalkgehalte, d) het gehalte aan zware mineralen, e) korreleigenschappen zoals afronding, matheid, e.d. Hoewel statistisch te weinig monsters zijn geanalyseerd (het was een oriënterend onderzoek) biedt het gehalte aan sporenelementen al of niet in samenhang met het gehalte aan zware mineralen, mogelijkheden voor het onderscheiden van slib (silt) van verschillende herkomst. Veldspaatanalyses en nauwkeurige correlatie van sediment kenmerken aan de hand van een groot aantal monsters zullen daarom zeer waarschijnlijk bruikbare resultaten opleveren.

## I. INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt behandeld:

het doel van het onderzoek en enkele morfologische, geologische en hydrografische gegevens.

Het doel van het onderzoek is het karakteriseren van recent slib aanwezig in diverse delen van het zuidelijk Noordzeebekken, met gebruikmaking van (spore-) elementen.

De eerste vraag, die gesteld is, luidde:

wat moet er onderzocht worden van de monsters, het gehele sediment of een bepaalde korrelgrootte fractie, zo ja welke korrelgrootte fractie?

Bekijkt men het recent aangevoerde materiaal, dat toegevoegd wordt aan de Noordzee, door de rivieren:

Thames (ALLEEN & GRINDLEY, 1957; INGLIS & ALLEN, 1957),

Rijn en Maas (OOMKENS & TERWINDT 1960; KRUIT 1963; TERWINDT, DE JONG & VAN DER WILK 1963),

Ems, Weser en Elbe (RHODE 1963),

en het materiaal, dat in noordelijke richting wordt aangevoerd door Kanaal (VAN VEEN, 1937), dan ziet men, dat deze sedimenten voornamelijk bestaan uit fijnkorrelig materiaal: klei, silt en fijn zand. Het is duidelijk, dat alléén het fijnkorrelige deel van de monster van belang is, het betreft hier immers een recent materiaal onderzoek.

De mariene monsters zijn met behulp van een 0,2 m<sup>2</sup> van Veenhapper genomen.

Nu rest de vraag nog welke fijnkorrelige fractie komt in aanmerking voor het spore-elementen onderzoek:

de kleifractie: < 2  $\mu$ , of de 2-30  $\mu$ , of de silt fractie ca. 30-70  $\mu$  ?

De kleifractie is om de volgende reden niet gekozen:

bij de overgang van fluviatiel naar marien milieu treden allerlei niet

gewenste, storende verschijnselen op aan de klei. Er kunnen storende kationen tussen de roosterplaten en zelfs in de roosters van de fyllosilikaten dringen.

In de overgangsfractie ca. 2-30  $\mu$ , zijn ook nog kleimineralen aanwezig, en is om deze reden dan ook niet gekozen.

De siltfractie is wel onderzocht, omdat deze fractie uit korrels bestaat, die vrijwel géén interactie met het milieu vertonen. De enige mogelijke interactie, die kan optreden, is de vorming van coatings om de korrels. Deze coatings kunnen storende spore-elementen bezitten (EISMA, 1966; EISMA, 1968). Storend in dit verband betekent: lokaal optredende concentraties van spore-elementen, die het (m.b.v. spore-elementen) te ontwikkelen sediment verspreidingspatroon nadelig kunnen beïnvloeden.

De eventuele aanwezige coatings zijn verwijderd door een sterke voorbewerking: koken met geconcentreerd HCl en HNO<sub>3</sub> (zie Appendix I).

De fijnste siltfractie (25-37 $\mu$ ) is in een aantal monsters zeer slecht vertegenwoordigd. Het gevolg is dat door optredend materiaal tekort in de 25-37  $\mu$  fractie, voornamelijk de grove siltfractie 37-63  $\mu$  onderzocht is.

Verschillende onderzoekers: VAN ANDEL & POSTMA, 1954; PORRENGA, 1967 hebben op de mogelijkheid gewezen, dat kleideeltjes in marien milieu zich kunnen gedragen als deeltjes ter grootte van siltkorrels. Dit wordt door mij bevestigd in de fig. 10 en 11, met betrekking tot de correlatie tussen resp. het klei---(25-63 $\mu$ ) gehalte en het klei---(25-37  $\mu$ ) gehalte van monsters afkomstig uit Engels kustgebied (En), Nederlands kustgebied (Ne), Texel Spur of Zwarte Banken (Zw) en Duits kustgebied (Du).

Het zich, van uit hydrodynamisch oogpunt, overeenkomstig gedragen van de klei en silt in marien milieu maakt het mogelijk, dat door

bestudering van silt(transport), men ook indirect enige conclusies kan trekken transport van klei.

De bathymetrisch kaart (met monsterplaatsen: fig. 1) geeft waardevolle inlichtingen over de morfologie van het Noordzee bodemoppervlak:

- voor de kust van Vlaanderen:

in het noorden de Zeeland Banken, in het westen de Hinder Groep Banken, in het zuiden de Vlaamse Banken,

- voor de kust van Norfolk: Haisborough Sands, Smiths Knoll, Leman, Ower en Well Banks,

- voor de kust van Essex: de getijde-banken in de Thames monding.

Deze banken worden gekarakteriseerd door hun enorme afmetingen: enkele tientallen km's lengte, 5-10 km breedte, en enige tientallen meters hoogte. De lengterichting van de banken is parallel met de overheersende getijdestroomrichting. Dit alles betekent, dat deze bedvormen ontstaan zijn onder invloed van grote stroomsnelheden.

De banken zijn voornamelijk accumulatie banken, dit blijkt uit de resultaten van echo-sounding onderzoek van HOUBOLT (1968). Er bestaan ook enkele erosie-vormen: Bruine Banken en Zeeland Banken. Ten Noord-oosten van de Hinder Groep Banken ligt het gebied met de Sand Waves, wier lengte richting min of meer loodrecht staan op de overheersende stroomrichting. De afmetingen van deze Sand Waves (McCAYE, 1971) zijn kleiner dan die van de Banken, en nemen in noordelijke richting af.

Nog noordelijker ligt het gebied, dat Texel Spur wordt genoemd. Dit is een verheffing van niet al te grote hoogte, met een groot oppervlak, waarop vrijwel geen megaripples aanwezig zijn. Ten westen van Texel Spur ligt Humber Spur. Beide gebieden worden opgevat als Würm accumulatie vormen.

In het Texel Spur gebied heersen geringe en min of meer constante

stroomsnelheden en zijn de sedimenten uitermate goed gesorteerd (zie Appendix Korrelgrootte analyse: sommatie curven Zw-monsters). Tevens kan er gesproken worden van een morfoscopische sortering (zie Resultaten van de morfoscopische analyse). Opvallend is eveneens in dit gebied het hoge zware mineralen gehalte van de 37-63 $\mu$  fractie, zie Tabel I en fig. 2. In het Texel Spur gebied zelf neemt het gehalte kleiner dan 50 $\mu$  in noordelijke richting sterk toe (McCAVE, 1971b).

Van uit het Kanaal in noordelijke richting gaande nemen zowel de overheersende stroomsnelheid als ook de korrelgrootte van het sediment af (JARKE, 1956; McCAVE, 1971; STRIDE, 1965).

TESCH (1937), VAN VEEN (1937), TESCH & RHEINHOLD (1946) hebben op de aanwezigheid van dagzomende Krijt en Tertiaire afzettingen in het Kanaalgebied gewezen. In dit gebied, met grote stroomsnelheden vindt vrijwel geen sedimentatie plaats, kan door sub-aquatiscche erosie Krijt en Tertiaire materiaal met getijdenstromen worden meegevoerd. Fossielen uit dit materiaal worden soms aangetroffen in het jonge zeezand van de zuidelijke Noordzee, hetgeen als bewijs wordt beschouwd voor materiaal transport in noordelijke richting van uit het Kanaal.

Het jonge, geel-bruine zeezand (dikte varieert tussen 10-0,5m); dat Duinkerker ouderdom bezit, bedekt de "oude" Noordzeebodem-topografie.

Op sommige plaatsen wordt deze bedekkende laag echter onderbroken door oudere afzettingen :

- Bruine Banken : Calais strandwal afzetting,
- ten westen van Texel is de laag jong zeezand dun en duiken plaatselijk Eem afzettingen op (OELE, 1971)

Op sommige plaatsen (ten westen van Texel Spur en Hoek van Holland bijv.) zijn diepe geulen, gevuld jong Holoceen zand, aanwezig. Deze geulen kunnen tot aan Veen Op Grote Diepte reiken.

De laag jonge zeezand is eveneens dun langs de Nederlandse kust in de brandingszone (OELE, 1971).

Het materiaal waaruit de Hindergroep Banken, de Vlaamse Banken, de Sandettie en de Falls, bestaat is door de Rijn en Maas ten tijde van lage zeestand gedurende de Würm glaciaties aangevoerd.

Tot slot van deze inleiding volgen enkele hydrografische gegevens, met betrekking tot de hoeveelheden slib, die recentelijk aan de Noordzee worden toegevoegd (TERWINDT, 1967; McCAYE, 1971c):

-- Rijn en Maas:	ca 4 milj. ton droog stof/jaar,	
-- Thames	: ca 1,5	"
-- Kanaal	: ca 2	"
-- Ems	: ca 0,1	"
-- Weser	: ca 0,5	"
-- Elbe	: ca 0,8	"

De rivier de Schelde brengt vrijwel geen slib in de Noordzee, het grootste deel van het Schelde slib sedimenteert namelijk in het Verdronken Land van Saaftinge.

### III. RESULTATEN VAN ANALYTISCH - EN GEO-CHEMISCHE ONDERZOEK

#### 1. Resultaten van het emissiespectrografisch onderzoek

Voor een uitvoerige beschrijving van de emissiespectrografische analyse methode, wordt verwezen naar het verslag:

"Emissiespectrografisch onderzoek van enkele Noordzee sedimenten"  
(geschreven in het kader van het bijvak Geochemie).

De belangrijkste resultaten van dit onderzoek zijn:

1. verdeling van de elementen over de lichte en zware mineralen fracties (37-63 $\mu$ ).
2. de Zr/Hf verhouding van enige monsters (37-63 $\mu$ ).
3. het verband tussen het zware mineralen gehalte van de 37-63 $\mu$  fractie en de element-gehalten in deze korrelgrootte fractie.

Gedurende het onderzoek rees het vermoeden, dat de verdeling van de elementen in verband zou kunnen staan het zware mineralen voorkomen in de monsters.

Dit vermoeden wordt voor een deel bevestigd door RANKAMA & SAHAMA (1950) in het tweede deel, handelende over de wijze van voorkomen van de elementen.

Echter DOEGLAS, FAVEJEE, NOTA & VAN DER PLAS (1965) vermelden:

"However, the clay fraction and the light fraction may well be a much larger source of minor elements such as copper, maganese, magnesium and borium than the negligible amounts of such elements present in the heavy fraction".

Getracht werd van een aantal monsters de zware mineralen af te scheiden d.m.v. de scheitrechterscheidingsmethode, gebruikmakende van de scheidingsvloeistof bromoform ( $D=2,89$ ). Maar gezien de geringe deeltjesgrootte van de silt korrels voldeed deze wijze van mineralscheiding slecht.

Van een aantal monsters (zowel de 37-63 $\mu$  als de 25-37 $\mu$  korrelgrootte fractie) afkomstig van de verschillende monstergebieden, zijn enige emissiespectrografisch opnamen gemaakt van zowel de lichte als de zware mineralen fracties. De hier toegepaste scheidingsmethode is een ietwat verbeterde scheitrichter scheiding.

Van het resultaat van een dezer opnamen (En-4, 37-63 $\mu$ ) zijn twee foto's gemaakt. Op deze foto's zijn drie spectra zichtbaar, van boven naar onderen:

1. een ijzer referentie spectrum,
2. een zware mineralen spectrum: En-4, 37-63 $\mu$ ,
3. een lichte mineralen spectrum: En-4, 37-63 $\mu$ .

De zware en lichte mineralen spectra zijn verdeeld in drie belichtings trappen. De verhouding van de belichtingstijden in de

volgorde: bovenste, middelste en onderste deel van de spectra, is:

1 : 3 : 20.

De mate van "witting" van de spectraallijnen (de foto's zijn eigenlijk negatieven, zodat er in werkelijkheid van de mate van zwarting gesproken wordt) gemeten m.b.v. een micro-fotometer, is recht evenredig met de concentratie van de elementen. Bovenstaande betekent bijvoorbeeld, in het geval van de Fe-spectraallijn (3100 Å), die juist zichtbaar is in de onderste trap (= de 1/1 trap) van het lichte mineralen (=onderste spectrum, en die eenzelfde of grotere intensiteit bezit in de bovenste (=de 1/10<sup>ste</sup>) trap van het zware mineralen (=middelste) spectrum, dat:

het ijzer gehalte van de zware mineralen minstens 20 maal zo groot is als het ijzer gehalte van de lichte mineralen.

De beide foto's tonen duidelijk, dat de elementen Zr, Hf, Ti en Fe in zeer sterke mate geconcentreerd zijn in de zware mineralen fractie.

Dit is in mindere mate het geval met Al, Na en Ca, terwijl Si in de lichte mineralen fractie een grotere concentratie bezit dan in de zware mineralen fractie.

Deze duidelijke concentraties van bepaalde elementen in de zware mineralen fractie, is ook geconstateerd in de 25-37 µ korrelgrootte fractie en in de monster afkomstig uit andere monstergebieden.

Het zal uit het voorafgaande duidelijk zijn, dat dit effect ("concentratie-effect") = Het voorkomen van bepaalde elementen vrijwel uitsluitend in de zware mineralen fractie, van groot belang is, indien met sedimenten wil karakteriseren m.b.v. het spore-element gehalte.

Uit het kwantitatieve deel van het emissiespectrografisch onderzoek (MISDORP 1975: Tabel I) blijkt dat: met uitzondering van de monsters afkomstig uit het Vlaamse Banken gebied, de geochemische verschillen

(van de totaal (=lichte+zwane mineralen), 37-63µ fracties) tussen de monstergebieden, in de meeste gevallen niet groter zijn dan de verschillen tussen monsters afkomstig uit één monstergebied.

Dit zou kunnen betekenen, dat dit "concentratie-effect" de geochemische verschillen tussen de monster gebieden versluiert. Tevens vormt het afwijkende "gedrag" der Vlaamse Bank monsters (zie bovengenoemde Tabel) een aanwijzing hiervoor. Deze monsters namelijk bezitten alle de laagste Zr, Hf, Mn, Cr, V en Y-gehalten en tevens bezitten zij de laagste zware mineralen gehalten (alle < 1,0 %).

Met behulp van de resultaten van het kwantitatieve onderzoek en voortbouwend op de bovengenoemde gedachten zijn diagrammen (zie Appendix II en MISDORP (1975: Figs. 4 t/m 12) getekend waarin:

- y-as: percentage zware mineralen,
- x-as: element gehalten in ppm of procenten, uitgezet zijn.

Uit deze correlatie-diagrammen blijkt, ondanks de beperking van het geringe aantal geanalyseerde monsters per monstergebied, dat:

- een positieve correlatie aanwezig is tussen het zware mineralen gehalte enerzijds en het Zr, Hf, Y, V, Cr en Mn gehalte anderzijds;
- in de Zr, Hf, Y en in mindere mate in de Cr en V - diagrammen lijnen te construeren zijn, die de symbolen van één monster gebied met elkaar in betrekking brengen. Deze lijnen zou men karakteristiek voor een bepaald monster gebied kunnen noemen.
- in de Mn diagrammen de symbolen van de monstergebieden, alle binnen een nogal nauwe zone liggen.
- in de  $Al_2O_3$ -,  $Na_2O$ - en  $K_2O$  diagrammen een totaal ander beeld aanwezig is. Hier hebben de monsters veel meer een verticaal

verloop, soms zelfs een neiging tot een negatieve correlatie.  
 -- het eventueel mogelijk zou kunnen zijn om met behulp van correlatie- en richtingscoëfficiënten, die berekend zijn uit deze diagrammen, de sedimenten van de monstergebieden te karakteriseren.

Meer meetpunten in de correlatiediagrammen zijn nodig om bovenstaande met grotere zekerheid te kunnen stellen.

Tot slot de Zr/Hf verhouding, die volgens ESSON, (1968) afneemt bij voortschrijdende magma differentiatie en die per monstergebied zou kunnen verschillen.

Om de vraag te kunnen beantwoorden, of de Zr/Hf verschillen tussen de monstergebieden ook inderdaad significante verschillen zijn, moeten meer Zr en Hf bepalingen verricht worden. Tevens moet de (analyse) fout (=SD%=ca.20%, met uitschieters naar 30-35%) in de verhouding, verlaagd worden.

## 2. Resultaten van de Non-destructieve Neutronen Activerings Analyse

### (NNAA)

De analyse methode en de problemen, die samenhangen met de kwantitatieve aspecten van de NNAA (RCN-Petten), zijn reeds eerder door mij beschreven in:

- Resultaten van Fluxvariatiemetingen in de HFR-PIF posities (Chemie Memo No 70/7, RCN).
- Van kunstmatig mengsel tot standaard of van standaard tot kunstmatig mengsel.
- Bepaling van zestien hoofd-, neven- en spore-elementen in sediment monsters met behulp van instrumentele neutronen activerings analyse.
- Bepaling van 16 elementen in sedimenten met behulp van

instrumentele neutronenactiveringsanalyse

(Chemie Memo No 72/ , RCN).

2.1. Resultaten van de NNAA van vijftig totaal (=lichte+zware)  
mineralen monsterfracties (37-63 $\mu$ )

Uit het voorgaande is gebleken, dat er meer monsters kwantitatief geanalyseerd dienden te worden. Dit doel is getracht te bereiken met behulp van NNAA van zowel kortlevende isotopen van Al, K, Na en Mn, als van langlevende isotopen van Fe, Co, Sc, Cr, Rb, Cs, Hf, Ce, Eu, Yb, Ta en Sb.

Waarom zijn juist deze elementen bepaald? Met behulp van de gebruikte apparatuur is het niet mogelijk meer elementen kwantitatief te bepalen. De genoemde elementen vormen het maximum.

De analyseresultaten zijn vermeld in Tabel II (Serie-0) en in Tabel III (Serie I), zie Appendix II.

Er zijn géén monsters van het Vlaamse Banken m.b.v. de NNAA geanalyseerd, omdat dit monstergebied, gezien de resultaten van het emissiespectrografisch onderzoek, zeer duidelijk afwijkt van alle andere monstergebieden.

De eerder beschreven samenhang tussen het zware mineralen gehalte en de element gehalten, is met behulp van de NNAA-resultaten verder uitgewerkt. Met een correlatie-regressie-computer programma<sup>++</sup> zijn per monstergebied berekend:

-- de correlatie coëfficiënt, deze geeft de sterkte van de relatie tussen % zware mineralen en element gehalten weer.

In formule vorm uitgedrukt is de correlatiecoëfficiënt=

$$r = \frac{1/N \cdot (x-\bar{x}) \cdot (y-\bar{y})}{x \cdot y} \quad \text{waarin}$$

$N$  = 't aantal waarnemingsparen,

$\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  = gemiddelde van alle  $x$  resp.  $y$  waarden

$s_x$ ,  $s_y$  = stand. deviaties van resp. alle  $x$  en  $y$  waarden

De  $r$  kan variëren tussen  $-1,00$  tot  $+1,00$ , m.a.w.

geeft een volkomen functioneel negatief resp. positief verband weer.

- de vergelijking van de regressielijn (op de output)

in de vorm  $Z = A + BX$ , waarin:

$Z$  = afhankelijke variabele = elementgehalten van de totale 37-63 $\mu$  fractie,

$X$  = onafhankelijke variabele = % zware mineralen van de 37-63 $\mu$  fractie,

$A$  = asafsneding,

$B$  = richtingscoëfficiënt = tangens van de hoek tussen de regressielijn en de  $x$ -as.

De algemene formule van de regressielijn is:

$$(X - \bar{X}) = r \cdot \left( \frac{X}{Z} \right) \cdot (Z - \bar{Z}) \quad (\text{MORONEY 1967}).$$

<sup>++</sup> De verwerking en plot-procedures zijn geschied met een X-8 Electrologica, Mathematisch Centrum, Amsterdam, en met medewerking van Mevrouw C. Preyer en de Heer W. van Noten.

- de gemiddelde  $Z$ -waarde van de populatie (=MY),

- de grenzen voor MY en de richtingscoëfficiënt  $B$ ,

met een betrouwbaarheid van 95%.

In Tabel I, wordt de betekenis van deze symbolen gegeven. Tevens worden in deze Tabel vermeld de monsternummers, de monsterplaats omgeving, de bijbehorende geografische posities, de diepte en de kustafstand, en het percentage zware mineralen van de 37-63 $\mu$  fractie. Verder indien bepaald het zware mineralen gehalte van de 25-37 $\mu$  fractie, de parameters

van de granulaire samenstelling, de kalk- en humusgehalten.

Opgemerkt wordt dat om plot-technische redenen de x- en y-as van de correlatiediagrammen verwisseld zijn.

Correlaties kunnen bij toeval ontstaan, vooral bij kleine aantallen gegevens moet er opgepast worden.

In WIJVEKATE (1970) zijn de grenswaarden voor de correlatiecoëfficiënten gegeven afhankelijk van het aantal ( $=n$ ) geanalyseerde monsters per monstergebied; slechts bij overschrijding van deze grenzen mag tot niet toevallige relatie besloten worden. Er moet op gewezen worden, dat een niet significant resultaat niet wil zeggen dat de veronderstelling niet waar zou zijn. De enige conclusie in dat geval is, dat er géén conclusie getrokken kan worden en dat het onderzoek uitgebreid dient te worden.

Op grond van het "gedrag" van de elementen in de correlatiediagrammen en op grond van de wijzen van voorkomen van de elementen in de natuur zijn de verkregen resultaten (output+correlatiediagrammen) in vier groepen verdeeld.

Drie groepen dragen de namen van de meest uitgesproken vertegenwoordiger:

- de Hf-groep : Hf, Eu en Yb,
- de Mn-groep : Sc en Ta,
- de Al-groep :  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , Cs, Sb,
- de rest-groep:  $Fe_2O_3$ , Co en Cr.

De resultaat bespreking, die nu volgt, is voornamelijk gebaseerd op twee kenmerken:

1. de grootte van de correlatie-coëfficiënt  $r$  in verband met het aantal waarnemingsparen  $n$ ,
2. de grenzen van  $MY$  en  $B$ .

De Hf-groep:

Het element Hf komt als schaduwelement van het element Zr, voor het allergrootste deel voor in het mineraal zirkoon en is als zodanig te beschouwen als rechtstreekse vertegenwoordiger van één mineraal n.l. zirkoon. De mogelijkheid om sedimenten met behulp van Hf via de (%zware mineralen-element gehalten) diagrammen te karakteriseren is van uit theoretisch-geochemisch oogpunt hier bij uitstek aanwezig. Dit, zoals zal blijken, in tegenstelling tot bijvoorbeeld elementen als Mn en Sc. Deze elementen komen immers zeer verspreid voor, in diverse mineralen en de kans op een gerelateerd mineralogisch-geochemisch onderscheid is gering.

Gezien relatie tussen r en n, is het Nr-correlatie resultaat niet significant te noemen en zijn meer waarnemingen noodzakelijk.

De resultaten van Tabel IV en de geplote regressielijnen leiden tot significante verschillen tussen:

de Th+En-, het Ne- en de Duitse monstergebied(en).

Eu en Yb zijn zeldzame aard-elementen, zij komen vooral voor in xenotiem, titaniet en in mindere mate ook in kaliveldspaten. Hun voorkomen is dus beperkt tot een klein aantal mineralen. Dit is de reden, dat deze elementen geplaatst zijn in de Hf-groep. Uit de Eu output-correlatie resultaten en de vier regressielijnen, blijkt, dat er ondanks hoge correlatie coëfficiënten van de En en Ne monsters géén onderscheid te maken valt tussen de monstergebieden. Dit geldt in iets mindere mate voor het element Yb.

In de Hf, Eu en Yb correlatiediagrammen valt het monster Ne 11 op door zijn afwijkend gedrag. Dit in tegenstelling tot het monster En 16.

### De Mn-groep

Opvallend in deze groep is de duidelijke, positieve correlatie met hoge correlatie coëfficiënten in de Mn, Sc en Ta diagrammen en output gegevens. Een enkel monstergebied wijkt af. Met behulp van de berekende grootheden: helling, MY en asafnede is het niet mogelijk om onderscheid te maken tussen de monstergebieden in deze Mn-groep.

Met betrekking tot het element Sc vallen het Th ( $r=0,75$ ) en het En ( $r=0,26$ ,  $n=10$ ) monstergebied op door hun (te) lage correlatiecoëfficiënten.

In het Ta-correlatie diagram valt op de hoge negatieve correlatie van de Th monsters. De (te) weinig gespreide ligging van de vier meetpunten, echter veroorzaken een grote fout in de ligging van de regressielijn.

Worden alle meetpunten als één grote verzameling beschouwt dan vallen de zeer hoge correlatie coëfficiënten en de geringe fout in de ligging van de regressielijnen, speciaal in de Mn en Ta diagrammen op. Dit toont nogmaals de onmogelijkheid aan om onderscheid te maken tussen de onderzochte monstergebieden met behulp van de Mn-, Sc- en Ta correlatiediagrammen. Een geochemische verklaring hiervoor is te vinden in de wijze van voorkomen van deze drie elementen in de natuur:

Mn, Sc en Ta komen namelijk sterk verspreid over een groot aantal (zware) mineralen voor.

Het zijn "dispersed elements" (zie Appendix II).

De Mn-regressielijn met zijn zeer hoge correlatiecoëfficiënt ( $r=0,95$  ;  $n=50!$ ), heeft een asafsnede van +0,15% zware mineralen. Gezien de grote precisie van deze regressielijn (geringe fout in MY en B) kan het volgende gesteld worden:

1. het element Mn geheel afwezig is in de lichte mineralen, gezien het feit dat de regressielijn vrijwel door de

oorsprong van de diagram gaat, en geen stuk van de positieve (elementgehalte) y-as (=100% lichte mineralen of 0% zware mineralen) afsnijdt.

2. de gebruikte zware mineralen scheidingsmethode (mbv centrifuge) bezit een geringe fout. Dit blijkt uit de nauwkeurig bekende afsnede van de regressielijn: +0,15% zware mineralen. Iedere vorm van toevaligheid, dat de regressielijn niet door bijv. +0,5 of +1,0% zware mineralen gaat, is uitgesloten gezien de hoge correlatie coëfficiënt, de geringe spreiding van de regressielijn en gezien de geringe fout in de Mn-bepaling.

Uit het verloop van de Sc-regressielijnen blijkt, dat:

1. de lichte mineralen ook Sc zullen bevatten (VAN TONGEREN 1938; RANKAMA & SAHAMA 1950; DAS, ZONDERHUIS & VAN DER MAREL 1971).
2. de  $r=0,75$ , dit is gezien het grote aantal waarnemingsparen nog wel hoog maar beduidend lager dan de correlatie-coëfficiënt van Mn-regressielijn. Deze lagere correlatie-coëfficiënt kan veroorzaakt worden door het eventueel wisselende Sc-gehalte van de lichte mineralen.

Uit het verloop van de Ta regressielijnen volgt een mogelijke Ta-aanwezigheid in de lichte mineralen. Dit is niet met grote zekerheid te stellen gezien de weinig gespreide ligging van de Th-meetpunten en de te lage "r" van de Nr. monsters.

Monster Ne 11 (vlak onder de kust bij Katwijk) valt op in de Mn-, Sc- en Ta-correlatiediagrammen door zijn lage element gehalte en zijn hoge zware mineralen gehalte.

Monster En 16 (Westflank Deep Channel) gedraagt zich duidelijk afwijkend in het Sc-correlatie diagram.

De Al-groep

Het waarnemingspuntenpatroon van de correlatiefiguren van deze groep wijkt sterk af van het puntenpatroon van de reeds besproken correlatiediagrammen. Een verklaring voor deze afwijkende correlaties wordt gevormd door het feit, dat de elementen Al, K, Na, Cs en Rb voornamelijk voorkomen in de lichte mineralen en wel in veldspaten en muskoviëten (zie Appendix II en RANKAMA & SAHAMA, 1950).

Hieronder volgt een resultaat bespreking per monstergebied:

## -- Nederlands kustgebied:

het verloop van  $Al_2O_3$ ,  $K_2O_3$ ,  $Na_2O$ , en Cs regressielijnen is vrijwel parallel met de x-as, dit betekend dat een totale onafhankelijkheid bestaat tussen de zware mineralen gehalten en de gehalten van de genoemde elementen, aanwezig in de totaal (lichte+zware) mineralen fractie. Het Katwijkse monster Ne 11 wijkt in deze correlatiediagrammen niet af.

## -- Nederlandse rivieren:

gezien de te lage correlatiecoëfficiënten van de vier relaties kan er géén conclusie getrokken worden.

## -- Engels kustgebied:

de correlatiecoëfficiënt van het  $Na_2O$ -diagram is te klein. In de overige correlatiediagrammen is een duidelijke negatieve correlatie waar te nemen.

Over deze sterke negatieve correlatie het volgende:

als voorbeeld het verloop van de regressielijn in het

$Al_2O_3$ -diagram: 3% zware min. (=97% lichte min.) --- 5%  $Al_2O_3$   
 1% " " (=99% " " ) --- 10%  $Al_2O_3$

De zeer geringe toename van het lichte mineralen gehalte van 97 tot 99%, kan niet verantwoordelijk zijn voor de verdubbeling van het  $Al_2O_3$ -gehalte. Een verschillend veldspaat (de Al-houdende

mineralen) gehalte van deze En-monsters zou wel de verklaring kunnen vormen.

Bovengenoemde negatieve correlatie is niet alleen zichtbaar in de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -diagrammen maar valt ook waar te nemen in de  $\text{K}_2\text{O}$ -, en Cs figuren.

- Thames :

de correlatiecoëfficiënt van de  $\text{Na}_2\text{O}$  en Cs-correlatie ligt net iets onder de significantie grens,  $r=0,90$  bij  $n=4$ . De "r" van de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -correlatie is zeer duidelijk veel te klein om een zinvolle conclusie te trekken. De  $\text{K}_2\text{O}$ -correlatie is een fraai voorbeeld van een correlatie van een maximale "r", maar toch kan de fout in de regressielijn aanzienlijk zijn. Deze fout wordt namelijk onder andere bepaald door de spreiding van de punten in het correlatiediagram. De vier Th- $\text{K}_2\text{O}$  meetpunten liggen dicht bij elkaar. Deze Th- $\text{K}_2\text{O}$  - en de eerder genoemde Th-Ta correlatie laten zien, dat de interpretatie van correlatie resultaten pas zinvol is, indien naast de correlatiecoëfficiënt ook de fout in de regressievergelijking bij de beschouwingen betrokken wordt.

- Duits kustgebied:

de "r" is te klein in de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{K}_2\text{O}$  en  $\text{Na}_2\text{O}$  diagrammen.

- Elbe:

de "r" is te klein in de  $\text{K}_2\text{O}$ - en  $\text{Na}_2\text{O}$  diagrammen.

de sterk negatieve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  correlatie valt op, of deze negatieve correlatie zich ook voordoet bij  $\text{K}_2\text{O}$  of  $\text{Na}_2\text{O}$  is gezien de kleine "r" moeilijk te zeggen.

- Weser en Ems:

de correlatiecoëfficiënt van  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{K}_2\text{O}$  en  $\text{Na}_2\text{O}$  diagrammen is voor beide monstergebieden te gering.

- De Sb correlatie:

Het verspreidingspatroon van de punten van En, Nr en Ne monstergebieden bezit grote overeenkomst met het patroon van de overige leden van de Al-groep.

De "r" van de En en Nr monstergebieden is veel te klein. De Th monsters bezitten een opvallend hoog Sb-gehalte, zo hoog dat er aan een Sb-contaminatie kan worden. Het zou hier dan een contaminatie betreffen, die de voorbewerking heeft overleefd.

De restgroep

Gezien het dispers voorkomen van de elementen Fe, Co en Cr in de natuur, zou men verwachten, dat er géén onderscheid tussen de verschillende monstergebieden mogelijk zou zijn. Echter, uit het onderstaande zal blijken, dat in sommige gevallen wel van significante verschillen gesproken kan worden.

De  $Fe_2O_3$ -correlatie:

- de "r", "B" en "MY" van het En gebied zijn door de computer verkeerd berekend. Het verloop van de En-regressielijn zou veel vlakker moeten zijn.
- er is onderscheid mogelijk tussen En en Th monstergebieden enerzijds en Ne en Du monstergebieden anderzijds.
- de belangrijkste Duitse rivier, de Elbe bezit ten opzichte van het Du-monstergebied een grotere richtingscoëfficiënt, evenzo Nr ten opzichte van Ne monstergebied.

De Co-correlatie:

- het Th monstergebied onderscheidt zich van de En monsters zo verschilt Nr ook van Ne. De regressielijnen van de beide rivieren bezitten een veel grotere richtingscoëfficiënt dan de regressielijnen van de beide kustgebieden. Dit zelfde

verschijnsel is ook geconstateerd bij de richtingscoëfficiënten van de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -regressielijnen der rivieren ten opzichte van de bijbehorende kustgebieden.

De Cr-correlatie:

- er is geen onderscheid mogelijk tussen het En en Ne monstergebied.
- de Th correlatiecoëfficiënt is te geringe.
- ondanks de (te) lage correlatiecoëfficiënt en de grote spreiding in de richtingscoëfficiënt van het Nr monstergebied, is het duidelijk dat deze monsters een hoog Cr-gehalte bezitten in verhouding tot hun zware mineralen gehalte. Een aantal Nr monsters bevatten zwarte deeltjes (s.g. 2,5-1,8), die zoals uit enkele analyses gebleken is, 1 - 2% Cr kunnen bezitten. Op Röntgen-camera opnamen geven deze zwarte deeltjes reflecties op de plaats van koolstof. Deze Cr-bevattende zwarte deeltjes vormen een verklaring voor het hoge Cr-gehalte van een aantal Nr monsters.

De monsters Ne 11 en En 16 wijken af van de overige Ne rep.

En monsters in de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -, Co- en Cr-correlatiediagrammen.

## 2.2. Resultaten van de NNAA van een 70-tal lichte mineralen monsters (37-63ml)

Deze resultaten staan vermeld in Tabel V (Serie II, zie Appendix Geochemie).

Met behulp van deze resultaten zijn voor 11 elementen het gemiddelde element gehalte en de absolute standaarddeviatie per marien of fluviatiel monster gebied berekend. Zie Tabel VI. In deze Tabel zijn tevens per monstergebied de gemiddelde  $\text{K}_2\text{O}/\text{Rb}$  en de  $\text{Ce}/\text{Eu}$  verhouding, plus hun absolute standaard deviatie per monstergebied berekend.

Enkele opmerkingen met betrekking tot de resultaten vermeld in

Tabel VI:

- een aantal monstergebieden bezitten grote spreidingen (grote SD) in het gemiddelde gehalte van een aantal elementen;
- het En-gebied, groot, nogal inhomogeen met betrekking tot de geologie en hydrografie en waarvan het grootste aantal monsters (15) zijn geanalyseerd, bezit voor alle elementen en verhouding, de grootste spreiding. Er kan echter niet zonder meer gesteld worden, dat met het groter worden van het aantal geanalyseerde monsters, ook de spreiding groter wordt.
- de volgende kenmerken per monstergebied kunnen worden genoemd:
  - Du-gebied: laag  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -, Sc-, Sb-gehalte, lage Ce/Eu.
  - Elbe : hoog  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -, K-, Rb- en Cs gehalte, laag  $\text{K}_2\text{O}/\text{Rb}$ .
  - Weser : bezit géén specifieke kenmerken.
  - Ems : laag Co-, Sc- en Eu gehalte.
  - Ne-gebied: laag  $\text{Na}_2\text{O}$  gehalte.
  - Nr-gebied: hoog  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -, Sc-, Eu-,  $\text{Na}_2\text{O}$ -, Rb- en Cs-gehalte, laag  $\text{K}_2\text{O}/\text{Rb}$ .
  - En-gebied: opvallend grote SD voor  $n=15$ ; als En 14 en En 16 weggelaten worden, dan blijft er nog een hoge SD voor:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  en Rb; laag  $\text{Na}_2\text{O}$ -, Rb-, en Cs gehalte, hoog  $\text{K}_2\text{O}/\text{Rb}$ .
  - Th : laag  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{Na}_2\text{O}$ -, Rb- en Cs gehalte, hoog  $\text{K}_2\text{O}/\text{Rb}$ .
  - Vl-gebied: laag  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - en Ce gehalte, lage Ce/Eu.
  - Zw-gebied: laag Co gehalte.
  - Sc : laag Rb gehalte.

Het sterk fluctuerende  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{K}_2\text{O}$ - en Rb gehalte der En-lichte mineralen, bevestigt het geen in III.2.1. waargenomen is in de correlatie tussen het zware mineralen gehalte enerzijds en de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - en  $\text{K}_2\text{O}$  gehalten van de totale fractie anderzijds. Het is niet denkbeeldig, dat, indien de veldspaatgehalten bepaald zouden kunnen worden, er meet tekening in de resultaten van Tabel VIII zouden komen. Dit is min of meer analoog met de in III.1. beschreven situatie, waarin zonder het % zware mineralen te kennen, de verschillen tussen de monstergebieden min of meer versluiend werden.

De resultaten van de element gehalten van de lichte mineralen fractie zouden, indien het % veldspaat bekend was, aan een zinvolle variantie analyse onderworpen kunnen worden.

Een opmerking over het aantal monster van het En-gebied in Tabel VI:

$n = 13$  betekent: 15 - (En14 en En16),

$n = 12$  betekent: 15 - (En14, En16 en En19),

$n = 11$  betekent: 15 - (En14, En16, En 19 en En25).

Het is mogelijk om met behulp van het zware mineralen gehalte enerzijds en het element gehalte van zowel de totale als lichte mineralen anderzijds, de verdeling van de element over de lichte en zware mineralen te bepalen. Bij deze beschouwingen is het van belang rekening te houden met de mogelijke bijdrage van zware mineralen in de lichte mineraal fase. Deze bijdrage van zware mineralen wordt veroorzaakt door de fout in de mineralenscheiding, waardoor maximaal 0,2% zware mineralen in de lichte mineralen fractie aanwezig kan zijn.

Uit Tabel V blijkt dat:

- de elementen K, Na, Rb en Cs voor het grootste deel in lichte mineralen voorkomen;
- Al en Sb gehalten in de zware mineralen slechts geringe invloed uitoefenen op de gehalten in de totale mineralen fractie;

- de elementen Fe, Co, Sc, Ce, Eu en Ta voor het belangrijkste deel in de zware mineralen aanwezig zijn, maar dat deze elementen duidelijk ook in de lichte mineralen zijn vertegenwoordigd;
- de elementen Mn, Cr, Hf en Yb vrijwel alléén voorkomen in de zware mineralen en dat de gehalten, die bepaald zijn in de lichte mineralen fracties, voor het grootste deel veroorzaakt worden door de fout in de zware mineralen scheiding.

Gezien het laatste zou het weinig zinvol geweest zijn om de gemiddelde element gehalten en de SD van de lichte mineralen fractie, per monstergebied te berekenen voor deze elementen: Mn, Cr, Hf en Yb. Deze elementen zijn dan ook niet opgenomen in Tabel VI.

### 3. Resultaten van kwantitatieve Gallium bepalingen

Uit de, in Appendix II vermelde wijze voorkomen van de elementen Al en Ga, volgt, dat:

- Ga zeer goed Al diadochisch kan vervangen,
- de Ga/Al verhouding sterk kan variëren.

't Zou mogelijk kunnen zijn, dat de Ga/Al verhouding van de (marien) monstersgebieden significant verschillen. Gezien bovenstaande, is getracht het Gallium kwantitatief te bepalen van enige monsters (dwz van zowel de lichte als de zware mineralen 37-73 $\mu$  fracties). Het Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-gehalte is reeds bepaald.

Een snelle Ga-bepalingsmethode, die geschikt zou zijn voor een groot aantal monsters met een redelijke nauwkeurigheid (= rel. stand. deviatie ca. 10%) in het concentratiegebied van 1-10ppm Ga, was noch op het I.K.O., noch op het Instituut voor Kristallografie (UvA)-afd. Röntgen Fluorescentie(XRF), noch op het R.C.N.-Petten aanwezig.

In eerste instantie is getracht Ga te bepalen met behulp van XRF

(in samenwerking met Dra. B. Koch en W. Molleman) Na enige experimenten met Ga-standaarden bleek het echter zeer onwaarschijnlijk, om in het concentratie gebied van 1-10ppm Ga een nauwkeurigheid van ca. 10% te behalen.

Na twee weken experimenteren met de destructieve neutronen activeringsanalyse (R.C.N.-Petten), is er een bevredigende Ga-bepaling tot stand gekomen (zie Appendix II: Kwantitatieve Ga-bepaling).

Van 17 monsters (lichte fractie 37-63 $\mu$ ) uit vijf mariene monstergebieden en van drie monsters (37-63 $\mu$ : zowel de lichte, zware als de totale fracties) is het Ga-gehalte bepaald.

In de zware mineralen fractie van En-1 en Du-4 is het Ga-gehalte ongeveer 6 maal zo hoog als in de lichte fracties van beide monsters, voor het Zw-2 monster is dit ongeveer 4 maal zohoog.

Tevens blijkt uit het Ga-gehalte van de zware, lichte en totale fractie van de drie monsters, dat de scheidingsfout van de zware mineralen scheiding geen noemenswaardige invloed heeft op het Ga-gehalte van de lichte mineralen:

stel dat er nog ten gevolge van de fout in de zware mineralen scheiding zo'n 0,2% zware mineralen in de lichte fractie aanwezig is, dan betekent dit bijv. voor

En-1:	100% zware mineralen	21,5 ppm Ga,
	0,2% " "	0,04ppm Ga,

en dit laatste Ga-gehalte is van generlei invloed op de 3,5 ppm Ga van de lichte mineralen fractie.

Uit de Tabel VII blijkt, met betrekking tot de Ga/Al verhouding in de lichte mineralen fracties van de vijf mariene monstergebieden, dat

- er zeker géén sprake is van in 't oog springende verschillen tussen de vijf monstergebieden,
- de Ga/Al verhouding van één monstergebied nogal kan variëren, v.b.:



Vlaamse Banken: 0,68-1,45, in deze variatiebreedte bevindt zich vrijwel het gehele scala van de overige Ga/Al,

- de Ne- en Zw-monsters bezitten een geringe variatiebreedte, in vergelijking met de overige monstergebieden,
  - gezien het hier de lichte mineraal fracties betreft zal de Ga vervanging van Al vnl plaats vinden in de veldspaat-structuren. Daarom zou het aanbeveling verdienen om:
    - het veldspaat gehalte van de monsters (37-63µ!!) te bepalen (maar hoe?);
    - meer, (eventueel nauwkeuriger) Ga-bepalingen uit te voeren.
- Bovenstaande tussen enerzijds 't Ga-gehalte en de Ga/Al en anderzijds het percentage veldspaten (al dan niet opgesplitst maar de belangrijkste leden van deze mineraalgroep).

#### 4. Samenvatting

De resultaten van de analytisch- en geo-chemische onderzoeken kunnen als volgt worden samengevat:

1. de Vlaamse banken onderscheiden zich van alle overige monstergebieden door de zeer lage zware mineralen gehalten (37-63µ) en door de zeer lage element gehalten.
2. met betrekking tot de % zware mineralen-element gehalte correlaties:
  - a. het element Hf biedt de onderscheidingsmogelijkheid tussen Th+En gebied, Ne gebied en het Duitse monstergebied.
  - b. het En-gebied onderscheidt zich duidelijk van de overige monstergebieden in de  $Al_2O_3$ -,  $K_2O$ - en Cs correlatiediagrammen.

- c. de Th+En monsters onderscheiden zich van de Ne en Du monster in de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  correlatiediagrammen.
  - d. er is een Co-onderscheid tussen de Th en Nr riviermonsters enerzijds en de monsters van de En en Ne kustgebieden anderzijds.
  - e. de Th en Nr monsters vallen op door hun resp. hoge Sb en Cr gehalten, waarschijnlijk veroorzaakt door contaminatie.
3. uit de lichte mineralen-analysen blijkt:
- a. de Zw monsters bezitten een opvallend laag Co-gehalte.
  - b. de Th+En monsters hebben een hoge  $\text{K}_2\text{O}/\text{Rb}$  verhouding.
  - c. de Vl monsters onderscheiden zich door een laag  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - en Ce gehalte, en een lage Ce/Eu verhouding.
  - d. de Du monsters bezitten een laag  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - en Sc gehalte.
  - e. de Ne monsters vallen op door een laag  $\text{Na}_2\text{O}$  gehalte.
4. de monstergebieden zijn niet of nauwelijks te onderscheiden van elkaar met behulp van de Hf/Zr en Ga/Al verhoudingen.

Met een verbeterde Ga-analyse methode:

afkoeltijd terugbrengen van  $3 \cdot T_{\frac{1}{2}}^1$  ( $T_{\frac{1}{2}}^1$ =halfwaardetijd,  $T_{\frac{1}{2}}^{172}\text{Ga}=14,1$  uur) naar  $1 \cdot T_{\frac{1}{2}}^1$ , hierdoor wordt een hogere desintegratiesnelheid verkregen en wordt een grotere nauwkeurigheid van de Ga-bepaling bereikt. Desalniettemin lijkt het, gezien de beschikbare gegevens niet erg waarschijnlijk, dat de genoemde twee elementverhoudingen gebruikt zouden kunnen worden als onderscheidingscriteria.

Tot slot nog een opmerking met betrekking tot de % zware mineralen-elementgehalte correlatie:

het zinvolle van deze correlaties, afgezien van de mogelijkheid om monstergebieden van elkaar te kunnen onderscheiden, blijkt uit de

mogelijkheid, de verspreidingspatronen der waarnemingspunten in de correlatiediagrammen in drie groepen te verdelen: de Hf-, Mn- en  $Al_2O_3$  groep. Het voorkomen van deze drie groepen is namelijk geheel op theoretisch geochemische gronden te verklaren. Met anderen worden deze correlatie zijn afspiegelingen van geochemische mineralogische verschijnselen.

#### IV. ENKELE ADDITIONELE KENMERKEN VAN ENKELE SEDIMENT-MONSTERS

##### 1. Resultaten van granulaire analyses

Van 33 zeebodemmonsters zijn de granulaire samenstelling en het kalk- en humusgehalte bepaald.

Gezien de wijze waarop de rivieren zijn bemonsterd, leek het weinig zinvol van deze monsters de granulaire samenstelling te bepalen. De rivieren zijn zodanig bemonsterd, dat 't aandeel van de fijne korrelgroottefracties zo groot mogelijk is.

De resultaten van de bepalingen zijn vermeld in Tabel I. De granulaire samenstelling van de monsters worden weergegeven door de volgende parameters:

$\phi_{16}$ ,  $\phi_{50}$ ,  $\phi_{84}$ , de standaarddeviatie:  $\sigma_{\phi}$  en de scheefheid door  $sk_{\phi}$ .

Voor histogrammen en sommatiecurven van de monsters zie: Appendix III.

Bij beschouwing der resultaten kan het volgende opgemerkt worden:

1. Naast de  $\phi_{16}$  en  $\phi_{84}$  (INMAN 1952)-parameters, onderscheidt DOEGLAS (o.a. 1968) de kwartielwaarden  $Q_1$  en  $Q_3$ , die resp. de korrelgrootte waarden waarbij 25% en 75% van de verdeling fijner is, weergeven. De  $Q_1$ , Md,  $Q_3$ -waarden van de monsters variëren tussen: 1,5-2,5-3,0 en 4,5-5,0-10 met de nadruk op de waarden: 2,5-3,5-4,5.

Deze waarden komen min of meer overeen met de DOEGLAS (1968)

waarden in de " Q<sub>1</sub>MdQ<sub>3</sub> indices and environment" Tabel, die betrekking hebben op het ondiep marien milieu.

Hieronder volgt gebiedsgewijze een bespreking van de resultaten van de granulair analyse.

2a. De Vlaamse Banken:

onderscheiden zich van alle andere monstergebieden door de hoogste  $\phi_{84}$ - en  $\phi_{75}$  waarden, met uitzondering van monster V13 (6917).

b. De  $\phi_{50}$  waarden zijn eveneens met uitzondering van monster V13 groter dan alle andere mediaanwaarden.

c. De Vlaamse Bank monster zijn evenals de Engelse monsters matig-slecht gesorteerd (hoge  $\phi$  waarden).

d. Monster V18 (1072) valt door zijn zeer hoge kleigehalte (63%  $< 2\mu$ ) en door zijn hoge  $\phi_{16}$  waarde=6,2 op.

e. Monster V16 (6923) behoort geografisch gezien eigenlijk nauwelijks tot de Vlaamse Banken.

f. Monsters V16 en V13 zijn beide in het jaar 1969 genomen, de andere monsters in 1967.

3a. De Engelse kustmonsters:

vormen de tweede groep monsters, die matig-slecht gesorteerd zijn.

b. Monster En16 (1103) wijkt zeer opvallend af door zijn hoge kleigehalte (63%  $< 2\mu$ ) en door de hoogste negatieve scheefheid.

c. Minder opvallend maar toch hoog (24%  $< 2\mu$ ) is het kleigehalte van En25 (905), dat verder door de zeer slechte sortering opvalt.

d. Het monster En23 (954), dat dicht onder de kust is genomen, is duidelijk grover dan de andere monsters uit deze groep: een zeer lage  $\phi_{16}$  waarde: 1,00, maar tevens lage  $\phi_{50}$  en

$\phi$ 84-waarden. Dit monster is dicht onder de kust genomen, invloed cliff-erosie zeer waarschijnlijk.

e. Monster En1 (1180) is het best gesorteerde monster van deze groep, en is afkomstig uit de Thames-monding.

4a. Monsters afkomstig uit de omgeving van de Zwarte Banken (of beter Texel Spur): vallen op door de zeer goede sortering en door de geringe spreiding in de  $\phi$ 16,  $\phi$ 50,  $\phi$ 84-waarden.

b. Monster Zw2 (6907) wijkt enigszins af door de hogere  $\phi$ -waarde.

5a. De Duitse Kustmonsters:

kenmerken zich min of meer, door in de sorteringsgraad, een intermediaire positie in te nemen, n.l. tussen enerzijds se matig-slecht gesorteerde Vl en En-monsters, en anderzijds de veel beter gesorteerde Zw- en Ne monsters.

b. Monsters Du1 (3316), afkomstig uit de Wesermondig, is het best gesorteerde monster uit deze groep.

c. Monster Du2 (3306) valt op door de hoge  $\phi$ 50 waarde en door de slechte sortering.

6a. De Nederlandse kustmonsters:

zijn nogal goed gesorteerd (met uitzondering van Ne3 (1320)) en bezitten een niet al te hoge spreiding in de  $\phi$ 50 waarden.

b. De Ne monsters zijn verdeeld over drie raaien loodrecht op de Nederlandse kust, twee tendenties kunnen waargenomen worden:

verschuiving naar de grovere korrelgrootte fracties, bij toenemende kustafstand, én in noordelijke richting.

Tot slot een opmerking omtrent de invloed van het tijdstip van bemonsteren op granulaire samenstelling en andere kenmerk. De monsters

Ne7 (6967) en Vl3 (6917) zijn in 1969 genomen, alle andere monsters in 1967.

Monster Ne7, dat vrijwel op dezelfde plaats is genomen als Ne8, is grover van samenstelling dan de gemiddelde granulaire samenstelling van vergelijkbare monsters uit het Ne-gebied, het zware minerale gehalte van de 37-63  $\mu$  is hoger, 't humusgehalte is vrijwel hetzelfde, 't klei- en kalkgehalte is lager.

Dit zelfde geldt ook voor Vl3 ten opzichte van andere Vl-monsters.

## 2. Kalkgehalte

Het kalkgehalte van de 33 zeebodemmonsters is eveneens vermeld in Tabel I. Het kalkgehalte van de Vlaamse Bank monsters is, in vergelijking met dat van de andere monstergebieden, opvallend hoog. Een uitzondering is het monster Vl8 (1072), met een opvallend laag (2,3%  $\text{CaCO}_3$ ) kalkgehalte. De neide 1969-monster: Vl3 en Vl16 bevatten eveneens minder kalk.

Het lage kalkgehalte van de monsters Du 1 en En 1 hangt waarschijnlijk samen met de flux van zoet water en van fluviatiel sediment. Het lage kalkgehalte van En16 kunnen wijzen op een niet-marien karakter van het sediment (mogelijke continentaal Pliocene invloed).

## 3. Kleur van de monsters

Met behulp van de Standard Soil Color Chart (Fujihira Ind. Tokyo, Japan) is de kleur bepaald van de 33 zeebodemmonsters.

De kleur varieert tussen 7,5Y-6-1 tot 10YR-7-2.

De kleur van de Ne-, Vl-, En- en Zw monsters varieert tussen 10YR-7-2 en 2,5Y-6-2, met uitzondering van monsters Vl12 en Vl15, die de kleur 5Y-6-2 bezitten.

De Du monsters vallen op door hun geel-groene component, dat tot uitdrukking komt in de Hue-waarde: 5Y en 7,5Y.

De kleur is bepaald aan het totale (<2mm.), luchtdroge sediment.

#### 4. Enkele correlatie tussen eigenschappen van de 33 sedimentmonsters

##### 4.1. Inleiding

Uit het vorige en uit het nog volgende blijkt, dat een aantal monsters (o.a.: En16 (1103), Vl8 (1072), Ne11 (1075)) een afwijking bezitten en wel in de chemische samenstelling in de totaal fractie 37-63  $\mu$ , en/of in de granulaire samenstelling, en/of in het kalkgehalte en/of de morfoscopische samenstelling. Misschien is de reden van 't afwijkende gedrag der monsters een min of meer locale bijmenging van niet-recent materiaal aan het sediment.

Gezien het feit, dat de monsters genomen zijn met een Van Veen grijper en niet met een core-installatie, zijn er in verticale zin geen ongestoorde monsters genomen. De pollen-analyse, als dateringsmethode levert de best resultaten, indien er een inzicht bestaat in de verticale opbouw van een monster. Hierdoor biedt de datering meer zekerheid. Het zal duidelijk zijn dat de grijp-monsters zich niet gemakkelijk lenen tot waardevol dateringsonderzoek.

Het is misschien mogelijk om met behulp van enige sedimentologische karakteristieke waarden iets te vermelden omtrent het afwijkende gedrag van enige monsters.

##### 4.2. De correlaties tussen het percentage zware mineralen van de fractie 37-63 $\mu$ en de (gewichts)percentages van enkele korrelgroottefracties.

Uit gegaan is van de gedachte, dat bij een bepaalde aanvoer van materiaal en afnemende stroomsnelheid, sedimentatie optreedt. In dit afgezette sediment zal er een samenhang moeten bestaan tussen enerzijds het zware minerale gehalte van bijvoorbeeld de 37-63  $\mu$  fractie en anderzijds de met deze zware mineralen hydrodynamisch equivalente, korrelgrootte fractie.

Afwijkingen van deze samenhang zouden veroorzaakt kunnen worden door post-depositionele processen of doordat een deel danwel 't gehele sediment onder invloed van andere agentia is gevormd.

Uit figuur 2 blijkt:

Een zeer duidelijke positieve correlatie bij de Du-(correlatie-coëfficiënt= $r=0,83$ ) en Zw-( $r=0,95$ ) monsters, een grote mate van overeenstemming der "richtingscoëfficiënten" van deze monstergebieden, terwijl het zware minerale gehalte-niveau van de Zw monsters een grotere toevoer van zware mineralen zou kunnen impliceren.

Een matige positieve correlatie van de Ne-( $r=0,50$ ) en En-monsters. Deze laatste monsters vertonen een inhomogene verdeling, meer punten zijn nodig alvorens tot een uitspraak te kunnen komen. Dit laatste geldt ook min of meer voor de Vl monsters.

Uit figuur 3 blijkt:

De Zw monster verdeling met de zeer hoge  $r=+0,95$  uit de vorige figuur is veranderd in een negatieve correlatie met  $r=-0,72$  indien monster Zw6 (6978) niet tot de verdeling gerekend wordt, indien wel, dan ontstaat er een positieve correlatie met een lage  $r=+0,36$ . De Du monsters bezitten ook nu een  $r=0,84$ .

De Ne monsters bezitten een grotere correlatiecoëfficiënt n.l.  $+0,73$  dan de Ne monsters in de zojuist behandelde correlatie (%zw.min 37-63 $\mu$ ---%63-105 $\mu$ ). Zie Tabel VIII en Figuur 2.

De Du monsters zouden zowel zwaardere als middelzware zware mineralen kunnen bevatten, gezien de beide hoge correlatie-coëfficiënten in de figuur 2 en 3.

Andere aanwijzingen, die bovenstaande zou kunnen bevestigen, zijn:

1. het verloop van 't spore-element Hf van de Ne monsters in de totaal fracties 37-63 $\mu$  uitgezet tegen het % zware

mineralen 37-63 $\mu$  weerspiegelt nl. een hoger zirkoon gehalte dan dat der Du monsters. Zirkoon (D=4,7-4,9) is een van de zwaardere zware mineralen en vrijwel het enige mineraal, dat Hf bevat. Deze "bevestiging" heeft een beperking in die zin, dat er ook andere zwaardere zware mineralen voorkomen, bijvoorbeeld ilmeniet (D=4,7-5,2), monaziet (D=5,0-5,2), die zich niet zo duidelijk door één spore-element geochemisch laten vervolgen, des alnietem in een bepaald aandeel kunnen uitmaken van de zware mineralen van een sedimentmonster.

2. Opvallend, in Tabel IX, is dat de amfiboolgroep (=de lichtere mineralgroep onder de zware mineralen) sterk is vertegenwoordigd in 't Zw monster, terwijl zirkoon een belangrijk deel uit maakt van de drie Ne- en het En monster. Granaat(=middelzwaar zwaar mineralen) komt het meest voor in de Ne en En monsters. Zie Tabel IX.

Twee besprekingen gelden hier:

- a. slechts van een gering aantal monsters is de zware minerale samenstelling bepaald.
- b. slechts van een monster is van de 37-63 $\mu$  fractie de zware minerale samenstelling bepaald; van de andere monsters zijn de 63-105 en 105-210 $\mu$  fractie geteld.

Voor de verdeling van de En monsters geldt hetzelfde als opgemerkt is bij de vorige figuur. Bij de Vl monsters is iets meer tekening in de verdeling gekomen, dankzij het grotere aandeel der fractie 105-150 $\mu$  van de Vl.3 en Vl.16 monsters.

Uit figuur 4 blijkt:

De tendentie van de negatieve correlatie van de Zw monsters zet

zich versterkt voort. Nu vertonen ook de Ne monsters een negatieve correlatie. De Du monsters verlopen vrijwel parallel met de y-as. Ook in deze figuur hebben de Vl3 en Vl16 monsters een grote invloed. In het verloop van de En monsters is eventueel een positieve correlatie te herkennen (ook hier zouden meer En meetpunten gewenst zijn). Deze eventuele positieve correlatie tussen % zware mineralen en % korrelgrootte fractie 150-210 $\mu$ , zou in versterkte mate kunnen betekenen, hetgeen is gesteld voor de Ne monsters, bij de bespreking van de figuur 3.

Ter toetsing van hetgeen besproken is bij de voorgaande figuren, worden nu nog twee diagrammen beschouwd (Figs. 5 en 6).

Het zal duidelijk zijn, dat uit deze twee figuren, op grond van gestelde hypothese, een algemene negatieve correlatie verwacht kan worden.

Uit figuur 5 volgt:

De Du monsters bezitten een zeer duidelijke negatieve correlatie ( $r=-0,99$ ), de Ne monsters Ne2, 3 en 4 neigen tot negatieve correlatie, terwijl de overige Ne-monsters parallel de y-as lopen, dit heeft tot gevolg dat de  $r=-0,07$  van de hele verzameling de nulwaarde nadert. Vier Vl monsters concentreren zich rond de oorsprong van het diagram, terwijl Vl5 en 9 en 12 een apart groepje vormen. Wat betreft de En monsters: óf vijf monsters met een neg. correlatie en twee monsters En16 en 28 wijken af, óf een pos. correlatie met een lage correlatiecoëfficiënt. De Zw- monsters, echter bezitten als enige, een pos. correlatie ( $r=+0,89$ ), met een steil verlopende regressielijn. Dit zou kunnen betekenen, dat het grootste deel der zware mineralen van de Zw-monsters (37-63 $\mu$ ) bestaat uit lichtere zware mineralen, die hydrodynamisch equivalent zijn met grondmassa van de lichte min. fractie in de grootte 37-63 $\mu$ .

Uit figuur 6 volgt:

De Du monsters hebben ook in deze figuur een neg. correlatie, met uitzondering van Ne3 lopen de Ne monsters eveneens als de Zw monsters parallel aan de y-as. De Vl monsters bezitten dezelfde verdeling als in de vorige figuur. Ook hier valt het En16 monster op door zijn lage x- en y-as waarden.

Samenvatting, gebaseerd op Tabel VIII en de figuren 2 t/m 6 :

1. De abrupte overgang van  $r=0,83$  (fig. 2) naar de hoge negatieve  $r=-0,99$  van de Du monsters, zou eveneens een aanwijzing kunnen zijn, dat de zware mineralen van de 37-63 $\mu$  fractie, weinig lichte zware mineralen bevatten.
2. De geleidelijke overgang der correlatiecoëfficiënten van de Zw monsters, aan de "fijne zijde" van Tabel VIII, zou naast de reeds genoemde overwegingen, op de aanwezigheid van voornamelijk middelzware en lichte zware mineralen der 37-63 $\mu$  fractie der Zw monsters kunnen wijzen.
3. Van de Vl monsters verwisselen de monsters Vl3 en 16 enerzijds en Vl5, 9, 12 anderzijds van plaats, indien men de figuren 3 t/m 6, achtereenvolgens bekijkt. Het monster Vl8 wijkt nauwelijks af van de andere Vl monsters
4. Meer meetpunten zouden gewenst zijn voor de En monsters, waaruit kan blijken dat het En monstergebied een nogal gecompliceerd gebied zou kunnen zijn. En16 wijkt in de laatste twee figuren enigszins af.
5. Naast de mogelijkheid der zwaardere zware mineralen van de 37-63 $\mu$  fractie van de Ne monsters, valt tevens de over het algemeen lage r-waarden der Ne monsters op. Dit zou een grotere variatie in de zware minerale samenstelling der silt fractie kunnen betekenen. Ne11 wijkt in geen van de figuren duidelijk af, tot de rest van de Ne monsters.

#### 4.3. Samenhang tussen de fractie kleiner dan $2\mu$ en de siltfracties $25-63\mu$ en $25-37\mu$

Verschillende auteurs hebben gewezen op de mogelijkheid, dat klei in marien milieu zich gedraagt als deeltjes ter grootte van de siltfractie. Indien klei in contact komt met zout water kan de klei uitvlokken; experimenten hebben een differentiele flocculatie en sedimentatie van de kleimineralen kaolinit, illiet en montmorilloniet aangetoond (WHITEHOUSE, JEFFREY, DEBBRECHT 1960). PORRENGA (1967) wijst er op dat deze differentiele flocculatie en sedimentatie in de gematigde klimaat zones minder snel tot uiting komt door de complexere samenstelling der kleien, terwijl in de tropische (Niger en Orinoco) gebieden de kleien voornamelijk bestaan uit kaolinit en montmorilloniet (twee extreme mineralen m.b.t. flocculatie en sedimentatie).

Of het verschijnsel van hydrodynamische equivalentie in marien milieu van klei- en silt deeltjes, ook valt waar te nemen in de sedimenten afkomstig uit de vijf onderzochte monstergebieden, daartoe is in twee diagrammen van de 33 monsters het gehalte kleiner dan  $2\mu$  gezet tegen het gehalte  $25-63\mu$  (figuur 7) en tegen het gehalte  $25-37\mu$  (figuur 8).

In beide figuren valt een duidelijke positieve correlatie van de de Ne, En en Zw monsters waar te nemen. Opvallend is het gelijk blijven van de onderlinge verhouding der richtingscoëfficiënten van de te construeren regressielijnen van de drie genoemde monstergebieden, in beide figuren. In beide figuren wijkt het monster En16 zeer sterk af, dit is in mindere mate het geval met monster En20 in figuur 8.

Het verloop van de Du monsters in beide figuren is vrijwel identiek, de correlatie matig en meer meetpunten zouden wenselijk zijn.

In figuur 8 hebben de En monsters, ondanks de verandering der y-as eenheden, een grotere correlatiecoëfficiënt, dan in Figuur 7.

De vijf, in 1967 genomen Vl monsters bezitten in beide figuren een neiging tot negatieve correlatie. Er zijn te weinig meetpunten om na te gaan of monster Vl8 afwijkt van de overige Vl monsters. De beide Vl monsters, die in 1969 genomen zijn, wijken af van de overige Vl monsters van belang is misschien ook hier dat Vl16 eigenlijk niet tot 'tVlaamse Banken gebied behoort.

In beide figuren zijn de geëxtrapoleerde delen van de lijnen getekend, die, zo op 't oog het beste passen bij de bijbehorende punten. De verschillende richtingscoëfficiënten der getekende lijnen komen overeen met een afname van de silt/klei verhouding in de volgorde (Du?) Ne, En, Zw, indien uit een getransporteerde suspensie, materiaal wordt afgezet.

De eventuele negatieve correlatie der Vlaamse Bank monsters zou er op kunnen wijzen, dat de Vlaamse Bank monster of althans een gedeelte van de monsters, onder andere omstandigheden zijn afgezet, dan de monsters afkomstig uit de andere monstergebieden.

#### 4.4. Samenhang tussen het humus- en kleigehalte van de 33 zeebodem monsters

Door een aantal auteurs wordt er een positieve relatie gelegd tussen het organisch koolstof- en/of stikstofgehalte en het percentage klei. Dit verband is gevonden in sedimenten afkomstig uit verschillende gebieden en milieus:

VAN STRAATEN (1954b) : wadden in Nederland,

WIGGERS (1955) : ondiep-mariene afzettingen in de  
Zuiderzee,

KOLDEWIJN (1958) : Paria-Trinidad shelf,

VAN ANDEL & POSTMA (1954) : Golf van Paria.

KOLDEWIJN (1958) veronderstelt, dat het organisch materiaal in water in fijn verdeelde toestand verkeerd en te samen met klei kan worden afgezet, bovendien kan de afgezette klei het organisch materiaal goed tegen oxydatie beschermen.

In figuur: 9 is het humus gehalte tegen het kleigehalte uitgezet:

beschouwen we alle meetpunten als punten van één verzameling ('t Zuidelijk Noordzee-bekken), dan valt er een positieve relatie, weliswaar met een matige spreiding, waar te nemen. Deze spreiding kan voor aanzienlijk deel veroorzaakt worden door de nogal grote fout, die kan optreden in de humusbepaling (= de droge verbrandingsmethode volgens Walkley en Black). Er is een positieve correlatie aanwezig in de Vl, Ne en En monstergebieden. Veel minder duidelijk is de relatie in de Du en Zw monsters.

Ondanks de nogal grote spreiding der punten, zal het duidelijk zijn, dat de monsters Vl8 en En16 een afwijkende positie innemen. Zie figuur 9.

##### 5. Resultaten van zware mineralen determinatie en NAA van enige Noordzee bodemonsters

De resultaten van de zware mineralen telling staan vermeld in Tabel IX.

Per zware minerale preparaat zijn, met behulp van lijn-telling,

100 doorzichtige korrels en daarnaast verweerde epidoten (alterieten: epidoot-alterieten en saussurieten, VAN ANDEL 1950), opake en overige korrels geteld.

Val alle geanalyseerde monsters zijn de zware mineralen van de 105-210 en 63-105 $\mu$  fracties geteld. Beide fracties bestaan uit twee sub-fracties, die uit materiaal gebrek bij elkaar zijn gevoegd. Tevens is getracht de zware mineralen van van de 37-63  $\mu$  fractie te tellen.

Het doel van de zware minerale telling in drieërlei.

1. 't verkrijgen van een zeer globaal beeld van de verdeling van de zware mineralen over de monstergebieden.
2. de mogelijkheid te onderzoeken van determinatie van de belangrijke korrelgrootte fractie 37-63 $\mu$ .
3. 't vergelijken van de resultaten van de zware mineralen determinatie en van de NAA (Neutronen Activerings Analyse).

De algemene tendens: toenemend percentage zware mineralen met afnemende korrelgrootte, is blijkens de, in de Tabel XII, genoemde zware mineralen gehalten, met uitzondering van de Ne-monsters, wel aanwezig. Opmerkelijk is, dat ook hier monster Ne11 opvalt, zowel tenopzichte van monsters uit de andere monster gebieden, als ten opzichte van de overige twee Ne monsters.

Het telling van de zware mineralen der 37-63 $\mu$  fractie, is voor een niet geroutineerde-teller zeer tijdrovend en gaat gepaard met mogelijk grote fouten in de resultaten. In plaats van 100 doorzichtige korrels zijn er van monster En4 37-63 $\mu$  200 geteld.

Opvalt in Tabel IX, dat de mineralogische verschillen tussen de monsters van de vijf mariene monstergebieden, wel zodanig is, dat men deze kan onderscheiden:

- Du: hoog epidoot-zoistiet-, matig amfibool-, laag granaaten en zirkoon gehalte, een gering aantal verw.epidoten.
- Zw: hoog bl.gr. amfibool-, matige-laag granaat- en laag epidoot- en zirkoon gehalte.
- En: met afnemende korrelgrootte: toenemend epidoot- en zirkoon gehalte, afnemend toermalijn- en granaat gehalte, matig amfibool gehalte.
- Vl: afnemend zirkoongehalte met afnemende korrelgrootte, matig granaat epidoot-, amfibool gehalte, 't accessoirisch voorkomen van pumpelleyiet valt op.

Ne: afnemend(hoog)granaat- en toenemend (hoog)zirkoon gehalte, laag amfibool- en laag epidoot gehalte, 't aantal verweerde epidoten is nogal groot.

Monster Ne11 valt qua mineralogische samenstelling op door de aanwezigheid van augiet(D=2,9-3,4) in de 105-210 $\mu$  fractie. De mineralogische samenstelling van een sediment wordt vnl. bepaald door het s.g. (=D) van 't mineraal, door de invloed van de granulaire variaties in het monstergebied en door de vorm en afronding van de korrel. Deze laatste invloed wordt minder belangrijk geacht (VAN ANDEL 1950). Augiet indien aanwezig, komt als "licht" zwaar mineraal vnl. voor in de (grovere) zandfracties. De verschillen in de mineralogische samenstellingen der Ne-monsters zijn, met uitzondering van hoge granaat gehalte van Ne13 105-210 $\mu$ , klein. De granulaire samenstellingen der drie Ne monsters verschillen eveneens weinig (zie gran. parameters, Tabel I). Gezien bovenstaande zou men kunnen veronderstellen, dat, indien het mineraal augiet nu aangevoerd zou worden, er:

1. een groter aantal lichtere zware mineralen (amfibolen, andalusiet, pumpelleyiet) in Ne11 aanwezig zouden zijn.
2. aan daarmee gepaard gaande kleiner aantal zwaardere zware mineralen.
3. een grotere verschuiving der granulaire samenstelling van Ne11, naar de fijnere korrelgrootte zou plaats gevonden hebben.
4. augiet in de beide andere Ne monsters, die afkomstig zijn van nabij gelegen monsterplaatsen, aanwezig zou zijn.

De monsterplaats van Ne11 ligt dicht onder de kust van Katwijk (zie Tabel I). De aanwezigheid van augiet zou verklaard kunnen worden door de sterkere invloed der branding en door bijmenging van minder recent (Calais?) materiaal.

Het toenemende toermalijn(een "licht" zwaar mineraal)-gehalte van Ne11 en een toenemend epidoot gehalte van het En monster en een afnemend

zirkoongehalte van het Vl monster, met afnemende korrelgrootte vormen nog niet oplosbare problemen. De dichtheid van granaat mineralen varieert tussen 3,1-4,3. Daar de, in alle preparaten gedetermineerde granaten voor 't allergrootste deel bestaan uit de roze-rood varieteit, is 't waarschijnlijk, dat dit voornamelijk pyroop ( $D=3,6$ ) betreft, dat zich hydrodyn. equivalent gedraagt als een licht-middel zwaar zwaar mineraal.

De En en Ne monsters bezitten een hoog zirkoon gehalte in de 63-105 $\mu$  fractie; het is niet onwaarschijnlijk, dat dit hoge zirkoon ( $D=4,7$ ) gehalte zich voorzet in de 37-63 $\mu$  fractie.

Het was onmogelijk de NAA toe te passen op de zware mineralen fracties, gezien het materiaal gebrek. Toch is met behulp van NAA van de fracties 105-210, 63-105 en 37-63 $\mu$  van de totaal(=lichte+zware mineralen)- en de lichte mineralen fractie en 't zware mineralen gehalte, mogelijk om bij benadering de element-gehalten van de zware mineralen te berekenen. Deze berekende gehalten staan vermeld in Tabel X. Behalve de, in deze Tabel genoemde elementen zijn ook Cs, Rb, K en Na kwantitatief geanalyseerd. Deze vier elementen concentreren zich echter in de lichte minerale fracties van de monsters. In verband met de kleine verschillen tussen enerzijds de lichte mineralen en anderzijds de totale(lichte+zwaar)mineralen van de 105-210 $\mu$  fractie, en 't geringe percentage zware mineralen in deze korrelgrootte fractie van de meeste monsters, was 't zelfs bij benadering niet mogelijk de gehalten van de elementen van deze zware mineralen fractie te berekenen. Een uitzondering vormt het element Ce.

Behalve het verband tussen het spore-element Hf en het mineraal zirkoon, zijn er op basis van deze gegevens nauwelijks andere relaties te leggen tussen 't voorkomen van spore-elementen en de aanwezigheid van bepaalde mineralen.

Verder moet bedacht worden, dat verschillen in spore-element

gehalten tussen verschillende mineralogische associaties, versluierd worden, doordat de meeste, geanalyseerde spore-elementen géén onafhankelijke, frequent in de natuur voorkomende mineralen vormen.

Een gelukkige uitzondering vormt het Zr en Hf bevattende mineraal zirkoon.

Tevens kunnen de (optisch meestal niet gesplitste) leden van een mineraalgroep sterk uiteen lopende chemische samenstellingen bezitten, bijvoorbeeld: de wisselende Fe-, Li-, Mg- en Mn gehalten van de leden der toermalijn groep: Elbriet, Draviet en Schorl(iet) (DEER, HOWIE, ZUSSMAN 1970).

#### 6. Resultaten van de morfoscopische analyse

13 monsters, afkomstig uit de vijf mariene monstergebieden zijn gefractioneerd morfoscopisch onderzocht. Toegepast is de 0-8 schattingsmethode van KUMMER 1970, zie Appendix IV.

Speciale aandacht is besteed aan het bepalen van de afrondings-index (A.I.) van de, voor het onderzoek zo belangrijke siltfractie: 37-63 $\mu$ . Ondanks optimale analyse omstandigheden (gebruikmakende van maximale vergroting, op- en doorvallend licht) is 't onder de huidige omstandigheden niet mogelijk om de A.I. van de 37-63 $\mu$  fractie te bepalen en wel om de volgende redenen:

1. te geringe licht sterkte
2. te geringe diepte scherpte
3. moeilijkheden met het manipuleren van zulke kleine kwarts korrels onder de microscoop
4. dimensie van sommige pressure solution pits worden te groot in verhouding tot de afmetingen van de afrondingsoppervlakte van de korrel.

Het doel van het morfoscopische onderzoek is een indruk te krijgen van: de mate van afronding van monsters uit mariene monstergebieden, en eventuele verschillen in de afronding van monsters uit één monstergebied, dit in verband met reeds eerder gesignaleerde verschillen. Uit figuur 10 (A.I.% - korrelgrootte) blijkt, dat ook hier 't algemeen waargenomen verschijnsel zich voordoet: afnemende A.I. met afnemende korrelgrootte.

Dit is duidelijk zichtbaar in de korrelgrootte fracties groter dan 150 $\mu$ . In de fracties kleiner dan 105 $\mu$ :

monster Ne 11 bezit een zeer duidelijk toenemende A.I. met afnemende korrelgrootte, de Du 6 en VI monsters echter hebben een duidelijk tegengestelde neiging, terwijl de A.I. van de overige monsters noch toe noch afnemen.

De twee processen: het mechanisch afronden (afslijten, schuren) en chemische aantasting zijn voor een groot deel verantwoordelijk voor de afronding van de korrels.

't Afslijten is een mechanisch proces en heeft voornamelijk betrekking op korrels, die rollend en salterend worden getransporteerd: in het algemeen materiaal, dat groter is dan 105-150 $\mu$ .

Chemische aantasting daarentegen heeft het meeste effect op korrels met een groot specifiek oppervlak, met andere woorden op kleinere korrels. Deze kleiner dan 150 $\mu$  korrels worden in suspensie vervoerd (o.a. EISMA 1960)

De chemische aantasting heeft een geringe effect op de afronding van korrels dan de mechanisch afrondings processen. Dit wordt in Figuur 10 weerspiegelt door de richtingsverandering van de getekende lijnen. Deze richtingsverandering vindt voor de meeste monsters plaats in de "overgangfracties" 150-75 $\mu$ .

De variatiebreedten van de A.I. van de monsters in de verschillende korrelgrootte fracties:

600-420 $\mu$	:	31 A.I.%
420-300	:	25
300-210	:	31
210-150	:	23
150-105	:	14
105-75	:	21
75-63	:	23

Opvalt, dat de "overgangsfractie" de kleinste variatiebreedte bezit.

Nu volgt een gebiedsgewijze bespreking van de mate van afronding en het uiterlijk der korrels.

#### Het Duitse monstergebied:

Afronding: de twee Du monsters zijn in de grovere fracties het best afgerond. In de fracties 150-210 en 63-75 $\mu$  divergeren de A.I. lijnen van figuur. Het slechter gesorteerde, fijnere Du 2 monster vertoont in alle fracties een grotere afronding dan Du 6.

Uiterlijk: de meeste korrels uit de  $\beta$  en  $\gamma$  vormgroepen van Du 2 en speciaal van de fractie kleiner dan 210 van Du 6 zijn bedekt met putjes, die samenhangen met stapelingsdruk. De algehele indruk van de korrels is een overheersende matheid, alleen de korrels van de grovere fracties van Du 6 vertonen glans.

#### Het Nederlands kust gebied:

Afronding: de drie Ne- nemen samen met de Zw- en En monsters, m.b.t. de afronding in de grovere fracties een intermediaire positie in tussen de Du monsters enerzijds en de Vl monsters anderzijds. Opvallend groot is de overeenkomst tussen de A.I.% van Ne 4 en 10, speciaal in de fracties kleiner dan 150 $\mu$ . Gezien deze grote overeenkomst, kan men stellen, dat deze twee monsters uit dezelfde bron afkomstig zijn en/of blootgestaan hebben aan dezelfde invloeden, die de afronding bepalen.

Eveneens valt het steile verloop van A.I.% van de Ne 4 en 10 monsters tussen de fracties: 105-150 en 75-105 $\mu$ , op. De sterke toename

van de A.I. van Ne 11 in de fracties kleiner dan  $105\mu$ , is het grootst van alle overige monsters. De neiging van de meeste overige monsters tot geringe toename dan wel gelijk blijven, van de A.I.% in de fijnere fracties is te verklaren door 't effect van chemische aantasting. De geconstateerde sterke toename van de afronding van het monster Ne 11 in de fijner fractie is te verklaren, indien nog andere factoren een rol gespeeld hebben:

1. post depositionele oplossingsverschijnselen (KUMMER 1963).
2. bijmenging van fijn, afgerond materiaal, dat gezien de ligging van 't monsterpunt Ne 11, dicht onder de Katwijkse kust, en onder invloed van de branding (waterdiepte: 7m) zou kunnen bestaan uit Atlantisch-Sub-Boreaal mariene- of - Rijn sedimenten, of uit Sub-Atlantische Duinkerken afzettingen.

Uiterlijk: het merendeel der korrels van Ne 11 is glanzend gepolijst,

dit geldt zowel voor de hoekige als voor de afgeronde individuen. 't Glanzend karakter van de korrels groter dan  $210\mu$ , kan veroorzaakt worden door de inwerking van de branding en door kristal-aangroei. Ne 10 bezit met uitzondering van de sterk afgeronde delen der korrels, over 't algemeen een duidelijk matter karakter dan de Ne 11 en 13. Voor alle drie monsters geldt: bij afnemende korrelgrootte neemt ook de glans af.

Het Vlaamse Banken gebied:

Afronding: de monsters Vl 5 en 15 lijken wat betreft het A.I. verloop

in figuur 13 veel op elkaar, zij bezitten in alle fracties, samen met twee En monsters, de laagste graad van afronding.

Het afnemende A.I. verloop van Vl 5 en 15 met afnemende korrelgrootte (ook in de fijnste fracties) is consequent, zonder sprongsgewijze veranderingen. Dit laatste is wel 't geval bij de En monsters.

De drie Vl monsters stemmen het meest overeen in de twee kleinste korrelgrootte fracties.

De onderzochte korrels van Vl 5 en 15 lijken met betrekking tot de afrondingskarakteristiek sterk op het continentale Vroeg-Plioceen, zoals dit in Zuid-Limburg aangetroffen wordt. De verweringshuidjes en half aangetaste mineraal-delen, die kenmerkend zijn voor deze Pliocene afzettingen, zijn afwezig (KUMMER 1963).

Deze afwezigheid zou verklaard kunnen worden door de invloed van het veranderde milieu.

Indien de sedimenten van Vl 5 en 15, gedurende "langere" tijd onderhevig zouden zijn geweest aan de invloed van de, in dit gebied aanwezige matig-sterke getijstromen en/of golfwerking, dan zou men meer afgeronde korrels mogen verwachten.

Bovenstaande interpretaties van de A.I. resultaten komen goed overeen met de waarnemingen van TESCH & REINHOLD (1946). Deze auteurs wijzen namelijk op de aanwezigheid van dagzomende Tertiaire lagen in het gebied tussen Engeland en België, met name Pliocene dagzomen in de strook tussen Harwich en Noord-West Vlaanderen.

Het verloop van de A.I.% van Vl 8 in de fractie groter dan 105 $\mu$ , wijkt sterk af van de Vl 5 en 15, in drie zin, dat de korrels van Vl 8 ongeveer 1,5 maal zo hoge A.I. bezitten. Dit zou kunnen betekenen dat het grootste deel van de grovere fracties van Vl 8 bestaat uit goed afgerond toegevoegd materiaal, dat afkomstig zou kunnen zijn van de West Hinder Bank. Vl 8 ligt n.l. op de oostelijk flank van deze bank. HOUBOLT (1968) stelt, dat het materiaal waaruit de Hinder Banken groep, de Vlaamse Banken, Sandettie en de Falls, bestaan voornamelijk afkomstig is uit Rijn-Maas sedimenten, afgezet gedurende perioden van lagere zee-spiegelstand, zoals in de laatste glaciële perioden. Dit materiaal, gedurende "langere" tijd onderhevig aan de mariene invloeden, zou zeker matig tot goed afgerond kunnen zijn.<sup>++</sup>

<sup>++</sup> Te meer daar HOUBOLT (1968) stelt, dat 't materiaal waaruit de

getijde banken bestaan, deel uit maakt van een vrijwel gesloten sediment transport systeem.

Uiterlijk: voor monster Vl 8 geldt, dat alleen de afgeronde delen der korrels een uitgesproken glans bevatten.

Het Engelse monstergebied:

Afronding: het A.I. verloop van En 1 en 13 is vrijwel overeenkomstig.

Het iets beter gesorteerde En 1 is ietwat hoekiger dan En 13. Beide monsters bezitten, evenals de Vl monsters, geen geprononceerde afname van de afrondingsindices met afnemende korrelgrootte.<sup>++</sup> Het A.I. verloop van En 4 wijkt duidelijk af in de fracties 75-105 en 63-75 $\mu$ , deze zijn hoekiger dan de overige En monsters. Deze twee fracties van En 4 bezitten zelfs de meest hoekige korrels van de 13 onderzochte monsters. De grovere korrels van En 4 zijn weliswaar, alle duidelijk meer afgerond dan En 13, maar van een afwijkend A.I. verloop in de grovere fracties kan nauwelijks gesproken worden.

Gezien deze geringe afwijking van En 4 in de grovere fracties en het uitgesproken hoekig karakter van de twee fijnste fracties gaan de gedachten uit naar bijmenging van slecht afgerond fijn materiaal.

Dit is gezien de, zojuist besproken, A.I. resultaten van het Vlaamse Banken gebied, misschien niet zo erg verwonderlijk.

Uiterlijk: pressure solution pits, samenhangend met stapelingsdruk, zijn bij de meeste korrels aanwezig. Dit veelvuldig voorkomen van putjes in het korreloppervlak geldt voor alle fracties, maar speciaal voor de fracties kleiner dan 300 $\mu$  van monster En 4. De aanwezigheid van putjes kan worden veroorzaakt, doordat het materiaal lang in depot heeft gelegen. Dit kenmerk kan men zich gesuperponeerd denken op de Tertiaire eigenschappen.

<sup>++</sup> Hetgeen eveneens in verband met opduikende Tertiaire afzettingen, gezien kan worden.

### Het Zwarte Banken gebied:

Afronding: Opvallend is het zeer geringe A.I. verloop van monster Zw 5:

$34 - 27 = 7\text{A.I.}\%$  van 420-63 $\mu$ . Dat wil zeggen: grove fracties hoekig en fijne fracties sterk afgerond. Het A.I. verloop van monster Zw 6 :  $40 - 22 = 18\text{A.I.}\%$  is groter, maar kan toch gerekend worden tot een weinig geprononceerd A.I. verloop. Opvallend dat praktisch alle onderzochte korrels in de  $\beta$  vormgroep vallen waardoor de spreiding in morfoscopisch opzicht (evenals de granulaire spreiding, zie Appendix Korrelgrootte analyse) uiterst gering wordt. Men kan hier spreken van extreme morfoscopische en granulaire sortering. Een opvallend samengaan van twee sediment-kenmerken!

Meer monsters zouden er onderzocht moeten worden om te zien of het geringe A.I. verloop kenmerkend is voor dit monster gebied, dat met betrekking tot granulaire samenstelling sterk op valt door een zeer goed sortering.

### 7. Enkele slot opmerkingen

Alle in dit derde hoofdstuk behandelde sediment-kenmerken blijken van bijzondere betekenis te zijn, enerzijds kunnen er duidelijke betrekkingen aangetoond worden met (afwijkende) chemische sediment-kenmerken, anderzijds blijken de additionele kenmerken op zich, en in samenhang met elkaar veel zeggend te kunnen zijn met betrekking tot bijv. het al dan niet recent karakter van het monster of met betrekking tot afzettingsomstandigheden.

Een voorbeeld moge hier nog ter adstructie dienen:

de, in het tweede hoofdstuk geconstateerde negatieve correlatie ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  en Cs cor.) van de Engelse kust monsters.

Een sterk wisselend veldspaat gehalte kan een verklaring vormen voor het wisselend  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -,  $\text{K}_2\text{O}$ - en Cs gehalte, maar dat deze

samenhang nu juist in een negatieve (%zware mineralen--element gehalte) correlatie moet resultateren is hiermede niet verklaard.

Deze negatieve correlatie betekent in bovenstaande termen gedacht:

een laag %zware mineralen correspondeert met  
een hoog veldspaat gehalte.

Mogelijke verklaringen hiervoor zouden kunnen zijn:

1. een laag zware mineralen gehalte kan betekenen een nogal sterk verweerd monster, waarin de snelst verweerbare zware mineralen verdwenen zijn en eventuele aanrijking van de kaliveldspaten tov de gemakkelijker te verweren plagioklazen.
2. de negatieve correlatie kan ook beheerst worden door stromings- en afzettingscondities. Indien zou klijken, dat de zware mineralen vnl bestaan uit de lichtere zware mineralen (de zwaardere zouden reeds bezonken kunnen zijn), dan kan men zich de gedachtegang voorstellen:  
gering %zw. mineralen, groot aandeel lichte zware mineralen, gering aandeel rel. zware plagioklazen (D ca. 2,75), gering aandeel rel. zwaar kwarts (D ca. 2,65) ten opzichte van de kaliveldspaten, die een geringe dichtheid (ca. 2,55) bezitten.

De vraag rijst of de natuurlijke selectie processen zo nauwgezet de tamelijk geringe dichtheidsverschillen volgen.

Het is duidelijk, dat bovenstaande en andere problemen opgelost kunnen worden door:

1. veldspaat gehalte onderzoek en
2. correlatie te bestuderen tussen sediment kenmerken, gebaseerd op een groot aantal monsters.

## Appendix I

### Vorbewerking

Doel van de voorbewerking is het verkrijgen van minimaal 0,5 gr materiaal van ieder der volgen de fracties:

2 $\mu$ , 25-37 $\mu$  en 37-63 $\mu$ .

Ter verwijdering van organisch materiaal, kalk en vrij ijzer worden de monsters voorbewerkt met 6-30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en 2 N HCl. Daarna wordt er gekookt met een peptiserend middel: een opl. van 0,04 N Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> en 0,1 N Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

Daarna wordt de fractie 2 $\mu$  met behulp van bezinkingscilinders verkregen. De fracties 25-37 en 37-63 $\mu$  worden verkregen door nat-trillend te zeven.

Ter verwijdering van eventueel aanwezige coatings worden de fractie 25-35 en 37-63  $\mu$  achtereenvolgen met 25% HCl en 20% HNO<sub>3</sub> gekookt.

## Appendix II

### Geochemie

#### Kwantitatieve Gallium bepaling

In samenwerking met de heer J. Zonderhuis (analist, afd. Chemie, R.C.N.) is gedurende twee weken experimenteren een destructieve neutronen activerings analyse methode ontwikkeld voor de kwantitatieve Ga-bepaling. Het hieronderstaande voorschrift is gevolgd voor de Ga-bepaling van ca. 30 monsters en standaardgesteenten:

- kernreactie:  $^{71}\text{Ga} (n, \gamma) ^{72}\text{Ga}$ ,  $T_{1/2} = 14,1$  uur,  
E = 630 - 835 KeV

- bestralingswijze:

bestraal 20 - 150 mg monster gedurende 5 min. PRS I:  
flux  $5 \cdot 10^{13}$  neutronen/sec., koel twee dagen.

- smelt het bestraalde monster in zo weinig mogelijk Na-K carbonaat.  
- los de smelt op in geconcentreerd HCl (ca 30 ml).

- breng de vloeistof over in een 250 ml bekglas, voeg ca 100-150 ml 6 N HCl toe.
- voeg ca. 2 mg Ga-carrier toe en breng de vloeistof over in een 250 ml scheidtrechter.
- extraheer met 50 ml di-isopropylether, tap de waterfase goed af.
- voeg aan de etherlaag 10 ml 1 N KOH toe en extraheer terug.
- tap de waterfase af en voeg 5 ml 1:1 HNO<sub>3</sub> toe.
- van de 15 ml oplossing telt men precies 5 ml en 3 ml gebruikt men voor heractivering (30 min. V.C.L.F.R.) opbrengst bepaling.

Opgemerkt moet worden, dat dit voorschrift op een tweetal punten afwijkt van de door mij ontwikkelde bepalingsmethode:

1. de koelingstijd van twee dagen is lang ten opzichte van de  $T_{\frac{1}{2}}$ : twee dagen=48 uur=ca.  $3,5T_{\frac{1}{2}}$ . Dwz, dat er slechts  $1/8-1/16$  deel van de geïnduceerde activiteit resteert. Het is m.i. beter na ca. vijf uur te gaan meten en de eventuele storing t.g.v. de Na-activiteit te niet te doen, door het Na uit te wassen met HCl.
2. In plaats van eenmaal 50 ml met di-isopropylether te extraheren is het raadzamer twee maal achtereenvolgens met bijvoorbeeld 30 en 20 ml di-isopropylether te extraheren.

### Appendix III

#### Korrelgrootte-analyse

De fractie kleiner dan 2 mm. van 33 monsters is onderverdeeld in 15 subfracties. Ter verwijdering van het organisch materiaal, kalk en vrij ijzeroxide, zijn de monsters voorbehandeld met 6 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en 2N HCl. Daarna is er peptisator (bestaande uit 0,1 N Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O en 0,04 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) toegevoegd. De fracties groter dan 25 μ zijn nat-trillend gezeefd de gehalten van de fracties kleiner dan 25 μ, zijn bepaald met behulp van de pipet-analyse.

Het calciumcarbonaat (kalk)- en organisch materiaal (humus) gehalte is respectievelijk bepaald met de Scheibler- en de Walkley en Black-methode.

In Tabel I staan het kalk- en humusgehalte en de granulaire samenstelling in  $\phi$  ( $=\phi = -2 \log$  korrelgrootte in mm.) waarden vermeld. Deze  $\phi$  parameters zijn:

$\phi$  16,  $\phi$  50 (=mediaan),  $\phi$  84,  $\sigma \phi$  en  $\alpha \phi$  :

$\sigma \phi$  (=standaarddeviatie) geeft een inzicht in de mate van sortering:  $\sigma \phi = \frac{\phi 84 - \phi 16}{2}$  .

$\alpha \phi$  (=scheefheid) bepaalt de asymmetrie van het centrale deel van de verdeling:  $\alpha \phi = \frac{\phi 84 + \phi 16 - 2 \cdot \phi 50}{\phi 84 - \phi 16}$  .

$\alpha \phi$  waarde kan variëren tussen - 1,00 en + 1,00, al naar gelang de verdeling resp. maximaal negatief (staart naar de grove zijde van de verdeling) dan wel positief (staart naar de fijne zijde) is (INMAN 1952, FOLK & WARD 1967 en DOEGLAS 1968).

De korrelgrootte verdelingen zijn in beeld gebracht, en wel in de vorm frequentiediagrammen.

#### Appendix IV

#### MORPHOSCOPIE

Overzicht morphoscopisch zeezandonderzoek van monsters van de Heer

R. Misdorp.

Aard der monsters: Het betreft hier monsters van de bodem der Noordzee.

De monsters werden in eerste instantie verzameld voor het onderzoek naar sporen-elementen.

Het morphoscopisch onderzoek vond plaats aan de fracties tussen 50 en 600  $\mu$ .

Doel van het onderzoek: Een inventarisatie van afrondingskarakteristieken in de onderscheiden milieus. De vraag of, en in hoeverre van een direct verband tussen milieu en afrondingskarakteristiek bestaat is een vraag op zich zelf die met betrekking tot dit fenomenologisch onderzoek

misschien in een later stadium beantwoord kan worden.

Gevolgde analyse methode: KUMMER 1963 (0-8 methode)

Onderzochte monsters: 1307; 1075,1085; 3306,3313; 1072,1185.

Afrondings-intervallen in A.I.% in de verschillende korrelgrootte-fracties:

fractie 600-420 $\mu$ u:	61-41 A.I.%
420-300 $\mu$ u:	51-33 A.I.%
300-210 $\mu$ u:	55-33 A.I.%
210-150 $\mu$ u:	42-23 A.I.%
150-105 $\mu$ u:	33-23 A.I.%
105- 75 $\mu$ u:	30- 9 A.I.%
75- 50 $\mu$ u:	33-10 A.I.%

De gevonden afrondings getallen geven weer het normale beeld te zien van afnemende afronding met afnemende korrelgrootte. Merkwaardig is echter dat behalve bij de monsters 3313 en 1072 in de kleinste fractie weer een toename van de afronding plaats vindt ten opzichte van de fractie 105-75  $\mu$ u. Deze toename is systematisch, maar statistisch in verband met de analyse nauwkeurigheid niet significant.

Alleen monster 1085 is duidelijk continentaal met betrekking tot de afronding in de fracties tussen 105 en 50  $\mu$ u. Een A.I. van 9% stemt duidelijk overeen met de A.I. van bijvoorbeeld verspoelde loss in Zuid-Limburg.

Hierin kan weer een argument gezien worden voor gefractioneerd morphoscopisch onderzoek. Ook een eventueel optredende selectie naar korrelvorm (Escher) maakt een dergelijke aanpak wenselijk.

Opvallend is ook de consequente sprongsgewijze toe name van het aantal individuen in de H-klasse beneden de 150  $\mu$ u of soms beneden de 105  $\mu$ u.

Dit morphoscopisch onderzoek toont duidelijk aan dat, zeker met betrekking tot het zand-onderzoek, het begrip sedimentologische eenheid, zoals dit door HUMBERT in zijn dissertatie wordt aangehaald, hier van bijna geen betekenis is. Van meer betekenis is echter, waar komt het

aangevoerde materiaal vandaan en welke mate van afronding brengt dit reeds met zich mee.

11-7-1969 E. A. Kummer

Monster: MISDORP No. 3313. Bodem der Noordzee tegenover de Elbe monding.

Fractie $m\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
600-420	0	4	24	33	17	15	6	56*	4	75	21
420-300	1	12	21	30	28	6	2	50	13	79	8
300-210	4	12	22	38	18	5	1	45	16	78	6
210-150	17	30	21	20	11	1	0	28	47	52	1
150-105	32	28	11	22	4	3	0	23	60	37	3
105- 75	22	31	31	11	4	1	0	21	53	46	1
75- 50	36	34	16	11	2	1	0	16	70	29	1

\* Wegens een onvoldoende hoeveelheid aanwezige exemplaren is hier noodgedwongen een correctie-factor toegepast groot  $100/46$  hetgeen nog net statistisch verantwoord is.

Opmerkingen: Vooral bij fracties kleiner dan  $210 m\mu$  zijn bij bèta en gamma individuen bedekt met putjes welke samenhangen met de stapelingsdruk. Opvallende is ook hier dat in de grotere fractie alleen de afgeronde delen der korrels glans vertonen.

Monster: MISDORP No. 3306. Bodem der Noordzee, voor de Elbe monding.

Fractie m $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
600-420	0	8	12	26	32	15	7	61	8	70	22
420-300	3	7	18	25	23	22	2	56	10	66	24
300-210	1	10	17	25	34	11	2	55	11	76	13
210-150	5	18	22	32	13	9	1	42	23	67	10
150-105	18	21	27	25	7	2	0	29	39	59	2
105- 75	25	27	22	19	6	1	0	24	52	47	1
75- 50	33	20	15	22	8	2	0	25	53	45	2

Opmerkingen: Bij verreweg de meeste korrels uit de bèta en de gamma-groep zijn putjes aanwezig welke samenhangen met de stapelingsdruk. De algehele indruk bij het overzien van een hondredtal getelde exemplaren is echter een overheersende matheid.

Monster: MISDORP No. 1075. Noordzee ter hoogte van Katwijk aan de Nederlandse kust.

Fractie m $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
600-420	1	15	17	29	30	5	3	51	16	76	8
420-300	1	18	29	32	19	1	0	41	19	80	1
300-210	7	18	28	36	10	1	0	36	25	74	1
210-150	9	25	39	19	8	0	0	28	34	66	0
150-105	17	30	34	10	7	2	0	24	47	51	2
105- 75	17	25	24	19	12	3	0	30	42	55	3
75- 50	24	20	12	26	10	6	2	33	44	48	8

Opmerkingen: Het merendeel der korrels is al deze fracties hebben een glanzend uiterlijk. Dit geldt zowel voor de hoekige als voor de afgeronde individuen. Beneden de fractie-grootte van 210 m $\mu$  neemt het overwegende glanzend karakter van het oppervlak der korrels af. Tevens neemt beneden deze korrelgrootte het aantal hoekige exemplaren sterk toe.

Zou de fractie beneden de 210 m $\mu$  misschien overwegend uit vers aan de zee toegevoegd continentaal materiaal bestaan?

Zou het glanzend karakter van de korrels groter dan 210  $\mu$  veroorzaakt worden door abrasie in de branding in combinatie met kristal aangroei doormiddel van het in de zee geloosde  $\text{SiO}_2$  dat door de rivieren aangevoerd is? Opmerkelijk is ook de hoge mate van afronding in de fractie van 600-420  $\mu$ , vergelijk ook met analyses van continentale afzettingen! Het zou wel eens kunnen zijn dat de fractie van 600-420  $\mu$  een goed diagnosticum zou kunnen zijn voor mariene kustnabije zanden.

Monster: MISDORP No. 1307. Bodem der Noordzee, langs de Nederlandse kust ter hoogte van Scheveningen.

Fractie $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
600-420	3	23	25	27	14	7	1	40	26	66	8
420-300	3	33	24	30	8	2	0	33	36	62	2
300-210	12	22	22	34	9	1	0	33	34	65	1
210-150	16	23	35	22	4	0	0	26	39	61	0
150-105	14	23	32	21	6	2	2	30	37	59	4
105- 75	28	43	15	9	5	0	0	17	71	29	0
75- 50	36	25	21	13	4	0	1	18	61	38	1

Opmerkingen: Dit monster heeft met uitzondering van de zeer sterk afgeronde delen der korrels over het algemeen een duidelijk matter karakter dan de monsters 1085 en 1075.

Bij de fracties kleiner dan 105  $\mu$  worden duidelijk de putjes samenhangend met stapelingsdruk aangetroffen.

Opvallend is de grote overeenkomst in afrondingsindex van de fracties beneden 105  $\mu$  met de overeenkomstige fracties van monster 1085.

Monster: MISDORP No. 1085. Noordzee ter hoogte van Katwijk aan de Nederlandse kust.

Fractie m $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	G
600-420	4	16	21	32	19	7	1	45	20	72	8
420-300	3	11	34	33	14	5	0	41	14	81	5
300-210	6	21	32	31	9	1	0	34	27	72	1
210-150	13	28	27	20	11	0	8	30	41	58	1
150-105	11	25	27	27	7	2	1	31	36	61	3
105- 75	28	39	23	7	2	0	1	17	67	32	1
75- 50	29	36	18	13	4	0	0	19	65	35	0

Opmerkingen: Beneden de 105 m $\mu$  neemt het aantal individuen behorend tot de A-klasse sterk toe ten koste van die der B-klasse.

Het merendeel der korrels heeft een glanzend korreloppervlak. Met afnemende fractie-grootte neemt ook de glans af.

De afrondingsindex der twee kleinste fracties verschilt duidelijk van de voorgaande grotere fracties. Deze twee afrondings-indices liggen dicht bij de meest voorkomende afrondingsindices van de overeenkomstige korrelgrootte-fracties van continentale afzettingen al zijn de gevonden waarden nog te hoog voor continentale afzettingen. Een hypothese luidende: "Ingeologische zin betrekkelijk recent aan het marien milieu toegevoegde continentale afbraak-producten", lijkt zeer waarschijnlijk.

Vergelijk ook met de overeenkomstige fracties van monster no. 1075.

Betreft het hier misschien een gedurende een langere tijd bewerkte continentale afbraakproducten? of zijn dit de algemene vormkarakteristieken van typische mariene afzettingsproducten van een dergelijke richting gedaan kan worden zullen echter eerst nog vele sedimenten uit de diverse "typische milieus" onderzocht moeten worden. De reeds door mij geconstateerde overerving van vormkenmerken (KUMMER 1963 e.v.) zal uitspraken in deze richting niet gemakkelijk maken.

Monster: MISDORP No. 1072. Bodem der Noordzee op de Noordhinder-bank.

Fractie m $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
600-420	2	5	18	40	27	5	3	53	17	85	8
420-300	1	6	19	42	24	6	2	52	7	85	8
300-210	8	13	20	39	17	3	0	42	21	76	3
210-150	9	20	26	39	11	2	2	36	29	67	4
150-105	17	24	14	29	14	1	1	33	41	57	2
105- 75	28	26	23	18	5	0	0	22	54	46	0
75- 50	39	23	22	14	2	0	0	17	62	38	0

Opmerkingen: Alleen de duidelijk afgeronde delen der korrels bevatten een uitgesproken glans. De algehele indruk bij het overzien van een honderdtal getelde exemplaren is echter een overheersende matheid.

Monster: MISDORP No. 1041. Noordzee, Vlaamse bank.

Fractie m $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
600-420	8	21	40	25	6	-	-	30	(29)	(71)	-
420-300	2	18	48	29	3	-	-	31	20	80	-
300-210	5	24	49	20	2	-	-	27	29	71	-
210-150	6	23	56	15	-	-	-	24	29	71	-
150-105	24	38	33	5	-	-	-	16	62	38	-
105- 75	20	51	28	1	-	-	-	14	71	29	-
75- 50	34	41	23	2	-	-	-	12	75	25	-

Opmerkingen: Bij de berekening van de afrondings-index en de vormgroepen-distributie moesten bij de twee grofste fracties wegens onvoldoende aanwezige exemplaren vermenigvuldigd worden met een correctie-factor.

In vergelijking met de andere tot nu toe onderzochte monsters blijkt bij dit monster een zeer duidelijke terugang in de mate van afronding.

Het materiaal vertoont met betrekking tot de afrondingskarakteristiek duidelijk gelijkenis met materiaal afkomstig uit het continentaal-tertiair.

Monster: MISDORP No. 1014. Noordzee, Vlaamse bank.

Fractie m $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
600-420	--	8	48	35	9	--	--	37	8	92	--
420-300	--	12	54	30	4	--	--	33	12	88	--
300-210	9	19	48	14	--	--	--	24	28	72	--
210-150	5	22	59	13	1	--	--	25	27	73	--
150-105	19	20	45	16	1	--	--	23	38	62	--
105- 75	24	31	36	8	1	--	--	18	55	45	--
75- 50	31	40	26	3	--	--	--	13	71	29	--

Opmerkingen: De fractie 600-420 m $\mu$  blijkt zeer slecht uitgezeefd te zijn. Bij een enkel opgemeten exemplaar bedroeg het verschil tenopzichte van een ander exemplaar met betrekking tot de kleinste diameter een factor twee. Ook dit materiaal is evenals dat van monster no. 1041 sterk gelijkend op continentaal vroeg-plioceen zoals dat in Zuid Limburg wordt aangetroffen. Verweringshuidjes en half-aangetaste mineraal-delen zijn echter verdwenen, alleen de nog resterende resten welke nog niet chemisch aangetast blijken te zijn worden nog aangetroffen. Vermoedelijk moet in dit verband aan de invloed van het zeewater gedacht worden.

Monster: MISDORP No. 1185. Bodem der Noordzee in de Thames-monding.

Fractie m $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
600-420	1	19	22	39	13	5	1	43	20	74	6
420-300	2	18	25	38	11	6	0	41	20	74	6
300-210	6	16	37	24	14	3	0	36	22	75	3
210-150	9	23	30	25	10	3	0	33	32	65	3
150-105	27	24	22	21	4	1	1	24	51	47	2
105- 75	53	34	8	4	1	0	0	9	87	13	0
75- 50	49	33	15	2	0	1	0	10	82	17	1

Opmerkingen: De afrondings-bepaling wordt bemoeilijkt door het veelvuldig voorkomen van putjes in het korreloppervlak, samenhangend met stapelings-druk. Deze opmerking geldt voor alle fracties, maar met nadruk voor de fracties kleiner dan 300 m $\mu$ .

Let op de sterke afname in de afronding in fracties kleiner dan 150 $\mu$ , dit valt samen met sterke toename van de alfa-groep ten koste van de bèta-groep.

Waarschijnlijk hangen al deze kenmerken samen met de aanvoer van continentaal materiaal, dat lang in dépôt heeft gelegen, door de rivier de Thames.

Monster: MISDORP No. 1180. Noordzee, Southend on sea.

Fractie $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Gamma- verhouding		
									A	B	C
2000-											
1400				niet aanwezig							
1400-											
1000				onvoldoende materiaal							
1000-											
600				onvoldoende materiaal							
600-420				onvoldoende materiaal							
420-300				pseudo fractie							
300-210	7	20	56	15	1	--	1	26	27	72	1
210-150	7	36	50	7	--	--	--	19	43	57	--
150-105	17	33	39	11	--	--	--	19	50	50	--
105- 75	17	40	41	2	--	--	--	16	57	43	--
75- 50	14	48	32	6	--	--	--	17	62	38	--

Opmerkingen: De fractie 420-300  $\mu$  blijkt niet telbaar te zijn. Men kan hier van een echte pseudo-fractie spreken. De fractie is opgebouwd uit door organisch materiaal verkitte kwarts-korrels welke ieder een gemiddelde zeefdiameter van c.a. 100  $\mu$  bezitten. Ook in de fractie 300-210  $\mu$  treedt dit verschijnsel duidelijk op. Hier zijn echter voldoende afzonderlijke kwarts-exemplaren voor een morf. anal. over. De granulaire percentages van de genoemde fractie deugen echter helemaal niet. Waar zijn deze granularen

uitgevoerd? In de fractie 300-210  $\mu$  komen vele ertsen voor waaronder een grote hoeveelheid niet magnetische zwarte componenten en enkele korrels welke voor magnetiet aangezien kunnen worden op grond van hun magnetische eigenschappen.

Naast het bestuderen van het reguliere driehoeks-diagram vindt bij dit monster ook een vergelijking van de variatie in de bèta-groep middels het driehoeks-diagram plaats. Het verdient aan beveling dit steeds te doen waar variaties in de afrondings-index niet tevens uit het reguliere driehoeksdiagram afgelezen kunnen worden. Voorwaarde is dan wel dat c.a. 50% der getelde exemplaren tenminste in de bèta-groep moeten vallen, wil men duidelijke betekenisvolle verandering zien. De afrondingsindex ligt bij dit monster aan de lage kant. Het geringere verloop van deze index met afnemende korrelgrootte hangt hier duidelijk mee samen. Uit de twee bovengenoemde driehoeks-diagrammen blijkt duidelijk dat de geringe afname van de afrondings-index met afnemende korrelgrootte samenhangt zowel met de alfa, bèta, gamma-verdeling (exemplaren) als met de z.n., s-percentageverdeling.

Monster: MISDORP No. 1130. Noordzee, Harwich.

Fractie $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
2000-											
1400											onvoldoende materiaal
1400-											
850											onvoldoende materiaal
850-600											onvoldoende materiaal
600-420	-	3	45	49	3	-	-	38	3	97	-
420-300	-	1	55	39	5	-	-	37	1	99	-
300-210	1	11	66	22	-	-	-	29	12	88	-
210-150	11	18	47	24	-	-	-	26	29	71	-
150-105	4	17	62	16	1	-	-	26	21	79	-
105- 75	12	43	36	8	-	1	-	19	55	44	1
75- 50	4	35	53	8	-	-	-	22	39	61	-

Opmerkingen: Met betrekking tot de afrondings-index zijn min of meer duidelijke sprongen te zien tussen 420 en 210  $\mu$  en tussen 150 en 75  $\mu$ . Ook hier bij de meeste exemplaren pressure solution pits.

Monster MISDORP No. 6911. Noordzee, Nederlandse kust, Groet.

Fractie m $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
420-300	1	-	18	8	1	-	-	34	1	27	-
300-210	2	10	58	29	1	-	-	31	12	88	-
210-150	14	14	46	25	-	-	1	27	28	71	1
150-105	7	15	57	20	-	1	-	27	22	77	1
105- 63	3	11	71	14	1	-	-	27	14	86	-

Opmerkingen: In de fractie 210-150 m $\mu$  komen zeer veel uiterst hoekige exemplaren voor. Bij het tellen moest opgepast worden dat deze zeer opvallende heldere onverweerde exemplaren niet bij voorkeur geteld werden. De kleinste fractie is niet 105-75 m $\mu$  maar 105-63 m $\mu$ .

De variatie van de afrondings-index met variënde korrelgrootte is bijna nihil. Bij de fractie 420-300 m $\mu$  is een corr. factor toegepast. De gecorrigeerde vorm-klassen zijn respectievelijk in aantallen: 3, 0, 64, 29,4.

Monster: MISDORP No. 6978. Noordzee, Zwarte banken.

Fractie m $\mu$	H=0	ZZ=1	Z=2	N=4	S=6	SS=7	O=8	A.I. %	Vormgroep		
									A	B	C
1000-600	-	-	28	68	4	-	-	44	-	100	-
600-420	-	1	41	57	1	-	-	40	1	99	-
420-300	-	-	45	53	2	-	-	39	-	100	-
300-210	-	1	45	49	5	-	-	40	1	99	-
210-150	1	11	63	25	-	-	-	30	12	88	-
150-105	2	13	54	28	3	-	-	31	15	85	-
105- 75	11	22	52	15	-	-	-	23	33	67	-
75- 50	10	37	38	12	3	-	-	22	47	53	-

Opmerkingen: In de fractie 600-420 m $\mu$  treden veel grensgevallen op tussen de N en de Z afrondings-klasse. Dit maakt de determinatie lastig.

Tabel I

Monsterpunten, gehalten aan zware mineralen, humus en kalk en granulaire samenstelling.

Monster nummer nieuw oud	Monsterplaats omgeving	Positie					Diep- te m	Kust- afst. km	Zware min. gehalte %		Parameters granu- laire samenstelling					Hu- mus %	Kalk %	
		NB °	"	OL °	"	"			37-63 $\mu$	25-37 $\mu$	$\phi$ 16	50	84	$\phi$	$\phi$			$\phi$
Duits kustgebied (Du = monstergebiedsymbool)																		
Du 1 3316	Wesermünding	53	45	30	8	10	45	14		6,2		2,8	3,2	4,3	0,76	+0,45	1,0	3,2
2 3306	Helgoland	54	06	30	8	00	30	30		1,6	3,7	3,8	4,8	7,0	1,6	+0,37	2,9	10,7
3 3307	"	54	06	00	7	59	15	31		1,2								
4 3311	"	54	11	30	7	51	00	30		5,8	3,7	3,1	3,8	5,9	1,4	+0,50	1,7	11,2
5 3312	"	54	13	30	7	49	00	28		5,7								
6 3313	"	54	16	30	7	42	30	33		4,8		3,0	3,6	5,4	1,2	+0,54	0,9	8,2
Elbe (El)																		
El 1 2410	Dönitz	53	08	10	11	13	30	-	180	1,9								
2 2413	Neu Darchau	53	13	40	10	53	00	-	150	2,8								
3 2414	Bleckede	53	17	30	10	44	10	-	135	2,5								
4 2417	Stade	53	26	50	9	36	30	-	50	1,8								
5 2426	Glückstadt	53	45	50	9	45	30	-	38	5,8	1,2							
6 2428	Büttel	53	53	00	9	15	00	-	19	2,8								
7 2430	Brunsbüttel	53	53	40	9	02	30	-	0	0,9	1,5							
Weser (We)																		
We 1 2402	Relheim (Aller)	52	45	40	9	29	40	-	120	1,1								
2 2401	Relheim	52	47	00	9	23	10	-	110	1,4	4,4							
3 2407	Rinteld	52	10	40	9	04	20	-	180	2,2								
4 2405	Nieuburg	52	41	30	9	11	20	-	120	1,0								
5 2395	Verden	52	58	00	9	09	00	-	95	1,5								
6 2394	Bremen (Z)	53	00	40	8	52	00	-	75	1,2	3,9							
7 2391	Elstelth	52	57	45	8	29	30	-	45	1,6								
8 2386	Esensham	53	27	45	8	30	15	-	25	3,3								
9 2388	Bremerhaven	53	37	00	8	30	30	-	0	1,0								
10 2389	Langweerden	53	36	40	8	20	00	-	0	1,8	3,0							



Tabel I (vervolg)

Monsterpunten, gehalten aan zware mineralen, humus en kalk en granulaire samenstelling.

Monster nummer nieuw oud	Monsterplaats omgeving	Positie				Diep- te m	Kust- afst. km	Zware min. gehalte %	
		°NB; o	" "	' o	W. , O'W.			37-63 $\mu$	25-37 $\mu$
Nederlandse rivieren									
Rijn en Nieuwe Waterweg (Rij)									
Rij 1 151a	Wijk bij Duurstede	51	57	20	55 19 20	--	80	7,3	10,4
2 152a	Vianen	51	59	30	5 04 40	--	65	2,9	4,1
3 153a	Lexmond	51	57	40	5 02 20	--	60	2,6	4,1
4 154a	Streefkerk	51	53	40	4 40 30	--	45	2,1	4,2
5 155a	Rozenburg	51	54	20	4 15 30	--	15	1,9	5,8
- 155	Rozenburg	51	54	00	4 14 00	--	14,5	8,5	2,6
6 156a	H. v. Holland	51	58	40	4 07 20	--	1,0	2,4	3,6
Maas (Ma)									
Ma 1 2362	Waalwijk	51	43	20	5 01 15	--	65	1,4	1,0
2 2360	Lage Zwaluwe	51	43	10	4 40 30	--	45	2,3	2,7
Hollands Diep (Ha)									
1 160	Willemstad	51	41	30	4 26 30	--	30	4,3	
Haringvliet:									
2 2371	Hoeksche Waard	51	43	30	4 23 40	--	28	2,9	
3 158	Middelharnis	51	46	50	4 12 00	--	11	3,2	1,8
4 157	Rak v. Scheelhoek	51	49	50	4 03 30	--	2,0	5,8	
Merwede (Me)									
Me 1 2358	Woudrichem	51	49	10	5 00 20	--	50	1,7	
2 2359	Kop van't Land	51	47	00	4 45 50	--	65	1,8	

Tabel I (vervolg)

Monsterpunten, gehalten aan zware mineralen, humus en kalk en granulaire samenstelling.

Monster nummer nieuw oud	Monsterplaats omgeving	Positie		Diep- te m	Kust- afst. km	Zware min. gehalte %		Parameters granu- laire samenstelling				Hu- mus %	Kalk %	
		NB	OL			37-63 $\mu$	25-37 $\mu$	$\bar{D}_{16}$	50	84	$\sigma_{\bar{D}}$			$\alpha_{\bar{D}}$
Schelde (Sc)														
Sc 1 2363	Gent	51 00 00	3 49 10	-	115	2,5								
2 2364	Rupelmonde	51 07 30	4 19 10	-	80	2,4								
3 2369	Walsoorden	51 22 20	4 01 50	-	45	0,4								
4 2372	Borsele	51 25 20	3 42 40	-	ca.15	1,0								
Vlaamse Banken (VI)														
VI 1 1249	Gravelines	51 05 00	2 01 15	19	8,5	1,7								
3 6917	Oostende	51 19 30	2 55 00	8,5	8,5	1,7		2,3	2,6	10	3,8	+0,93	2,1	14,6
4 1040 (B)	"	51 20 00	3 00 00	8,0	6,5	0,8	1,7							
5 1041 (O)	"	51 20 00	3 00 00	8,0	6,5	0,6		4,2	6,2	10	2,9	+0,32	2,1	28,0
6 1043	"	51 21 30	2 57 30	10	8,0	0,8	0,8							
7 1046	"	51 22 45	2 55 00	16	13,5	1,1	1,6							
8 1072	W-Hinder	51 26 30	2 32 00	30	34	0,8		6,2	10	10	1,9	-0,56	0,8	2,3
9 1038	Zeebrugge	51 21 45	3 12 45	9,0	3,5	0,8		3,6	5,7	10	3,2	+0,35	3,6	28,0
10 1035	"	51 22 30	3 10 30	10,0	6,5	0,7	1,8							
11 6918	"	51 22 30	3 10 00	9,5	6,0	1,0	1,2							
12 1031	"	51 23 45	3 08 30	12	8,0	1,7	1,8						2,2	22,0
13 1027	Schooneveld	51 24 15	3 06 00	10,0	10,0	0,7	4,3							
14 1025	" "	51 25 00	3 04 15	10,0	12,0	0,6	1,5							
15 1014	" "	51 26 15	3 00 45	21	15,5	0,4		4,2	9,0	10	2,9	-0,55	3,2	26,0
16 6923	Walcheren	51 34 15	3 22 00	6,5	6,3	1,6	1,4	2,4	2,7	5,6	1,6	+0,78	0,3	8,2

Tabel I (vervolg)

Monsterpunten, gehalten aan zware mineralen, humus en kalk en granulaire samenstelling.

Monster nummer	Monsterplaats omgeving	Positie				Diep- te m	Kust- afst. km	Zware min. gehalte %		Parameters granu- laire samenstelling					Hu- mus %	Kalk %				
		NB		OL				37-63 $\mu$	25-37 $\mu$	$\phi$ 16	50	84	$\phi$ 80	$\phi$ 200						
nieuw	oud	o	'	"	o	'	"													
Engelse kust (En)																				
En	1	1180	Southend on sea	51	30	00	0	53	30	8,0	6,0	3,1		3,0	3,6	4,8	0,88	+0,31	0,0	8,6
	2	1171	(Deep Barrow)	51	33	15	1	00	15	8,0	6,0	9,2								
	3	1161	"	51	34	15	1	08	00	20	13,5	3,1								
	4	1185	Long Sand	51	34	00	1	17	00	4,0	20,0	2,9								
	5	1232	Margate N. Foreland	51	32	00	1	27	45	14,0	15,0	4,7	5,2							
	6	1237	"	51	30	15	1	30	15	20	12,5	2,5	6,1							
	7	1240	"	51	28	00	1	31	15	19	10,0	7,0								
	29	1248	"	51	26	50	1	30	30	19	10			2,2	2,6	6,4	2,3	+0,76	0,4	
	27	1250	Falls South	51	21	00	1	47	45	16	32,0	7,1								
	8	1226	Deep Channel	51	40	00	2	00	15	42	48,0	5,3	4,7							
	9	1222	"	51	37	30	2	05	00	49	47,0	2,6	3,1							
	10	1213	"	51	33	45	2	14	00	22	55,0	0,9	1,7							
	11	1151	Clacton on Sea	51	40	30	1	19	45	15,0	17	3,0								
	12	1139	"	51	44	30	1	19	30	11,0	10,5	3,1								
	13	1130	Harwich	51	48	00	1	28	45	17	14	2,5		2,8	3,5	7,8	2,5	+0,72	0,8	13,7
	14	1110	Inner Gabbard	51	45	45	1	45	45	30	35	1,3								
	15	1109	"	51	45	45	1	45	45	30	35	2,7								
	16	1103	"	51	42	45	1	50	00	30	41	1,2		5,6	10	10	2,2	- 1,00	0,6	6,0
	17	1120	Harwich	51	52	30	1	33	00	19	15	1,2								
	18	1122	Shipwash	51	52	30	1	33	00	19	15	3,3								
	19	959	Z.O. van Aldeburgh	52	04	30	1	37	30	10,0	2,5	1,1								
	20	969	"	52	03	00	1	43	00	18	11,5	4,3		1,8	2,8	10	4,1	+0,76	0,2	14,1
	21	977	"	52	02	00	1	50	15	24	18	1,5								
	22	989	Inner Gabbard	51	58	15	1	59	15	30	30	2,1								
	23	954	N.O. van Aldeburgh	52	14	30	1	42	30	18	5,0	4,1		1,0	2,2	5,6	2,3	+0,48	0,6	12,6
	24	936	"	52	14	30	1	57	15	31	19	3,3								
	25	905 (B)	"	52	10	15	2	13	45	39	41	2,6		1,6	4,6	10	4,2	+0,29	0,9	14,3
	26	904 (O)	"	52	10	15	2	13	45	39	41	2,3								
	28	6934	Smithskno11	52	43	00	2	17	45	48	39	1,9		1,8	2,9	10	4,1	+0,7	1,9	7,7



Tabel II

SERIE-O fractie 63 - 37  $\mu$  (totaal)

Monster nummer (nieuw)	Monster nummer (oud)	% zw. min.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Na <sub>2</sub> O %	Mn ppm	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Sc ppm	Hf ppm
Du 1	3316	6,2	5,4	1,5	1,00	415	1,05	4,9	50,0
2	3306	1,6	5,8	1,2	0,90	95	0,35	1,9	5,5
3	3307	1,2	6,2	1,7	1,10	80	0,35	1,9	3,5
4	3311	5,8	5,8	1,5	0,95	450	1,30	6,4	52,5
5	3312	5,7	6,0	1,6	0,95	450	1,00	4,7	46,0
6	3313	4,8	5,8	1,5	0,95	310	1,10	5,3	44,0
EL 1	2410	1,9	9,3	2,4	1,10	145	0,55	4,0	4,0
2	2413	2,8	7,1	2,3	1,00	175	0,70	4,6	21,5
3	2414	2,5	6,7	2,4	0,95	80	0,60	4,5	11,5
4	2417	1,8	5,2	1,8	1,05	105	0,40	2,6	9,5
6	2428	2,8	6,4	1,8	1,20	210	0,75	3,5	15,0
7	2430	0,9	12,5	2,5	0,95	90	0,10	2,5	5,5
We 1	2402	1,1	1,9	1,8	1,05	55	0,30	1,9	8,5
3	2407	2,2	5,2	1,9	0,85	70	0,20	1,9	6,5
4	2405	1,0	6,2	1,9	0,80	50	0,25	2,2	8,0
5	2395	1,5	6,4	2,1	1,05	80	0,20	1,9	8,5
7	2391	1,6	6,7	1,8	1,00	80	0,45	2,9	6,0
8	2386	3,3	5,7	1,5	1,10	200	0,60	3,5	15,0
9	2388	1,0	5,7	1,6	1,05	120	0,40	2,4	9,0
Em 1	2373	3,2	6,0	1,6	1,05	250	0,90	1,3	21,0
2	2376	0,9	5,3	0,9	0,55	85	0,35	2,8	15,0
3	2377	1,8	3,7	1,3	0,95	120	0,60	4,1	15,5
4	2379	4,1	1,4	1,1	0,90	250	0,70	4,3	41,0
6	2384	3,9	5,7	1,5	0,95	390	0,75	4,5	52,0
Bi 2	2359	0,8	8,3	2,0	1,00	120	0,75	4,0	16,5
Ma 2	2360	2,3	6,5	1,7	1,00	140	0,80	3,8	17,5
Ha 2	2371	2,9	6,0	1,6	1,05	300	0,95	6,8	63,0
gem. SD %			3,5	4,5	4,0	5,0	10,5	7,0	8,5
aantal waarnemingen			14	14	14	14	13	13	13

Tabel III

SERIE I fractie 63 - 37 mu (totaal)

Monster nummer	%zw. min.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Na <sub>2</sub> O %	Mn ppm	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Sc ppm	Yb ppm	Eu ppm	Hf ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppb	Sb c/100mg	Ta c/100mg
Ta 1	1,0	3,6	1,4	0,75	75	0,36	2,70	2	0,40	36,0	1,10	150	51	1800	2000
Ta 2	1,3	4,0	1,4	0,55	95	0,52	3,35	4	0,40	16,5	3,30	110	80	2550	1850
Ta 3	1,4	3,7	1,4	0,59	100	0,48	2,85	7	0,45	24,5	2,20	120	67	1400	1700
Ta 8	0,9	3,7	1,4	0,70	60	0,22	1,80	2	0,30	12,0	0,80	80	38	800	2100
En 1	3,1	4,2	1,4	0,65	165	0,79	7,10	17	1,40	110,0	2,10	290	25	200	4550
En 4	2,9	3,9	1,4	0,64	115	0,52	4,65	10	0,80	60,0	1,60	190	73	160	3000
En 11	3,0	4,8	1,6	0,70	165	0,78	7,25	11	1,35	130,0	2,05	190	25	240	3550
En 13	2,5	4,4	1,5	0,70	125	0,58	5,00	9	0,85	70,0	1,60	190	62	180	2900
En 14	1,3	8,7	2,1	0,58	95	0,94	7,55	7	0,60	40,0	2,70	80	200	100	2650
En 16	1,2	13,8	3,0	0,54	85	-	-	4	0,75	25,5	5,45	160	355	340	3000
En 21	1,5	5,9	2,2	0,76	115	0,71	5,10	6	0,60	31,5	2,70	130	100	130	1100
En 23	4,1	4,9	1,5	0,92	215	0,79	7,45	10	1,50	150,0	2,20	220	97	160	4300
En 26	2,3	4,7	1,9	0,83	115	0,40	4,00	12	0,55	42,0	1,50	130	80	100	1800
En 25	2,6	6,4	1,4	1,40	140	0,70	5,00	2	0,60	29,0	1,90	150	95	80	1700
Ha 2	2,9	6,0	1,6	1,05	275	1,02	7,70	6	1,00	75,0	3,80	290	150	250	2750
Ma 2	2,3	5,9	1,6	0,97	120	0,80	5,10	4	0,70	25,0	3,45	270	180	300	2050
Bi 1	1,7	5,7	1,6	1,05	120	0,67	4,90	7	0,80	32,0	2,25	320	145	180	2400
Bi 2	1,8	8,3	1,0	1,00	110	0,80	5,70	5	0,60	20,0	2,90	750	185	160	2200
Ne 2	11,0	5,3	1,4	0,90	780	1,70	14,20	33	2,40	270,0	3,55	750	67	280	9950
Ne 4	5,9	4,9	1,6	1,00	370	1,10	10,50	18	1,45	110,0	2,45	390	83	260	6300
Ne 6	6,2	4,9	1,4	1,00	300	0,85	8,00	23	1,20	82,0	1,85	200	60	240	5500
Ne 8	1,0	4,8	1,6	1,00	70	0,40	3,00	2	0,35	12,0	1,30	90	90	150	1200
Ne 10	2,2	4,7	1,5	1,05	120	0,48	3,85	4	0,55	19,0	1,10	100	80	120	2200
Ne 11	7,8	5,7	1,6	1,40	75	0,41	3,75	10	0,60	15,0	1,55	110	75	110	1800
Ne 13	4,3	4,8	1,4	1,15	270	0,91	6,00	19	1,00	52,0	2,00	180	50	160	4100
We 1	1,1	4,9	1,8	1,05	50	0,32	2,52	4	0,35	10,5	0,80	45	85	120	1250
El 2	2,8	7,1	2,3	0,98	165	0,71	5,40	6	0,60	26,5	2,15	100	265	330	3200
El 3	2,5	6,7	2,4	0,93	75	0,62	4,95	7	0,60	15,0	2,10	90	275	520	2300
El 4	1,8	5,2	1,8	1,05	95	0,40	3,55	2	0,45	12,0	1,25	70	100	110	1700
Du 2		5,2	1,6	1,15	90										
Du 6		5,3	1,6	1,05	310										
SD%		3,0	1,0	3,0	7,5	3,0	3,0	27	8,0	6,5	2,0	13	6,0	8,0	8,0

Tabel V

Zware mineralen gehalte, elementgehalten van totale en lichte mineralen fractie (37-63µ).

Monster nummer	%ZW. Min.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % <sup>2</sup> <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O % <sup>2</sup>	Na <sub>2</sub> O % <sup>2</sup>	Cs ppb	Rb ppm	Sb C/100mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % <sup>2</sup> <sub>3</sub>	Co ppm	Sc ppm	Ce ppm	Yo ppm	Eu ppm	Ta C/100mg	Cr ppm	Mn ppm	Hf ppm	
Du 4	Tot	5,8	5,80	1,5	0,95		3,8	1,30		6,4	66					450	52,5	
	LM		4,90	1,5	1,10		4,0	0,16		0,8	8,5					15	0,5	
Ne 4	Tot	5,9	4,90	1,6	1,00	83		260	1,10	2,45	10,50		18	1,45	6300	390	370	110
	LM		4,20	1,3	1,00	140		200	0,95	0,70	1,90		0,7	0,35	350	20	20	0,85
En 1	Tot	3,1	4,20	1,4	0,65	85		200	0,79	2,10	7,10		17	1,40	4550	290	165	110
	LM		3,80	1,2	0,80	91		150	0,22	0,82	1,20		0,6	0,17	370	9	12	0,90
En 23	Tot	4,1	4,90	1,5	0,92	97		160	0,79	2,20	7,45		10	1,50	4300	220	215	
	LM		4,10	1,5	0,87	98		100	0,24	0,76	1,30		0,6	0,20	400	19	13	0,75

Tabel IV

Correlatie coëfficiënt, de MY- en B waarden (plus hun grenzen), voor Hf overgenomen uit de output. De Th-waarden zijn gecorrigeerde waarden.

Monster gebied	r	B	grenzen	MY	grenzen	n
Th	0,89	45	30 - 65	38	25 - 45	4
En	0,84	42	20 - 64	68	50 - 88	10
Nr	0,84	38	-37 - 114	38	2 - 74	4
Ne	0,96	26	16 - 36	91	59 - 112	7
Du	0,98	10	8 - 12	34	30 - 38	6
El	0,79	7	0 - 14	11	6 - 16	6
We	0,65	2	- 1 - 5	9	6 - 11	7
Em	0,84	10	- 2 - 22	29	15 - 43	5

Tabel VI

Gemiddelde element-gehalten (met absolute Standaard Deviaties) van de lichte (mineralen) fractie 37-63 $\mu$ .

monster	n	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O	Sc	Eu	Ce	Co	Cs	Rb	Sb	K <sub>2</sub> O/Rb	Ce/Eu
gebied		%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	100ppm	.10	
	6	5,1(0,4)	1,09(0,05)	1,6(0,1)	0,14(0,02)	0,80(0,09)	170(10)	6,5(0,8)	380(30)	75 (7)	4,2(0,2)	100 (10)	360 (15)	38(3)
	6	6,7(0,7)	1,13(0,19)	1,9(0,2)	0,38(0,06)	2,95(1,45)	280(70)	14,0(3,5)	1700(230)	280(50)	7,5(1,4)	300(100)	270(60)	52(4)
	8	5,1(0,2)	1,05(0,11)	1,7(0,1)	0,20(0,05)	1,18(0,19)	210(20)	10,5(2,5)	550(100)	95(10)	4,8(0,5)	170(100)	360(15)	50(12)
	3	5,9(1,1)	1,03(0,05)	1,3(0,1)	0,20(0,02)	0,90(0,35)	170(50)	8,5(3,0)	335(40)	90(25)	4,0(0,4)		333(11)	52(3)
	9	4,6(0,5)	1,13(0,08)	1,3(0,1)	0,21(0,06)	1,29(0,35)	220(80)	14,5(5,0) <sup>+</sup> 7,6(0,2)*	650(100)	125(30) <sup>+</sup> 95(9)*	4,0(0,5)	150(50)	335(50)	49(4)
riv.	3	6,3(0,5)	1,15(0,08)	1,5(0,2)	0,43(0,08)	2,55(0,60)	290(50)	18,0(3,5)	1700(300)	210(35)	5,3(0,7)	220(50)	310(15)	60(7)
	5	4,4(0,2)	0,94(0,10)	1,3(0,1)	0,22(0,04)	1,19(0,28)	170(15)	6,7(0,8)	750(200)	95(8)	4,2(0,2)	140(20)	300(35)	40(4)
	12	4,5(1,0)	0,80(0,08)	1,5(0,3)	0,24(0,05)	1,31(0,25)	180(25)	10,5(2,5)	700(100)	80(10)	3,8(0,6)	140(50)	415(35)	
	15	5,5(2,3)	0,85(0,18)	1,6(0,4)	0,33(0,24)	1,71(1,00)	170(50)	10,2(3,2)	810(300)	75(25)	3,8(1,1)	145(65)	470(200)	63(13)
	3	3,9(0,3)	0,61(0,07)	1,4(0,1)	0,27(0,10)	1,21(0,50)	160(45)	9,5(2,5)	1400(600)	70(15)	3,2(0,1)	145(50)	430(15)	60(6)
	2	4,3(0,2)	1,03(0,01)		0,22(0,01)	1,35(0,01)	210(3)	10,5(0,2)	600(30)	80(5)	4,4(0,5)		390(40)	52(1)
	3	4,8(0,3)	1,11(0,07)	1,4(0,1)	0,30(0,02)	1,49(0,12)	185(4)	11,5(0,2)	950(125)	90(5)	3,6(0,3)	135(10)	390(30)	61(2)

Hoek van Holland-raai monsters.

overige Ned. kust monsters.

Tabel VII

Galium gehalte,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  gehalte de Ga/Al verhouding en de gemiddelde Ga/Al verhouding met de absolute standaard deviatie per monstergebied. De onderzochte fracties zijn: zware mineralen, 37-63 $\mu$  (Zw); lichte mineralen 37-63 $\mu$  (Lm); totale fractie, 37-63 $\mu$  (Tot). De gemiddelde Ga-analyse fout bedraagt: SD=15%.

Monster nummer	Fractie	Ga ppm	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %	$\text{Ga}/\text{Al} \cdot 10^{-4}$	gem. Ga/Al $\pm$ SD
Du - 4	Zw	25,4			
Du - 4	Lm	4,3			
Du - 4	Tot	4,5			
En - 1	Zw	21,5			
En - 1	Lm	3,5			
En - 1	Tot	5,1			
Zw - 2	Zw	16,7			
Zw - 2	Lm	4,2			
Zw - 2	Tot	5,2			
Du - 2	Lm	3,5	4,85	0,72	
Du - 4	Lm	4,7	4,90	0,96	0,75 $\pm$ 0,17
Du - 6	Lm	2,8	5,10	0,55	
Ne - 2	Lm	4,2	4,55	0,93	
Ne - 3	Lm	4,3	4,90	0,88	
Ne - 4	Lm	4,7	4,10	1,14	1,00 $\pm$ 0,10
Ne - 11	Lm	3,8	3,85	0,99	
Vl - 5	Lm	3,7	4,10	0,90	
Vl - 9	Lm	3,0	4,40	0,68	
Vl - 15	Lm	6,1	4,20	1,45	1,10 $\pm$ 0,30
Vl - 3	Lm	6,0	4,35	1,35	
En - 1	Lm	3,8	3,80	1,00	
En - 11	Lm	4,5	4,25	1,06	
En - 13	Lm	5,3	4,15	1,27	1,05 $\pm$ 0,15
En - 20	Lm	3,6	4,25	0,85	
Zw - 2	Lm	3,9	4,50	0,87	
Zw - 5	Lm	3,5	4,00	0,88	0,88 $\pm$ 0,01

Tabel VIII

Correlatie coëfficiënten tussen percentages van de fractie 37-63 $\mu$  en de gewichtspercentages van korrelgrootte fracties.

Monster gebied	Correlatiecoëfficiënt					Aantal monsters (=n)
	150-210 $\mu$	105-150 $\mu$	63-105 $\mu$	37-63 $\mu$	25-37 $\mu$	
Du	+0,61	+0,84	+0,83	-0,99	-0,97	4
Zw	-0,87	-0,72*	+0,95	+0,89	+0,63	6
Ne	-0,47	+0,73	+0,50	-0,07	-0,18	7

\*  $r = -0,72$  bij  $n = 5$ ,

$r = +0,36$  bij  $n = 6$ .





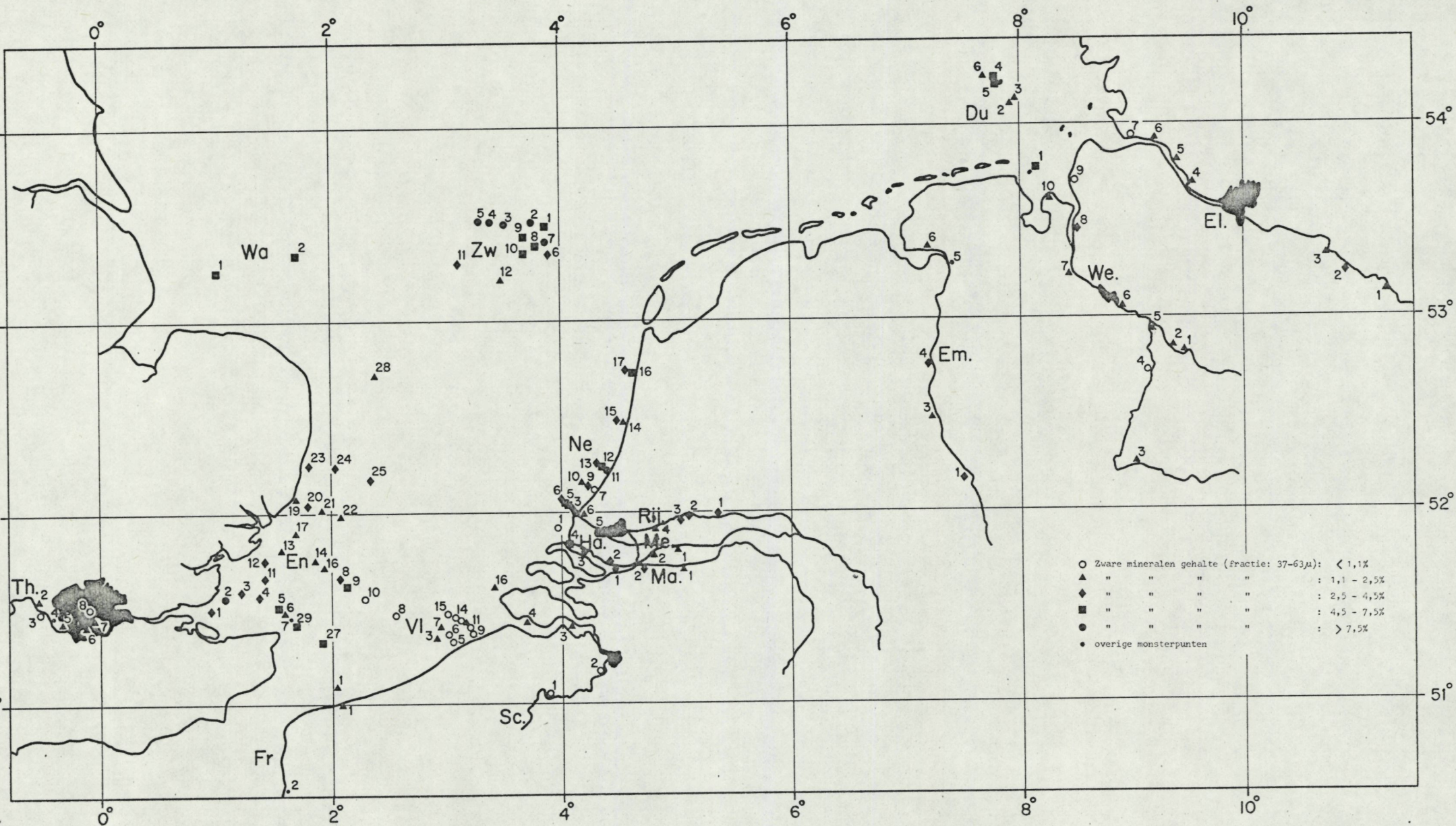


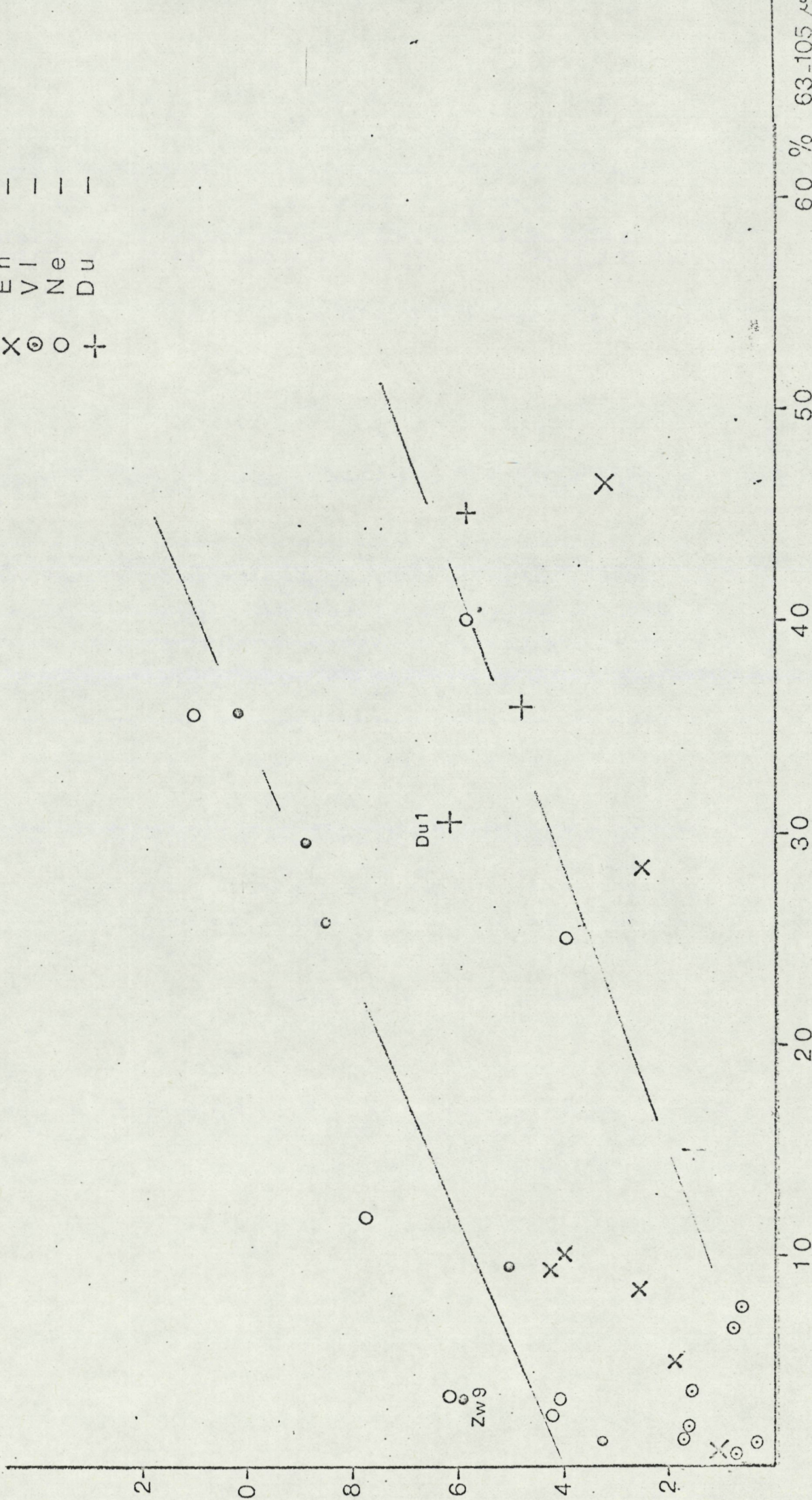
Fig.1 Verspreiding zware mineralen gehalte

% ware  
in.  
7-63

Legend a:

- Zw monster
- ⊗ En
- VI
- ⊕ Ne
- ⊖ Du

FIG. 2

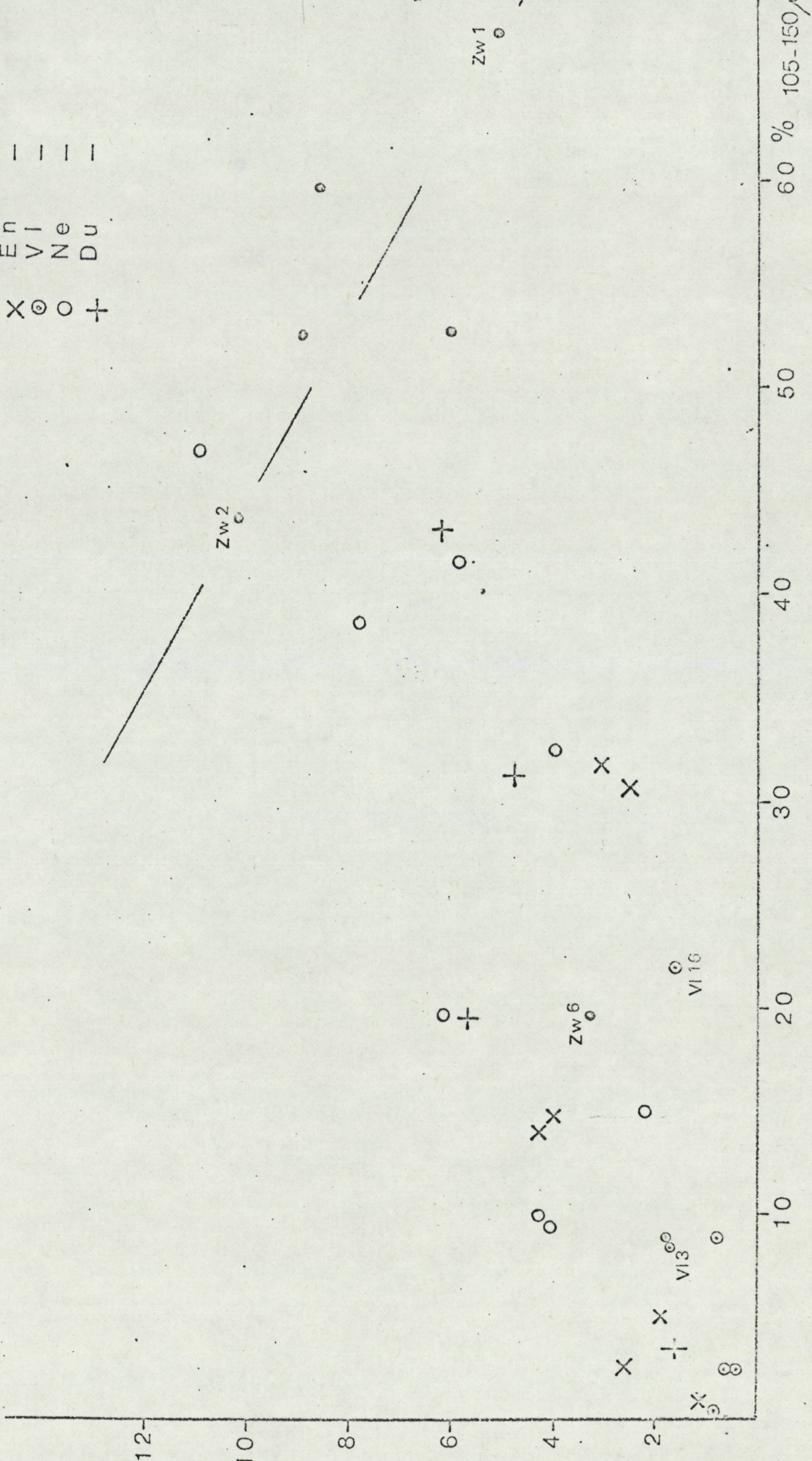


60 % 63-105

%  
zware  
min.  
37-63

FIG. 3

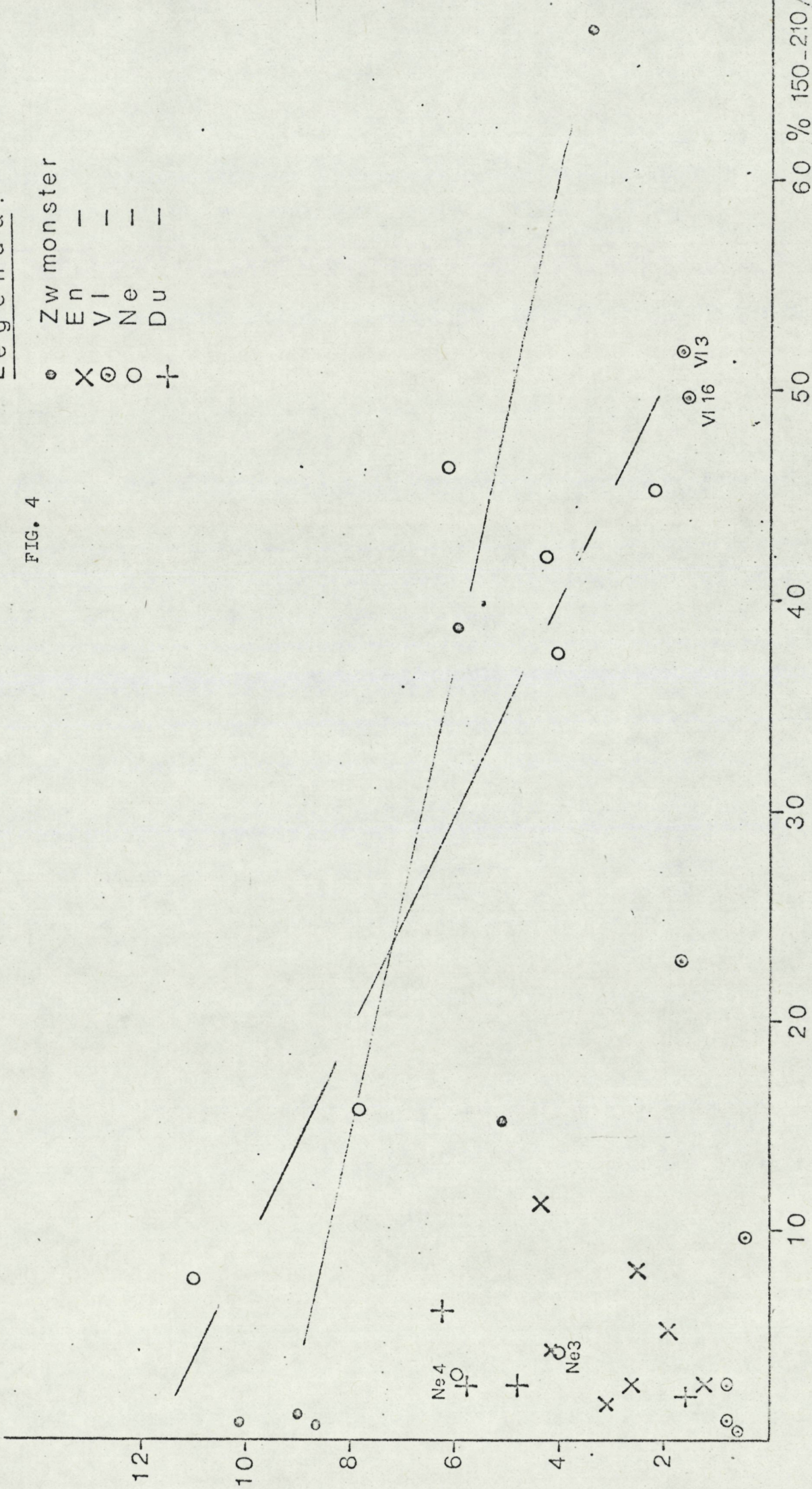
Legenda:  
● Zw monster  
X EN  
⊙ VI  
○ Ne  
+ Du



%  
zware  
min.  
37-63 $\mu$

Legenda:  
 ● Zw monster  
 X En  
 ⊙ VI  
 ○ Ne  
 † Du

FIG. 4

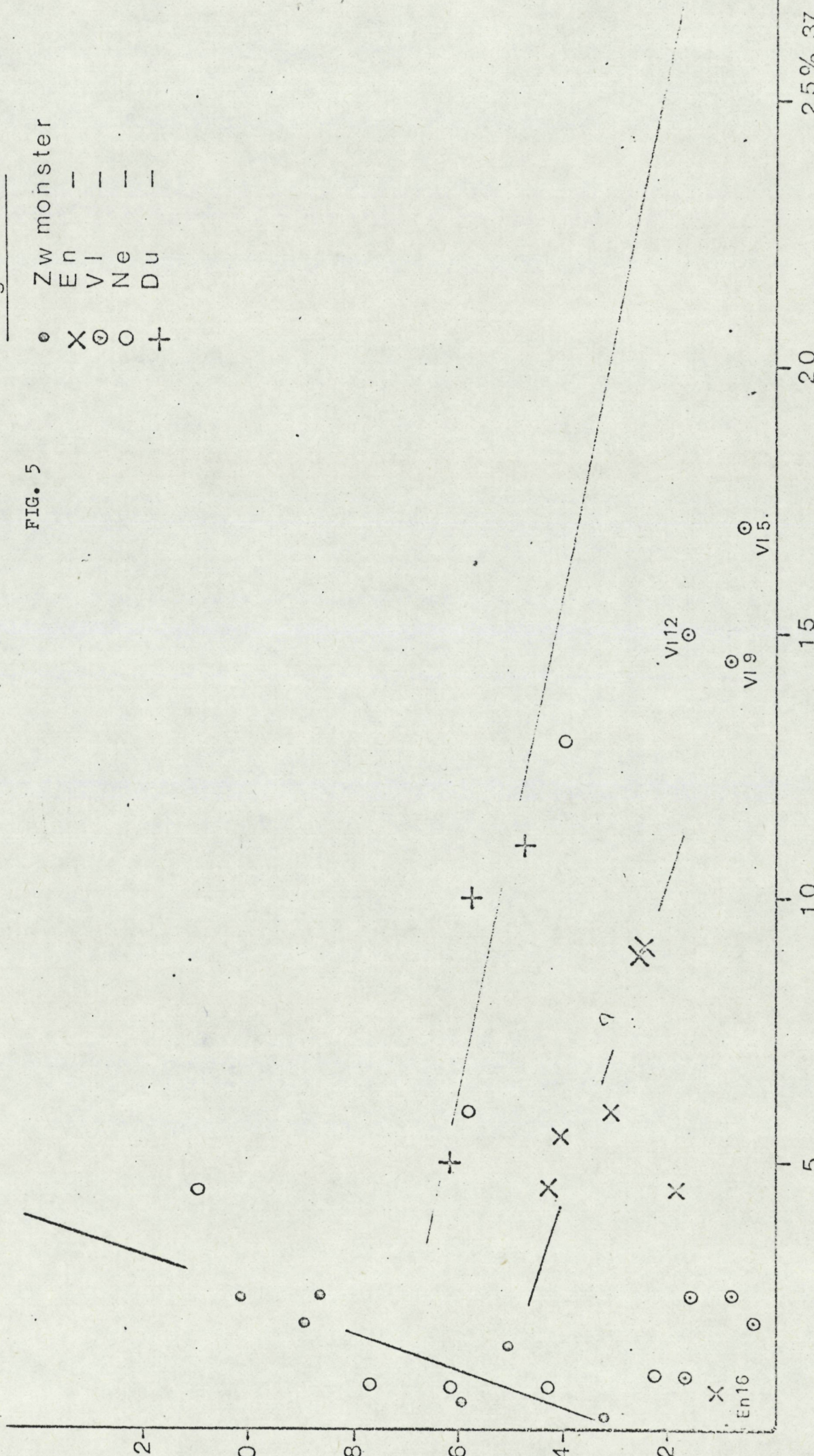


60 % 150-210

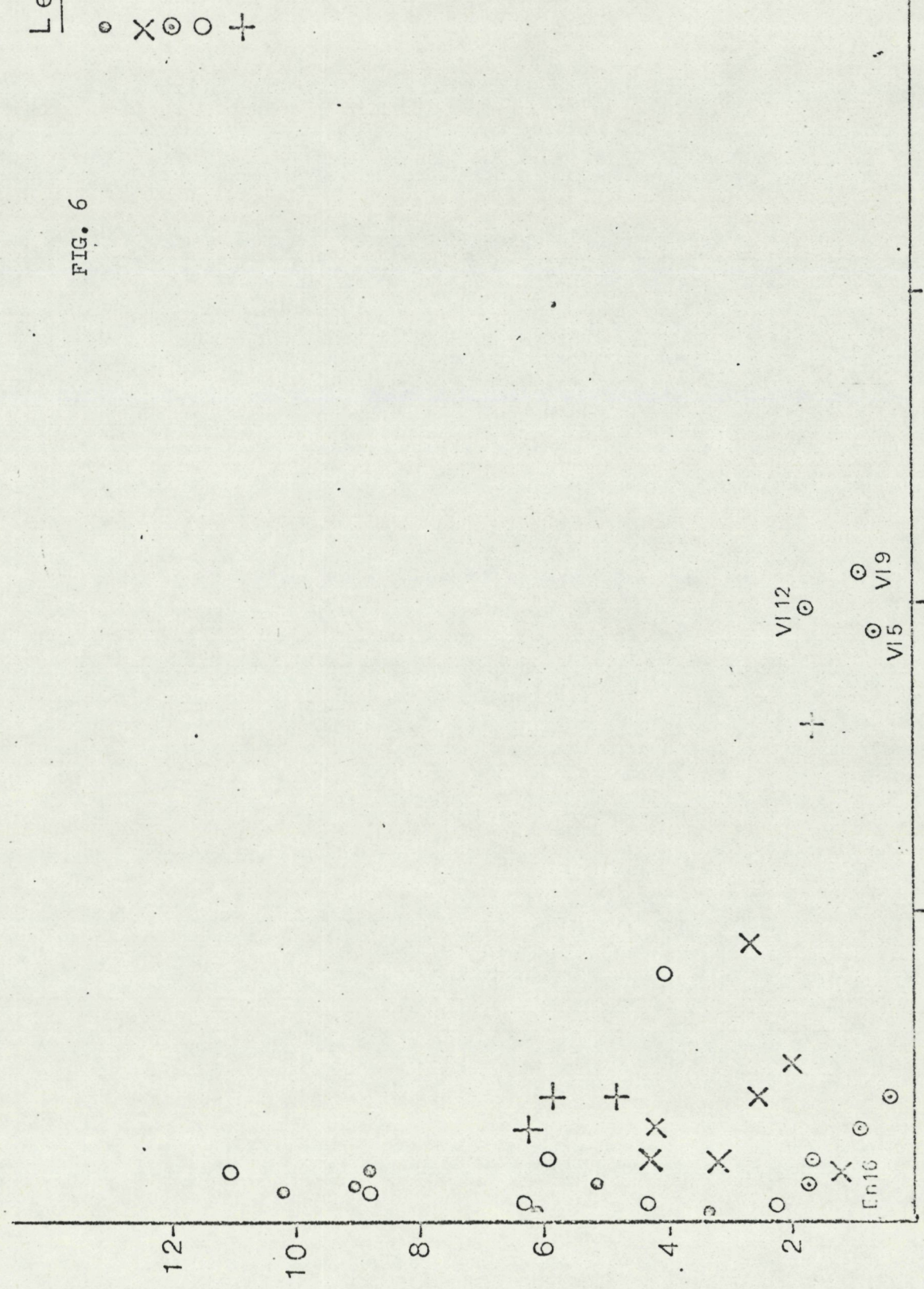
%  
ware  
in.  
7-63

Legend a:  
● Zw monster  
X ⊙ VI  
○ Ne  
+ Du

FIG. 5



%  
zware  
min.  
37-63



Legend a:  
 ● Zw monster  
 × En  
 ⊕ VI  
 ○ Ne  
 † Du

FIG. 6

% 25-37M

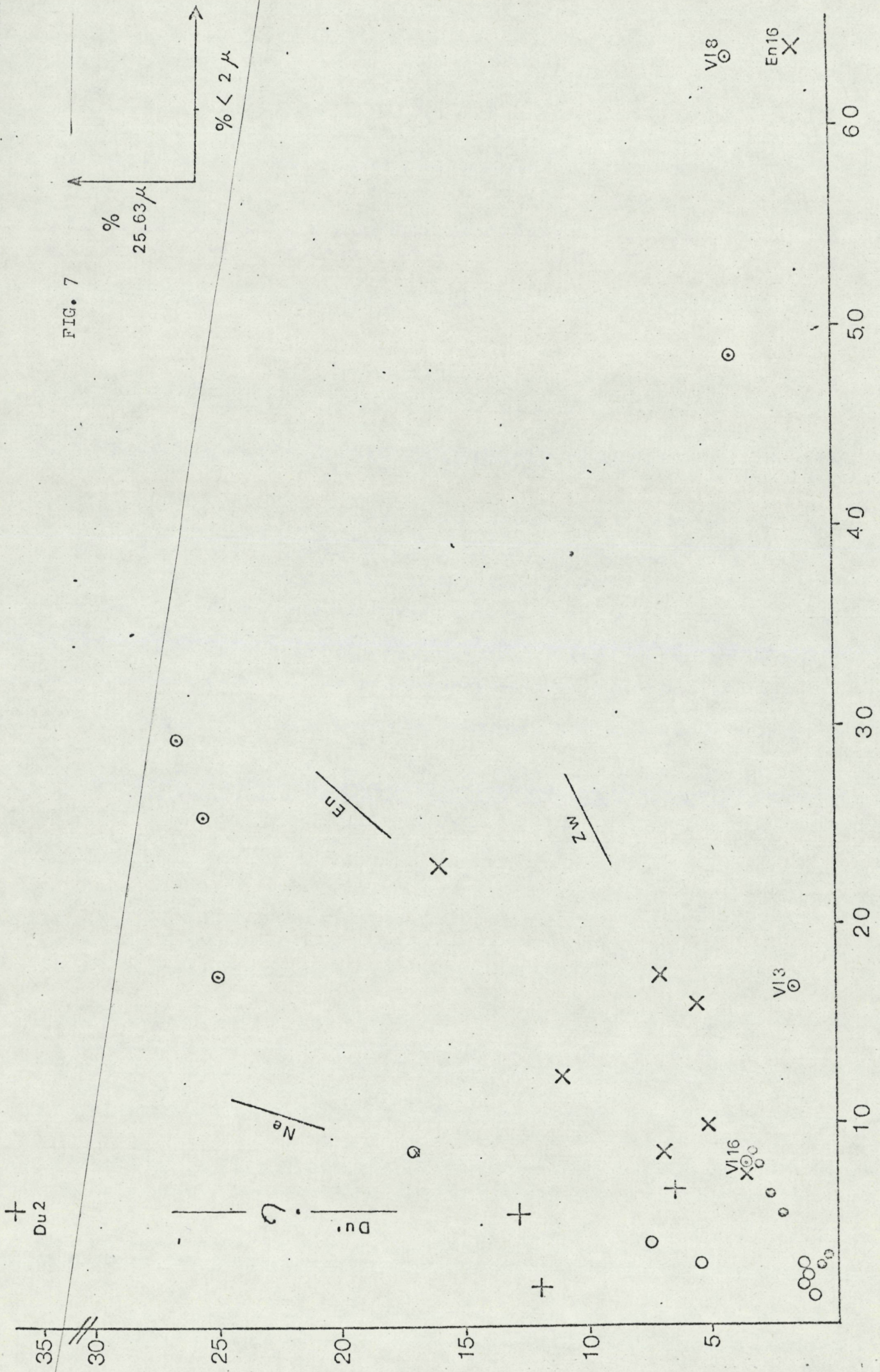
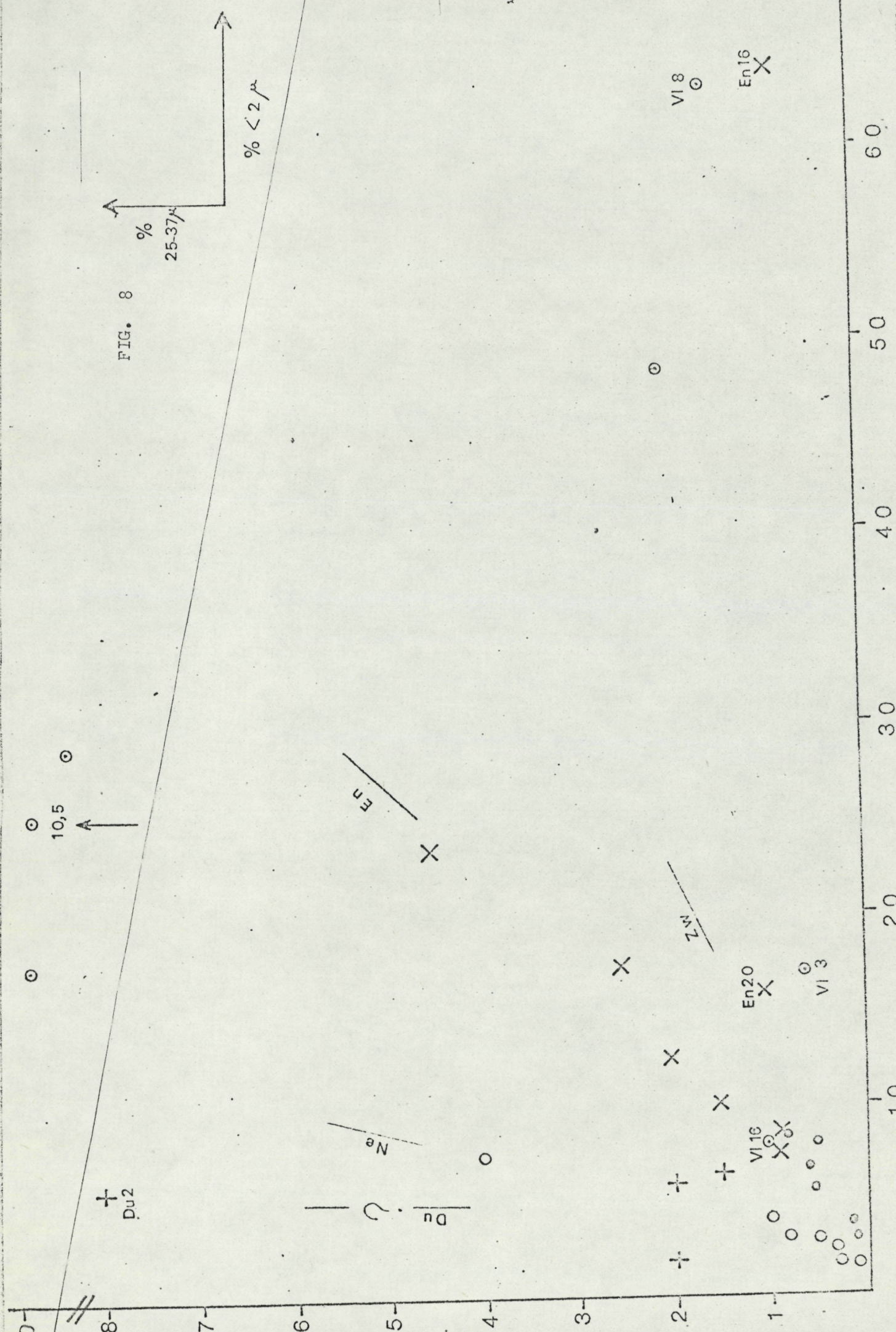


FIG. 7

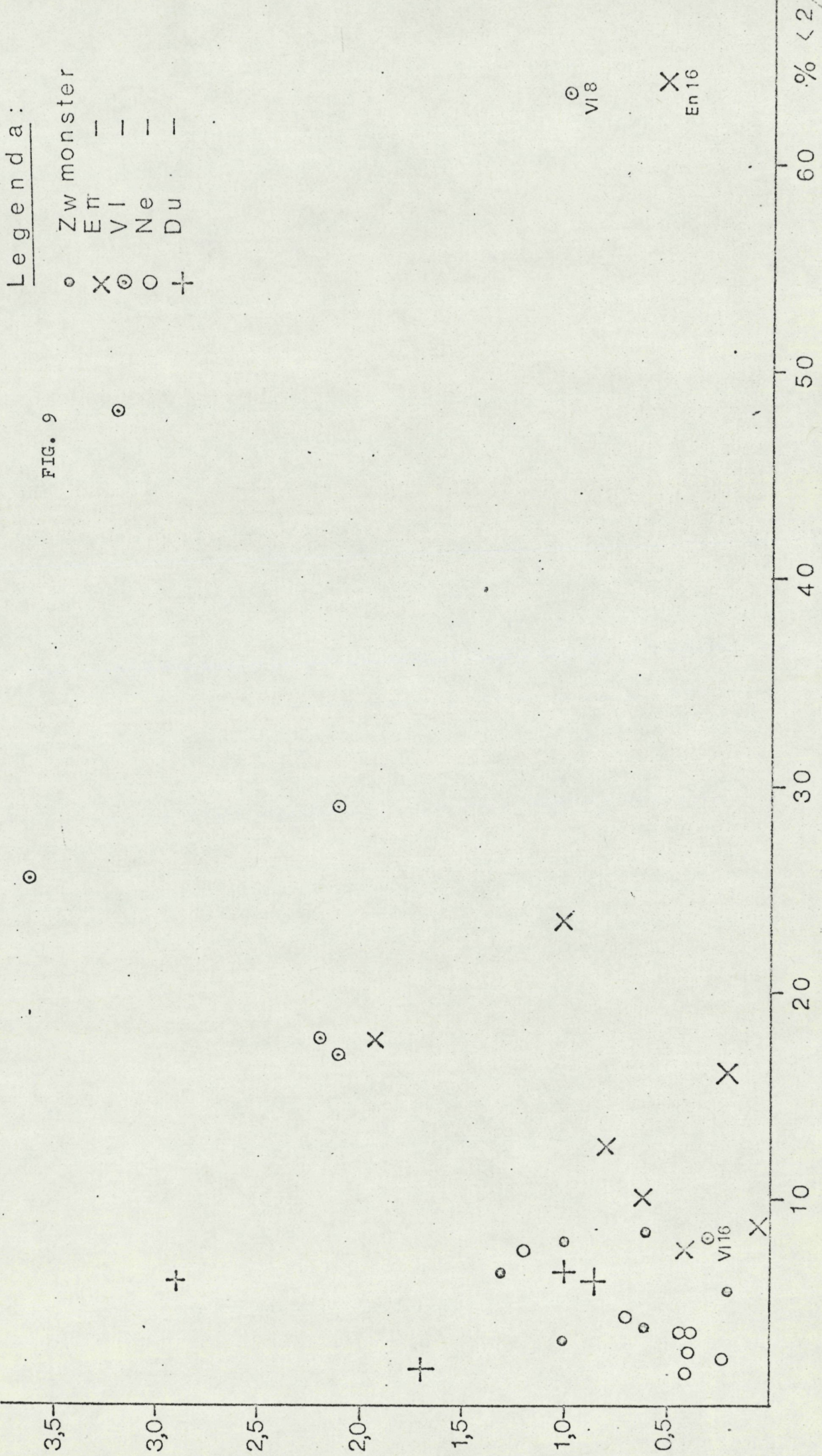
FIG. 8



%  
umus

Legend a:  
○ Zw monster  
X En  
⊙ VI  
○ Ne  
+ Du

FIG. 9



% < 2

